

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL Y  
AMBIENTAL**



**EFFECTOS ALELOPÁTICOS DE EXTRACTOS ACUOSOS  
DE *Pinus tecunumanii* F. Schwerdtf ex Eguluz & J. P. Perry  
SOBRE EL CRECIMIENTO DE CUATRO ESPECIES DE  
MALEZAS PROCEDENTES DE CAFÉ BAJO SOMBRA EN  
LA MUSHCA - JAÉN.**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO FORESTAL Y AMBIENTAL**

**Autores:** Bach. Kleison Aldeir Melendres Lozada.

Bach. Stefanny Jeniffer Pasapera Tineo.

**Asesora:** Mg.sc. Yuriko Sumiyo Murillo Domen.

**JAÉN – PERÚ, JUNIO, 2022.**

## ACTA DE SUSTENTACIÓN

El día 12 de julio del año 2022, siendo las 18:00 horas, se reunieron los integrantes del Jurado de manera virtual, mediante el enlace <https://meet.google.com/skq-tzrb-ae>

Presidente : Dr. LUIS ARTURO GIL RAMÍREZ  
Secretario : PhD. WILFREDO RUIZ CAMACHO  
Vocal : Dra. DELICIA LILIANA BAZAN TANTALEAN, para evaluar la Sustentación del informe final:

- ( ) Trabajo de Investigación  
( X ) Tesis  
( ) Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado:

**“EFECTOS ALELOPÁTICOS DE EXTRACTOS ACUOSOS DE *Pinus tecunumanii* F. Schwerdtf ex Eguiluz & J. P. Perry SOBRE EL CRECIMIENTO DE CUATRO ESPECIES DE MALEZAS PROCEDENTES DE CAFÉ BAJO SOMBRA EN LA MUSHCA - JAÉN”**, presentado por los Bachilleres Kleison Aldeir Melendres Lozada y Stefanny Jeniffer Pasapera Tineo de la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental de la Universidad Nacional de Jaén

Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

- ( X ) Aprobar ( ) Desaprobar ( X ) Unanimidad ( ) Mayoría

Con la siguiente mención:

- |                |            |        |
|----------------|------------|--------|
| a) Excelente   | 18, 19, 20 | ( )    |
| b) Muy bueno   | 16, 17     | ( 17 ) |
| c) Bueno       | 14, 15     | ( )    |
| d) Regular     | 13         | ( )    |
| e) Desaprobado | 12 ò menos | ( )    |

Siendo las 19:15 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.

Jaén, 12 de Julio del 2022



Dr. Luis Arturo Gil Ramírez  
Presidente Jurado Evaluador



PhD. Wilfredo Ruíz Camacho  
Secretaria Jurado Evaluador



Dra. Delicia Liliana Bazán Tantaleán  
Vocal Jurado Evaluador

## ÍNDICE

	Pág.
<b>RESUMEN</b> .....	<b>8</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>9</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>10</b>
<b>II. OBJETIVOS</b> .....	<b>13</b>
<b>2.1. OBJETIVO GENERAL</b> .....	<b>13</b>
<b>2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b> .....	<b>13</b>
<b>III. MATERIAL Y METODOS</b> .....	<b>14</b>
<b>3.1. MATERIALES Y EQUIPOS</b> .....	<b>14</b>
3.1.1. Materiales de escritorio .....	14
3.1.2. Materiales de campo.....	14
3.1.3. Materiales de laboratorio y equipos.....	14
3.1.4. Software .....	15
<b>3.2. UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO</b> .....	<b>15</b>
<b>3.3. METODOLOGÍA</b> .....	<b>16</b>
3.3.1. Construcción del invernadero.....	16
3.3.2. Recolección de malezas.....	17
3.3.3. Selección de las semillas de malezas .....	19
3.3.4. Desinfección de las semillas de malezas .....	20
3.3.5. Proceso pre germinativo de las semillas de malezas.....	20
3.3.6. Instalación de las unidades experimentales .....	21
3.3.7. Preparación de sustrato para llenado de las unidades experimentales hechas de madera..	22
3.3.8. Siembra de semillas pre germinadas de <i>B. pilosa</i> , <i>Asteraceae sp.</i> , <i>Malvastrum sp.</i> y <i>S. rhombifolia</i> , en las unidades experimentales.....	23
3.3.9. Recolección de acículas de <i>P. tecunumanii</i> .....	24
3.3.10. Consideraciones para la preparación de extractos acuosos. ....	25
3.3.11. Preparación de extractos acuosos .....	27
3.3.12. Tratamientos.....	28
3.3.13. Diseño experimental.....	28
3.3.14. Aplicación de los tratamientos .....	29
3.3.15. Evaluaciones .....	29
3.3.16. Análisis estadístico .....	30
<b>IV. RESULTADOS</b> .....	<b>31</b>
<b>4.1. ANÁLISIS PARA LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA (cm)</b> .....	<b>31</b>
<b>4.2. ANÁLISIS PARA LA VARIABLE DIÁMETRO DE PLANTA (mm)</b> .....	<b>36</b>

<b>4.3. ANÁLISIS PARA LA VARIABLE LONGITUD RADICULAR DE PLANTA (mm)...</b>	<b>40</b>
<b>4.4. ANÁLISIS PARA LA VARIABLE PESO FRESCO DE PLANTA (gr).....</b>	<b>45</b>
<b>V. DISCUSIÓN .....</b>	<b>50</b>
<b>VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>53</b>
<b>6.1. CONCLUSIONES.....</b>	<b>53</b>
<b>6.2. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>54</b>
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....</b>	<b>55</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>58</b>
<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>59</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>60</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
<b>Tabla 1.</b> Especies de maleza de cada ensayo.....	19
<b>Tabla 2.</b> Peso seco de acículas de <i>P. tecunumanii</i> de los puntos (A, B y C).....	26
<b>Tabla 3.</b> Tratamientos.....	28
<b>Tabla 4.</b> Prueba de Shapiro – Wilks, para normalidad.....	31
<b>Tabla 5.</b> Prueba de Mauchly al evaluar la esfericidad de altura de planta .....	33
<b>Tabla 6.</b> Análisis de variancia (ANVA) para altura de planta (cm) de los cuatro ensayos	33
<b>Tabla 7.</b> Prueba de significación de Tukey al 5% de probabilidades para los promedios de los tratamientos en estudio .....	34
<b>Tabla 8.</b> Prueba de Shapiro – Wilks, para normalidad.....	36
<b>Tabla 9.</b> Prueba de Mauchly al evaluar la esfericidad del diámetro del tallo.....	38
<b>Tabla 10.</b> Análisis de variancia (ANVA) para diámetro del tallo (mm) de los cuatro ensayos .....	38
<b>Tabla 11.</b> Prueba de significación de Tukey al 5% de probabilidades para los promedios de los tratamientos en estudio .....	39
<b>Tabla 12.</b> Prueba de Shapiro – Wilks, para normalidad.....	41
<b>Tabla 13.</b> Prueba de Mauchly al evaluar la esfericidad de longitud radicular de planta....	42
<b>Tabla 14.</b> Análisis de variancia (ANVA) para longitud radicular de planta (cm) de los cuatro ensayos .....	43
<b>Tabla 15.</b> Prueba de significación de Tukey al 5% de probabilidades para los promedios de los tratamientos en estudio .....	44
<b>Tabla 16.</b> Prueba de Shapiro – Wilks, para normalidad.....	45
<b>Tabla 17.</b> Prueba de Mauchly al evaluar la esfericidad de peso fresco de planta .....	47
<b>Tabla 18.</b> Análisis de variancia (ANVA) para peso fresco de planta (gr) de los cuatro ensayos .....	47
<b>Tabla 19.</b> Prueba de significación de Tukey al 5% de probabilidades para los promedios de los tratamientos en estudio .....	48
<b>Tabla 20.</b> Altura de planta (cm) de <i>B. pilosa</i> .....	61
<b>Tabla 21.</b> Altura de planta (cm) de <i>Asteraceae</i> sp .....	61
<b>Tabla 22.</b> Altura de planta (cm) de <i>Malvastrum</i> sp.....	62
<b>Tabla 23.</b> Altura de planta (cm) de <i>S. rhombifolia</i> .....	62
<b>Tabla 24.</b> Diámetro de planta (mm) de <i>B. pilosa</i> .....	63

<b>Tabla 25.</b> Diámetro de planta (mm) de <i>Asteraceae</i> sp .....	63
<b>Tabla 26.</b> Diámetro de planta (mm) de la <i>Malvastrum</i> sp.....	64
<b>Tabla 27.</b> Diámetro de planta (mm) de <i>S. rhombifolia</i> .....	64
<b>Tabla 28.</b> Longitud radicular (cm) de <i>B. pilosa</i> .....	65
<b>Tabla 29.</b> Longitud radicular (cm) de <i>Asteraceae</i> sp. ....	65
<b>Tabla 30.</b> Longitud radicular (cm) de <i>Malvastrum</i> sp.....	66
<b>Tabla 31.</b> Longitud radicular (cm) de <i>S. rhombifolia</i> .....	66
<b>Tabla 32.</b> Peso fresco de planta (g) de <i>B. pilosa</i> .....	67
<b>Tabla 33.</b> Peso fresco de planta (g) de <i>Asteraceae</i> sp .....	67
<b>Tabla 34.</b> Peso fresco de planta (g) de <i>Malvastrum</i> sp.....	68
<b>Tabla 35.</b> Peso fresco de planta (g) de <i>S. rhombifolia</i> .....	68

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
<b>Figura 1.</b> Mapa de ubicación del área de estudio. Caserío La Mushca, Distrito Las Pirias, Provincia de Jaén, Departamento de Cajamarca .....	16
<b>Figura 2.</b> Diseño del invernadero .....	17
<b>Figura 3.</b> Mapa de ubicación de parcela de café bajo sombra. Caserío La Mushca, Distrito Las Pirias, Provincia de Jaén, Departamento de Cajamarca .....	18
<b>Figura 4.</b> Croquis de distribución de los cuatro ensayos con sus respectivos tratamientos aleatorizados en el invernadero .....	22
<b>Figura 5.</b> Mapa de ubicación de la parcela agroforestal (café asociado a pino). Caserío La Mushca, Distrito Las Pirias, Provincia de Jaén, Departamento Cajamarca .....	25
<b>Figura 6.</b> Graficas de supuestos de normalidad de Shapiro-Wilk de los cuatro ensayos para altura de planta .....	32
<b>Figura 7.</b> Altura de planta (cm) promedio de los cuatro ensayos.....	35
<b>Figura 8.</b> Graficas de supuestos de normalidad de Shapiro-Wilk de los cuatro ensayos para el diámetro del tallo.....	37
<b>Figura 9.</b> Diámetro del tallo (mm) promedio de los cuatro ensayos .....	40
<b>Figura 10.</b> Graficas de supuestos de normalidad de Shapiro-Wilk de los cuatro ensayos para la longitud de radícula .....	41
<b>Figura 11.</b> Longitud radicular de planta (cm) promedio de los cuatro ensayos .....	44
<b>Figura 12.</b> Graficas de supuestos de normalidad de Shapiro-Wilk de los cuatro ensayos para peso fresco de planta .....	46
<b>Figura 13.</b> Peso fresco de planta (gr) promedio de los cuatro ensayos .....	49
<b>Figura 14.</b> Construcción de invernadero .....	69
<b>Figura 15.</b> Recolección de las malezas .....	70
<b>Figura 16.</b> Selección de semillas de malezas .....	71
<b>Figura 17.</b> Desinfección de las semillas de malezas .....	72
<b>Figura 18.</b> Siembra de semillas de malezas en placas petri .....	73
<b>Figura 19.</b> Proceso pre germinativo de las semillas de malezas .....	74
<b>Figura 20.</b> Instalación de las unidades experimentales en invernadero .....	75
<b>Figura 21.</b> Preparación de sustrato para llenado de las unidades experimentales.....	75
<b>Figura 22.</b> Siembra de semillas pre germinadas en las unidades experimentales .....	76
<b>Figura 23.</b> Recolección de acículas de <i>P. tecunumanii</i> .....	77

<b>Figura 24.</b> Consideraciones para la preparación de extractos acuosos de <i>P. tecunumanii</i>	78
<b>Figura 25.</b> Secado en estufa de acículas verdes de <i>P. tecunumanii</i> .....	79
<b>Figura 26.</b> Preparación de extractos acuosos de acículas verdes de <i>P. tecunumanii</i> .....	80
<b>Figura 27.</b> Aplicación de los extractos acuosos .....	81
<b>Figura 28.</b> Ensayos de las cuatro especies de malezas .....	82
<b>Figura 29.</b> Medida de altura de plantas de malezas .....	83
<b>Figura 30.</b> Medida de diámetro del tallo de plantas de malezas .....	83
<b>Figura 31.</b> Extracción de plantas de malezas .....	84
<b>Figura 32.</b> Peso fresco de plantas de malezas .....	84
<b>Figura 33.</b> Medida de longitud radicular de plantas de malezas .....	85

## ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
<b>Anexo 1.</b> Resultados de evaluaciones realizadas a las variables estudiadas en los cuatro ensayos. ....	61
<b>Anexo 2.</b> Panel fotográfico .....	69
<b>Anexo 3.</b> Certificado de identificación de especies .....	86



## RESUMEN

Se realizó la investigación con la finalidad de evaluar el efecto alelopático en invernadero de extractos acuosos de acículas de *Pinus tecunumanii* sobre el crecimiento de las malezas: *Bidens pilosa* L., *Asteraceae* sp., *Malvastrum* sp. y *Sida rhombifolia* L. Se instaló cuatro ensayos (1 ensayo/maleza). Los extractos acuosos obtenidos se aplicaron en las siguientes concentraciones: T1 (testigo) al 0%, T2 al 25%, T3 al 50%, T4 al 75% y T5 al 100 %. Las aplicaciones se realizaron a los 14, 28 y 42 días después de sembradas las semillas pre germinadas en las unidades experimentales. Como parte de la metodología se evaluó altura de planta, diámetro de tallo, longitud de radícula y peso fresco. Se utilizó para cada ensayo un diseño completamente al azar (DCA) con 5 tratamientos y 4 repeticiones. Se demostró que la concentración de extracto acuoso que presentó mayor efecto sobre el crecimiento de las cuatro malezas fue: T4 para la altura de planta, siendo más significativo en *Asteraceae* sp. y *S. rhombifolia*; T5 para el diámetro de planta de las cuatro especies; T4 para la longitud radicular de *Asteraceae* sp.; y finalmente T3 para el peso fresco de *B. pilosa*.

Palabras Clave: Efecto alelopático, extracto acuoso, maleza, café bajo sombra.

## ABSTRACT

The research was carried out with the purpose of evaluating the greenhouse allelopathic effect of aqueous extracts of *Pinus tecunumanii* needles on the growth of weeds: *Bidens pilosa* L., *Asteraceae* sp., *Malvastrum* sp. and *Sida rhombifolia* L. Four trials were installed (1 trial/weed). The aqueous extracts obtained were applied in the following concentrations: T1 (control) at 0%, T2 at 25%, T3 at 50%, T4 at 75% and T5 at 100%. The applications were made at 14, 28 and 42 days after sowing the pre-germinated seeds in the experimental units. As part of the methodology, plant height, stem diameter, radicle length and fresh weight were evaluated. A completely randomized design (CRD) with 5 treatments and 4 replications was used for each trial. It was shown that the concentration of aqueous extract that had the greatest effect on the growth of the four weeds was: T4 for plant height, being more significant in *Asteraceae* sp. and *S. rhombifolia*; T5 for the plant diameter of the four species; T4 for root length of *Asteraceae* sp.; and finally T3 for the fresh weight of *B. pilosa*.

Keywords: Allelopathic effect, aqueous extract, weed, shaded coffee.

## **I. INTRODUCCIÓN**

Las malezas presentes en la agricultura compiten con los cultivos reduciendo el rendimiento como también la calidad de las cosechas, y para obtener una producción agrícola exitosa es necesario combatirlas (García et al, 2000). Debido a que, una de las vías que tienen las malezas para incidir sobre el crecimiento normal de los cultivos es la competencia, por requerimientos de luz, los nutrientes y el agua (FAO, s.f.).

En la actualidad, el uso de productos químicos para combatir las malezas en el sector agrícola es común, debido a que su aplicación le permite al agricultor aumentar considerablemente los rendimientos y rentabilidad de sus cultivos (Blanco, 2006). En el Perú el 37,7% de productores agropecuarios utilizan insecticidas químicos, registrándose que el 23,5% aplicaron herbicidas y el 27,1% fungicidas (INEI, 2013). El uso constante e irracional de productos químicos en la agricultura resulta perjudicial para el medio ambiente, porque mediante procesos de escorrentía y lixiviación, estos generan alteraciones del estado natural del suelo y se depositan en las aguas subterráneas, quebradas, lagos y ríos, contaminándolos. (Blanco, 2006)

La alelopatía es un término que ha evolucionado con el pasar del tiempo, por lo que viene siendo interpretado de diversas formas, un ejemplo de ello es cuando por primera vez se empleó en el año 1937 por Molisch para hacer referencia a la capacidad que presentan algunas plantas para causar efectos favorables o desfavorables sobre otras plantas y/o microorganismos como hongos o bacterias, y de plantas sobre insectos, como resultado de la liberación hacia el medio ambiente de sustancias o compuestos químicos denominados alelopáticos los cuales son producidos por las plantas y actúan como repelentes, atrayentes, estimulantes e inhibidores (Luna y Lara, 2007). La acción de estos compuestos químicos liberados se denomina alelopatía (Blanco et al., 2007).

En el transcurso de los años se vienen realizando constantes investigaciones para dar solución a la problemática presente por el uso indiscriminado e inadecuado de productos químicos (herbicidas) en los cultivos. Resultado de esta búsqueda en la actualidad la alelopatía se establece como una de las alternativas de solución más viables para el control y manejo integrado de las malezas, pues es un proceso en el

cual se emplean sustancias alelopáticas de especies de plantas, siendo esta forma menos agresiva con el ambiente y contribuye en el cuidado del planeta, porque tiene una “amplia posibilidad de biodegradabilidad sin dejar efectos residuales tan dañinos” (Jiménez et al, 2006). Por tal razón en el presente estudio, se planteó el siguiente problema ¿Los extractos acuosos del *Pinus tecunumanii* F. Schwerdtf ex Eguluz & J. P. Perry evidencian efectos alelopáticos sobre el crecimiento de cuatro especies de malezas procedentes de café bajo sombra?.

La especie forestal *P. tecunumanii*, se desarrolla en suelos con características de buen drenaje, fértiles y profundos, ligeramente ácidos a neutros con intervalos de pH 4.8 a 7. Habitualmente puede crecer en áreas donde la lluvia es permanente a lo largo de todo el año, así como en sitios con estaciones secas prolongadas de hasta seis meses (OFI-CATIE, 2003). Esta especie es utilizada por algunos agricultores como sombra del café en diferentes zonas cafetaleras del país, en las cuales de acuerdo a Brack (Como se citó en Ricse, 2015) se encontró rendimientos de café bajo su sombra de 40 a 50 qq/ha en promedio. Para Vásquez et al. (2010) asociar café a la especie forestal pino es favorable pues este sistema es muy particular, así como otras asociaciones agrosilvícolas, porque se realiza un uso intensivo de la tierra, obteniéndose importante producción de café y madera. Adicionalmente a ello proveen semillas y resinas, productos de gran valor en el mercado internacional. De acuerdo a investigaciones realizadas por Masquelier (1979) con la especie *Pinus marítima* encontró que estas tienen una tendencia a depositar gran cantidad de acículas en el suelo, formando un colchón que al descomponerse forma compuestos químicos llamados picnogenoles los cuales son capaces de inhibir la germinación de diásporas y crecimiento de malezas. Esto también pudo ser apreciado por Valdés (2004), quien demostró que en la variedad *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* existe una alta deposición de acículas en los cafetales que están bajo su sombra.

El cultivo de café en el Perú tiene gran importancia económica, social y ambiental. Es uno de los productos agrícolas que es exportado y tiene amplia demanda, generando fuentes de ingresos y empleo agrícola (Ojeda, 2018). Existe una lucha constante de los agricultores por el control de malezas en sus cultivos de café, debido a que el actual mercado mundial busca productos orgánicos, libre de químicos, por lo que se han visto condicionados a limitar o eliminar el uso de herbicidas en sus cultivos.

En este contexto, la necesidad de realizar la presente investigación, la cual tuvo el objetivo de evaluar los efectos alelopáticos de extractos acuosos de *P. tecunumanii* sobre el crecimiento de cuatro especies de malezas procedentes de café bajo sombra, con el propósito de contribuir a la búsqueda de alternativas naturales para el control de malezas en los cultivos de café bajo sombra, que nos permitan el desarrollo de una agricultura sostenible, rentable y amigable con el medio ambiente.

## **II. OBJETIVOS**

### **2.1. OBJETIVO GENERAL**

Evaluar los efectos alelopáticos de extractos acuosos de *P. tecunumanii* sobre el crecimiento de cuatro especies de malezas procedentes de café bajo sombra.

### **2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Determinar los efectos alelopáticos de extractos acuosos de *P. tecunumanii*, sobre el crecimiento de cuatro especies de malezas procedentes de café bajo sombra.

Determinar que concentración del extracto acuoso presenta mayor inhibición sobre el crecimiento de cuatro especies de malezas procedentes de café bajo sombra.

Comparar diferentes concentraciones del extracto acuoso de *P. tecunumanii* en relación a su efecto sobre el crecimiento de las cuatro especies de malezas procedentes de café bajo sombra.

### **III. MATERIAL Y METODOS**

#### **3.1. MATERIALES Y EQUIPOS**

##### **3.1.1. Materiales de escritorio**

- Libreta de apuntes.
- Lapiceros.
- Tablero de apuntes.
- Laptop ASUS.

##### **3.1.2. Materiales de campo**

- Semillas de maleza.
- Cajas de madera (0.20 m ancho x 0.20 m largo x 0.20 m altura).
- Sustrato (arena y turba).
- Regaderas.
- Vernier.
- Palitos pequeños.
- Agua destilada.
- Papel periódico.
- Bolsas transparentes herméticas.
- Plástico transparente Agrofilm.
- Guayaquil.
- Clavos.
- Alambre.
- Barreta.
- Martillo.
- Palana.
- Wincha.
- Alicata.
- Cámara fotográfica.
- Formatos de registro.

##### **3.1.3. Materiales de laboratorio y equipos**

- Licuadora.

- Frascos de vidrio ámbar.
- Papel filtro.
- Vaso precipitado.
- Embudo de filtración Büchner.
- Matraz Kitasato.
- Pipeta milimetrada.
- Papel milimetrado.
- Balanza de precisión – Capacidad de 2200G - Marca A&D.
- Estufa digital de convección forzada – Marca JSR.
- GPS Garmin.

#### **3.1.4. Software**

- QGIS 3.16.4.
- Microsoft office 2016.
- Microsoft Excel 2016.

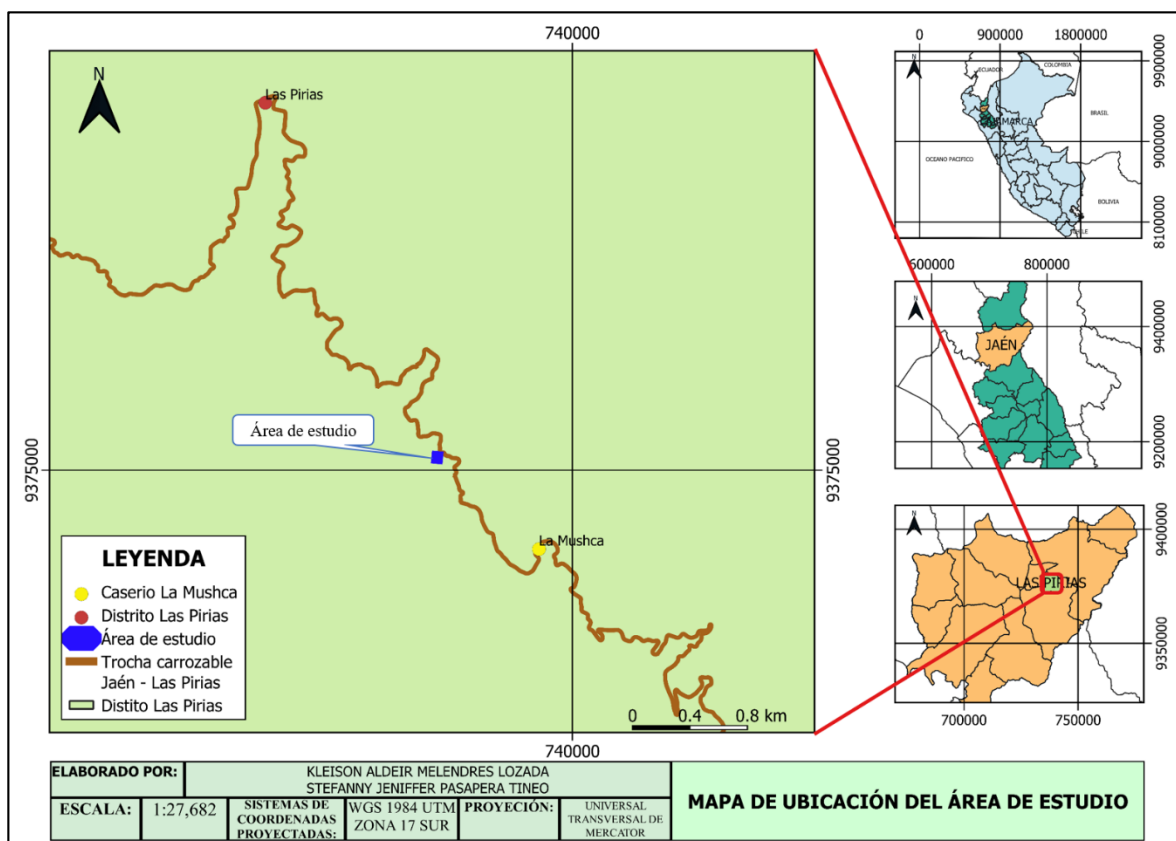
### **3.2. UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO**

La investigación se realizó en un invernadero de 24 m<sup>2</sup> de área (4 m de ancho x 6 m de largo), instalado a una altitud de 1 620 m.s.n.m. en el caserío La Mushca, Distrito Las Pirias, Provincia de Jaén, Departamento de Cajamarca, con coordenadas UTM por el E 739058, N 9375086.



**Figura 1**

*Mapa de ubicación del área de estudio. Caserío La Mushca, Distrito Las Pirias, Provincia de Jaén, Departamento de Cajamarca.*



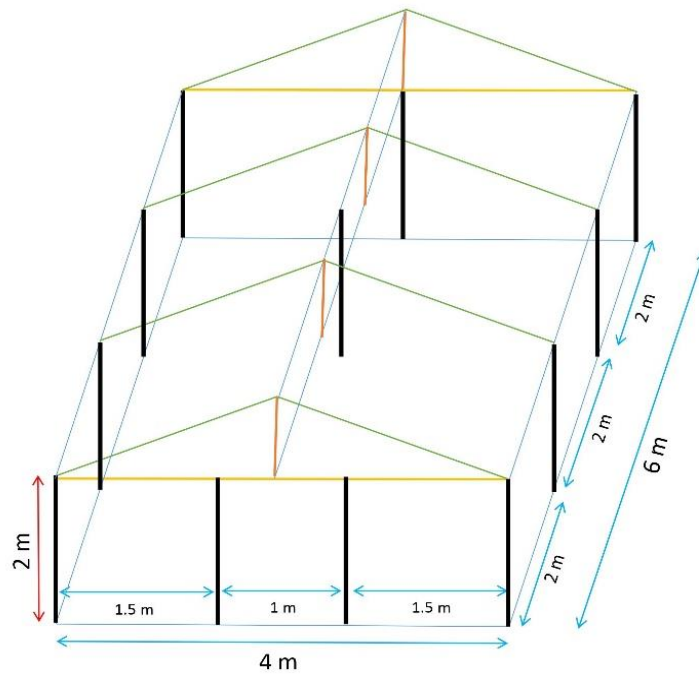
### 3.3. METODOLOGÍA

#### 3.3.1. Construcción del invernadero.

El invernadero se construyó en un área total de 24 m<sup>2</sup> como se representa en la Figura 2 (6 m largo x 4 m ancho), del cual para la instalación de las unidades experimentales se empleó un área de 11.10 m<sup>2</sup> como se observa en la Figura 4. La cubierta se realizó con plástico transparente Agrofilm, lo cual permitió tener mayor control y contrarrestar factores externos como: exceso de radiación solar, vientos fuertes, heladas, precipitación e ingreso de animales, los cuales podían incidir en la investigación al ocasionar la pérdida de datos de las unidades experimentales y por ende alterar los resultados obtenidos.

## Figura 2

### *Diseño del invernadero*

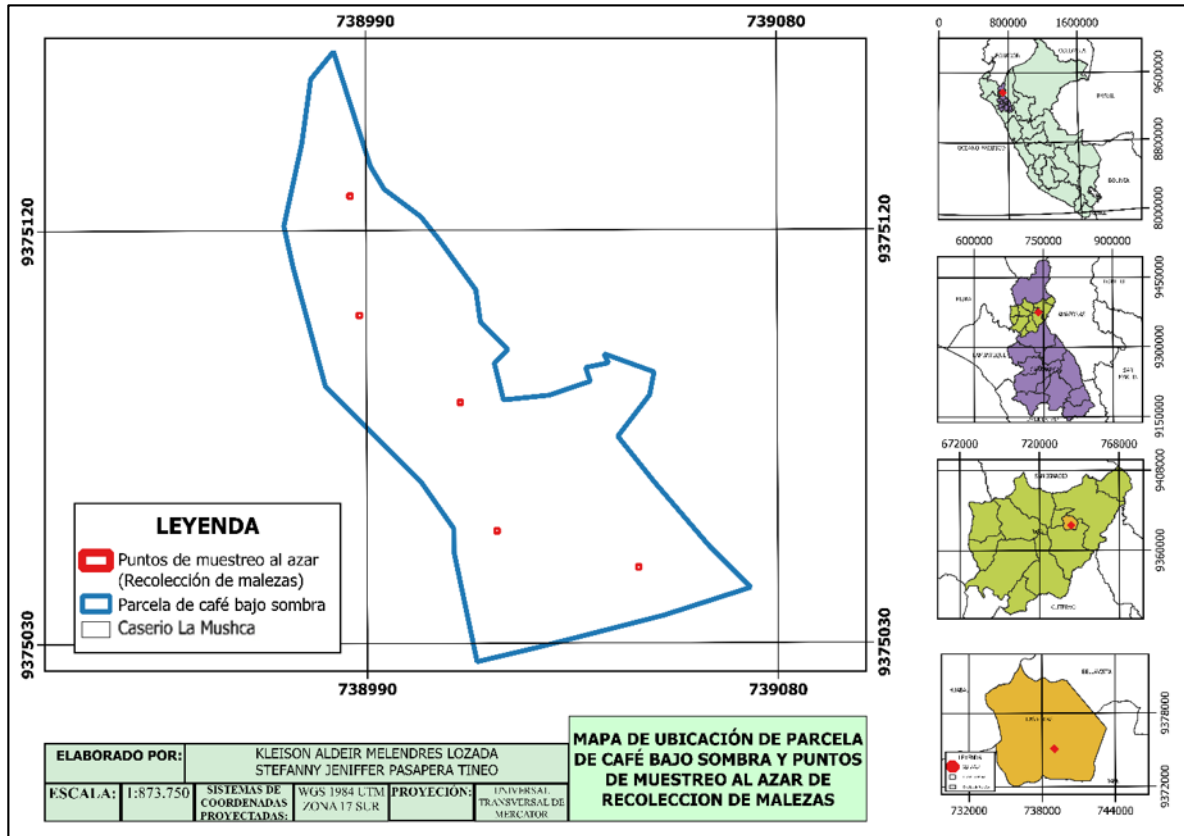


### **3.3.2. Recolección de malezas.**

Las malezas fueron recolectadas de una parcela de café bajo sombra, ubicada a 1 633 m.s.n.m. en el caserío La Mushca, del distrito de Las Pirias, provincia de Jaén, departamento de Cajamarca.

**Figura 3**

*Mapa de ubicación de parcela de café bajo sombra. Caserío La Mushca, Distrito Las Pirias, Provincia de Jaén, Departamento de Cajamarca.*



Para su recolección se empleó un muestreo Probabilístico Aleatorio Simple (M.A.S), el cual consistió en establecer dentro de la parcela 5 puntos de muestreo al azar con ayuda de un cuadrado de madera, el cual se lanzó e instaló aleatoriamente en toda el área (Alemán, 2004).

En cada punto de muestreo, se colocó sobre la vegetación el cuadrado de madera con medidas de 1 m de largo x 1 m de ancho de acuerdo a Alvarado (2018), del cual se procedió a coleccionar las malezas más representativas y con contenido de flores y frutos. Este procedimiento se realizó en todos los puntos de muestreo hasta completar el tamaño de muestra que se requirió para la investigación.

Las malezas obtenidas se agruparon por especie, para lo cual tuvimos en cuenta sus características morfológicas. Ya agrupadas se procedió a

cubrirlas con papel periódico y se llenaron en bolsas plásticas. Luego fueron transportadas al invernadero.

Así mismo, las cuatro especies de malezas recolectadas, más representativas de la parcela de café bajo sombra, fueron codificadas y trasladadas al laboratorio de IFA para su correspondiente identificación.

**Tabla 1**

*Especies de maleza de cada ensayo*

<b>Ensayo</b>	<b>Especie</b>
Ensayo 1	<i>Bidens pilosa</i> L.
Ensayo 2	<i>Asteraceae</i> sp.
Ensayo 3	<i>Malvastrum</i> sp.
Ensayo 4	<i>Sida rhombifolia</i> L.

### 3.3.3. Selección de las semillas de malezas

Obtenidas las malezas y transportadas al invernadero, se procedió a extraerlas de las bolsas plásticas en las que fueron transportadas y se depositaron sobre una mesa previamente desinfectada con hipoclorito de sodio al 2%, luego se procedió a despojar manualmente sus frutos y extraer sus semillas, las cuales se depositaron en bolsas transparentes herméticas, para su conservación y posterior selección.

Las semillas seleccionadas fueron sometidas a un análisis tradicional de limpieza y viabilidad, conocido como método de flotación. Para ello se procedió según la metodología detallada por Arriaga et al. (1994):

Se llenó un recipiente de vidrio con agua fría, en el cual una vez lleno depositamos las semillas en su interior. Luego agitamos el recipiente y dejamos reposar durante 5 minutos. Aquellas semillas que se mantuvieron en la superficie del agua (flotan) se concluyó que estaban secas o vacías (vanas), por lo que se consideraron no viables y se desecharon. Aquellas que se mantuvieron en el fondo del recipiente se

consideraron viables por lo cual se seleccionaron y depositaron en bolsas herméticas transparentes para su conservación y posterior desinfección. Este procedimiento se aplicó para cada especie de maleza.

#### **3.3.4. Desinfección de las semillas de malezas**

La desinfección de las semillas viables que se obtuvieron mediante el método de flotación, se realizó siguiendo la metodología empleada por Ramírez (2018):

Se colocó las semillas viables en un vaso de precipitación en el cual se agregó un litro de agua con 20 ml de hipoclorito de sodio al 2%, este se dejó reposar durante cinco minutos. Transcurrido el tiempo determinado se procedió a enjuagar las semillas con abundante agua destilada y se filtró en papel de filtro Whatman N° 1. Este proceso se aplicó para cada especie y se realizó para contrarrestar la presencia de patógenos en las semillas.

#### **3.3.5. Proceso pre germinativo de las semillas de malezas**

El proceso pre germinativo de las semillas de malezas se realizó en el invernadero, y se procedió de acuerdo a la metodología aplicada por Zamorano y Fuentes (2005):

Se rotularon 40 placas Petri (10 por especie), posteriormente utilizando guantes se colocaron en la base de las placas Petri dos capas de papel filtro, para así disminuir la transmisión de microorganismos. Luego con ayuda de una pinza previamente desinfectada se realizó la siembra de 20 semillas viables/placa Petri y con una pipeta milimetrada se empapó con 3 ml de agua destilada, finalmente se cubrió con su respectiva tapa cada placa, los riegos se efectuaron dos veces al día (7:00 am y 5:00 pm), aplicando en total 6 ml de agua destilada por día.

El indicador con el cual se determinó el momento de empleo de las semillas pre germinadas en los diferentes ensayos en sustrato fue cuando la radícula sobresalió levemente de la testa, con una longitud de

2 - 3 mm, este procedimiento se realizó con el fin de garantizar que los efectos registrados provengan de semillas que efectivamente dieran origen a una planta.

### **3.3.6. Instalación de las unidades experimentales**

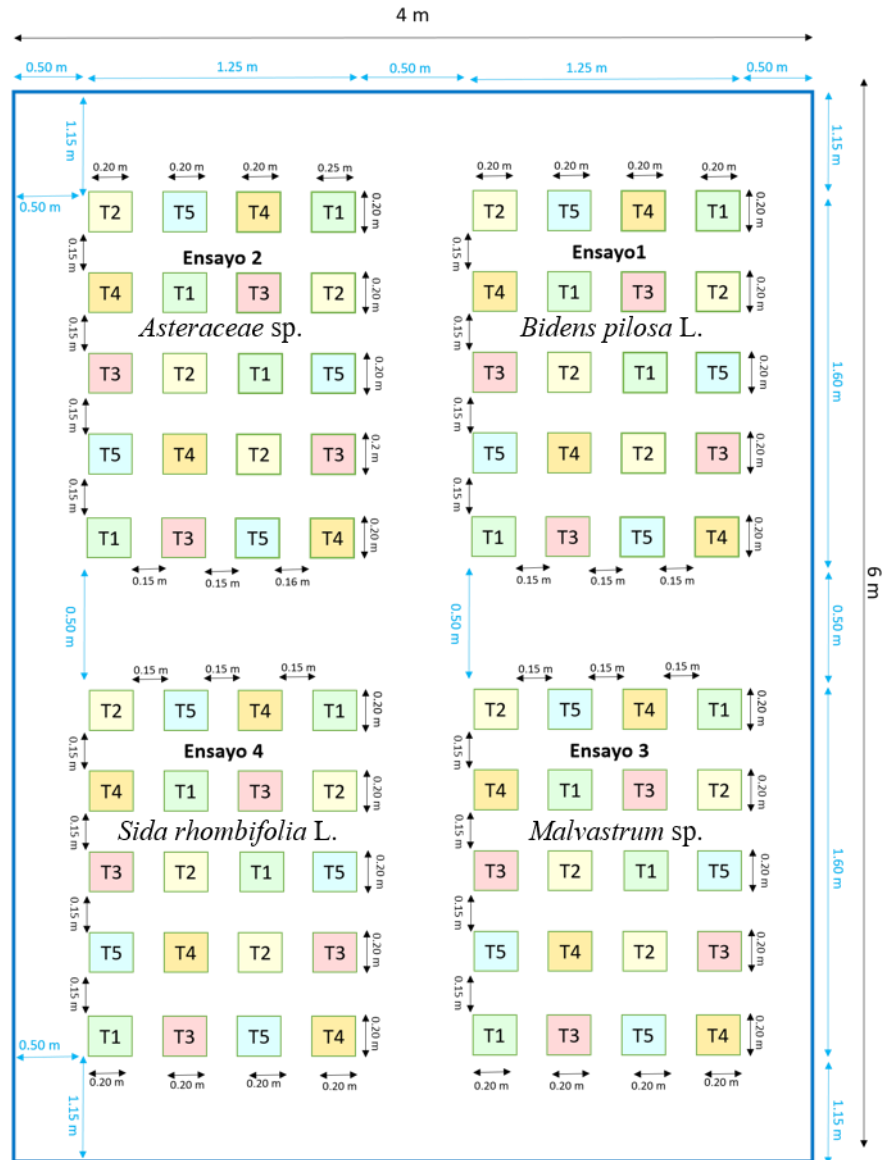
Las unidades experimentales (tratamientos, testigo y repeticiones) instaladas en el invernadero fueron en total 80, de las cuales 20 correspondieron a cada ensayo. Para su instalación en el interior del invernadero se consideró un distanciamiento entre unidades experimentales de 5 cm y entre ensayos de 0.50 m, empleando un área total de 11.10 m<sup>2</sup> para toda la investigación.

El tamaño de las unidades experimentales fue de 0.20 m largo x 0.20 m ancho x 0.20 m altura, representados en una caja de madera, para ello se tomó en cuenta los trabajos realizados por Fernández (2006) y Portuguez-García et al. (2020).

Su distribución se realizó de forma aleatorizada (al azar), respecto al diseño experimental empleado en la investigación, un DCA (Diseño completamente al azar). Para ello distribuimos todas las unidades experimentales (cajas de madera) por ensayos, 20 unidades experimentales/ensayo sin tener un determinado orden; observar la Figura 4.

**Figura 4**

*Croquis de distribución de los cuatro ensayos con sus respectivos tratamientos aleatorizados en el invernadero*



### 3.3.7. Preparación de sustrato para llenado de las unidades experimentales hechas de madera.

Se preparó un sustrato que reúna las condiciones necesarias para que las semillas de las malezas pregerminadas que se sembraron, puedan crecer y desarrollarse de la mejor manera, permitiéndonos evaluar las variables en estudio de forma favorable.

Para la preparación de sustrato se siguió la metodología aplicada en estudios de alelopatía por Zamorano y Fuentes (2005):

Se empleó como sustrato la mezcla de arena y turba en proporciones 3:2, tres partes de arena en dos de turba. Para ello con ayuda de una palana de corte, procedimos a mezclar 12 latas de arena con 8 de turba, hasta hacer una mezcla completamente homogénea, luego se procedió a desinfectar el sustrato obtenido de acuerdo a lo descrito por Goitia (Como se citó en Paco, 2014), para lo cual con ayuda de una regadera añadimos una proporción de 8 litros de agua hervida por 2 m<sup>2</sup> de sustrato. Finalmente se procedió a llenar de forma homogénea cada unidad experimental con sustrato.

### **3.3.8. Siembra de semillas pre germinadas de *B. pilosa*, *Asteraceae* sp., *Malvastrum* sp. y *S. rhombifolia*, en las unidades experimentales.**

En las unidades experimentales previamente acondicionadas con sustrato, se realizó la siembra de las semillas pregerminadas de *B. pilosa*, *Asteraceae* sp., *Malvastrum* sp. y *S. rhombifolia* en las unidades experimentales de acuerdo a la distribución de cada ensayo como se muestra en la Figura 4.

Para la siembra de las semillas pregerminadas de *B. pilosa*, se procedió con ayuda de una pinza a extraer cada semilla pre germinada de la placa Petri, luego empleando un palito pequeño procedimos a repicar 10 semillas pregerminadas en cada unidad experimental de forma ordenada (en líneas) y considerando una distancia entre cada una (cuadrantes para cada semilla). Además, al lado de cada semilla sembrada se colocó una referencia visible (palitos pequeños), para facilitar su identificación y monitoreo.

Las semillas pregerminadas de *Asteraceae* sp., *Malvastrum* sp. y *S. rhombifolia*, se sembraron siguiendo el mismo proceso realizado a *B. pilosa*, detallado en el párrafo anterior. El tamaño de muestra estuvo representado por 10 semillas de maleza pregerminadas por unidad experimental, esto se consideró de acuerdo a los trabajos realizados por Fernández (2006) y Portuguez-García et al. (2020); en total se sembraron 800 semillas pregerminadas distribuidas en todas las unidades experimentales, 200 semillas pregerminadas de cada especie



de maleza por ensayo.

### **3.3.9. Recolección de acículas de *P. tecunumanii***

Las acículas verdes de la especie forestal *P. tecunumanii*, se recolectaron de los árboles de la parcela agroforestal (Café asociado a pino), este sistema agroforestal se encuentra ubicado a una altitud de 1620 m.s.n.m. en el caserío La Mushca, Distrito de Las Pirias, Provincia de Jaén, Departamento de Cajamarca.

Para la recolección de las acículas de *P. tecunumanii* se seleccionó los árboles siguiendo la metodología empleada por Ramírez (2018):

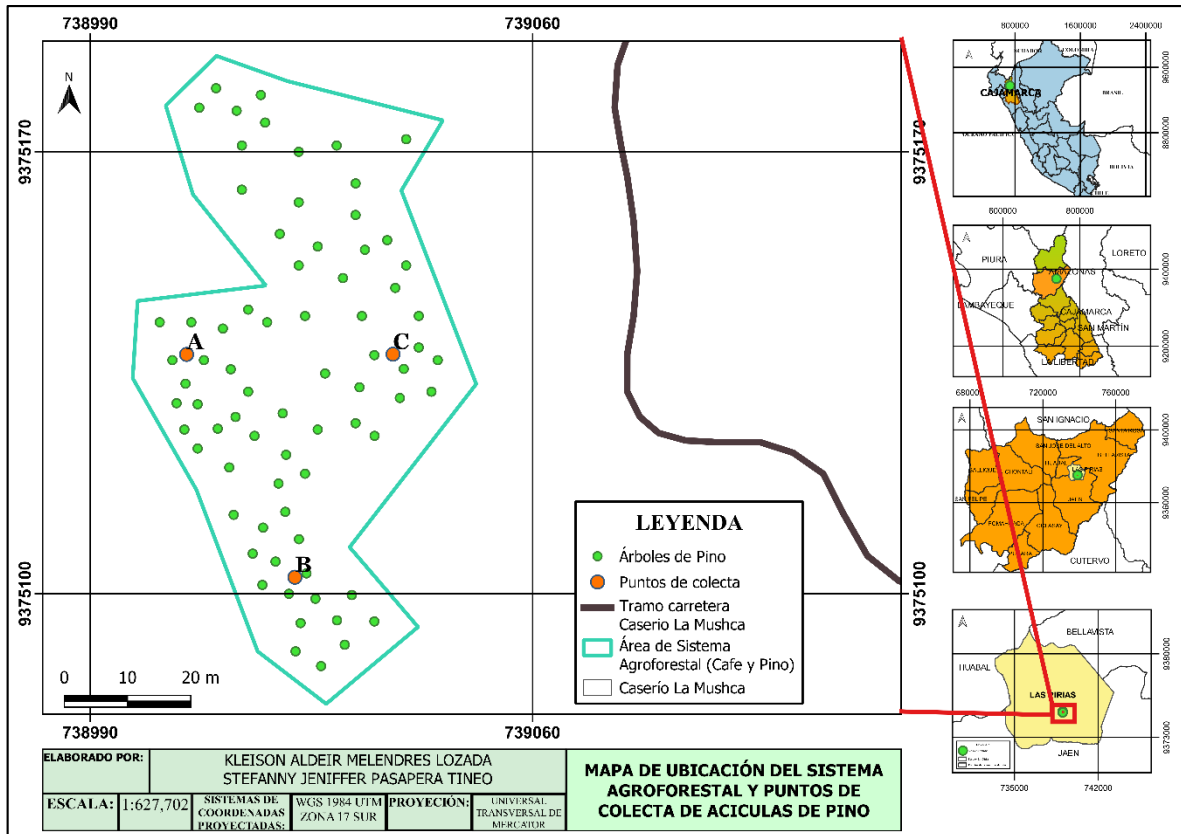
En la parcela de café asociado a pino de 0.50 ha, se colocó puntos de referencia, a una distancia entre cada punto (A, B, C) de aproximadamente 40 metros haciendo uso de un GPS, como se observa en la figura 5.

Luego se procedió a tomar las coordenadas UTM de cada punto, el punto A (E739012, N9375139), el punto B (E739015, N9375104) y el punto C (E739032, N9375144). Cada punto representó un conjunto de 5 a 10 árboles de *P. tecunumanii*. Con los datos obtenidos se realizó un mapa de ubicación de la parcela agroforestal (café asociado a pino) y los puntos de colecta.

Ya determinados los conjuntos de árboles, se procedió a seleccionar 4 árboles de pino de cada punto, para los cuales se tuvieron en cuenta características como: tener alta densidad de follaje y un buen estado fitosanitario. En total se seleccionaron 12 árboles de pino, de los cuales con ayuda de un arnés, bolsa plástica y tijera de podar se procedió a recolectar las acículas verdes.

**Figura 5**

*Mapa de ubicación de la parcela agroforestal (café asociado a pino). Caserío La Mushca, Distrito Las Pirias, Provincia de Jaén, Departamento Cajamarca.*



Las acículas recolectadas se cubrieron con papel periódico y se llenaron en bolsas de polietileno, luego se depositaron en un cooler previamente acondicionado para evitar su deshidratación durante el transporte a un ambiente adecuado próximo al invernadero para la preparación de los extractos acuosos.

### 3.3.10. Consideraciones para la preparación de extractos acuosos.

La presente investigación tuvo como referencia consideraciones para la preparación de los extractos acuosos, de acuerdo a Reigosa et al. (2013) para mejorar la eficiencia de los trabajos en aleopatía, los extractos acuosos se deben preparar en concentraciones más comparables a aquellas a las que están sometidas las plantas en estudio en el medio

natural. Para ello recomienda determinar las concentraciones de aleloquímicos en el suelo, o al menos qué cantidad de biomasa vegetal se produce por unidad de suelo o área cubierta.

Según lo detallado, para determinar la cantidad de acículas que se emplearon en la preparación de los extractos acuosos se procedió de acuerdo a lo referido por Hernández y Álvarez (2008):

Sobre la superficie del suelo de los árboles de *P. tecunumanii* seleccionados en los puntos para recolectar las acículas, se establecieron los cuadrantes de igual dimensión a las unidades experimentales (0.20 m largo x 0.20 m ancho), ubicados bajo la proyección de su sombra. En total se establecieron 12 cuadrantes, de los cuales se recolecto las acículas secas depositadas en la superficie del suelo, luego se pesaron las acículas para obtener su peso seco.

Posteriormente se analizaron los datos de peso seco de acículas de *P. tecunumanii* de los puntos (A, B y C), de los cuales por cada punto se estableció 4 cuadrantes, siendo un total de 12 cuadrantes establecidos y de estos se calculó el promedio.

**Tabla 2**

*Peso seco de acículas de P. tecunumanii de los puntos (A, B y C)*

	<b>PESO SECO</b>	<b>TOTAL</b>	<b>PROMEDIO</b>
<b>PUNTO A</b>	37.68	74.04	60.10
	48.20		
	101.46		
	108.83		
<b>PUNTO B</b>	59.3	45.70	60.10
	84.98		
	16.87		
	21.64		
<b>PUNTO C</b>	67.05	60.55	60.10
	80.75		
	34.54		
	59.86		

El promedio del peso seco de las acículas secas de *P. tecunumanii* fue de 60.10 gramos.

Además, se pesaron 100 gramos de acículas verdes de *P. tecunumanii* y seguidamente se secaron en estufa a 70 °C durante 72 horas de acuerdo a lo realizado por Laynes y Méndez (2013), para obtener su peso seco. Luego de transcurrido el tiempo establecido, las acículas secas fueron pesadas en la balanza analítica, registrándose 43.84 gramos de peso seco.

Con los datos obtenidos se aplicó una regla de tres simple, y se calculó la cantidad de acículas frescas que se emplearon para preparar los extractos acuosos al 100%.

Acículas verdes		Acículas secas
100 gr	.....	43.84 gr
X	.....	60.10 gr

$$X = \frac{100 \text{ gr} \times 60.10 \text{ gr}}{43.84 \text{ gr}}$$

$$X = 137.09 \text{ gr}$$

El peso fresco obtenido fue de 137.09 gramos.

### 3.3.11. Preparación de extractos acuosos

Los extractos acuosos de acículas verdes de la especie forestal *P. tecunumanii*, se prepararon de acuerdo a la metodología empleada por Lines y Fournier (1979):

Se utilizó la cantidad de 137.09 gramos de acículas frescas de la especie forestal *P. tecunumanii* que se obtuvo en el procedimiento anterior. Las acículas fueron previamente desinfectadas y cortadas en tamaños de 1 o 2 cm para facilitar licuarlas, luego se depositaron en una licuadora a la que se le añadió 1 litro de agua destilada para su trituración durante 5 minutos. Posteriormente, el extracto acuoso

obtenido se filtró al vacío, a través de un embudo de filtración Büchner con la ayuda de papel filtro hacia un matraz kitasato, este represento el 100%. Las concentraciones al 25%, 50% y 75% fueron obtenidas a partir del extracto acuoso al 100% por dilución con agua destilada hasta obtener la concentración requerida.

Cada extracto acuoso se almacenó en frascos de vidrio ámbar para su posterior aplicación.

### 3.3.12. Tratamientos

Se utilizaron extractos acuosos de acículas frescas de la especie forestal *P. tecunumanii*, a diferentes concentraciones como se describe en la Tabla 3.

**Tabla 3**

*Tratamientos*

<b>Tratamiento</b>	<b>Código del Extracto</b>	<b>Concentración del Extracto Acuoso</b>
<b>T1</b>	Testigo	0%
<b>T2</b>	EAapt-1	25%
<b>T3</b>	EAapt-2	50%
<b>T4</b>	EAapt-3	75%
<b>T5</b>	EAapt-4	100%

*Nota.* EAapt: Extracto acuoso de acículas de *P. tecunumanii*.

### 3.3.13. Diseño experimental

El estudio constó de cuatro ensayos (1 ensayo / especie de maleza), cada uno bajo un diseño completamente al azar (DCA), con 5 tratamientos y 4 repeticiones, donde cada repetición o unidad experimental (u.e.) corresponde a una caja de madera de 0.20 m largo x 0.20 m ancho x 0.20 m altura. El detalle de los tratamientos se presenta en la Tabla 3 y su distribución en el invernadero en la Figura 4.

### **3.3.14. Aplicación de los tratamientos**

Los extractos acuosos en las concentraciones descritas en la Tabla 3, fueron en total tres veces aplicados a los 14, 28 y 42 días después de haberse sembrado las semillas pregerminadas en las unidades experimentales, se consideró este intervalo de tiempo de acuerdo a Soplín (2018). La cantidad de extracto acuoso empleado en cada aplicación fue de 300 ml de acuerdo al estudio de Fernández (2006). El resto de días se procuró mantener la humedad del sustrato a capacidad de campo y se realizó con regaderas de tamaño de gota apropiadas para el estudio.

### **3.3.15. Evaluaciones**

Las evaluaciones fueron realizadas en el invernadero ubicado en el Caserío La Mushca – Jaén y en el laboratorio de la carrera profesional de Ingeniería forestal y Ambiental de la Universidad Nacional de Jaén, como se detalla a continuación:

- Altura de las plantas (cm): para su evaluación se procedió a medir las plantas de las especies de malezas desde la base del tallo hasta el ápice de la hoja, haciendo uso de un vernier. Los datos se tomaron a los 14, 21, 28, 35, 42 y 49 días después de sembradas las semillas pregerminadas en las unidades experimentales, según lo realizado por Jiménez et al. (2006) se consideró intervalos de medición de 7 días.

- Diámetro del tallo (mm): se realizó la medición con la ayuda de un vernier y papel milimetrado. Los datos se tomaron a los 28 y 49 días después de sembradas las semillas pregerminadas en las unidades experimentales.

- Longitud radicular (cm): se extrajeron las plantas de malezas de las unidades experimentales y se procedió a medir la longitud de raíz empleando un vernier y papel milimetrado.

- Peso fresco (g): Las plantas de las especies de malezas fueron extraídas de las unidades experimentales y se tomó su peso total

empleando una balanza analítica.

Las evaluaciones descritas se realizaron para los cuatro ensayos, los datos que se obtuvieron se registraron en un formato de registro de datos ajustado para cada especie de maleza.

### **3.3.16. Análisis estadístico**

Para el análisis de los datos se verifico el supuesto de Normalidad de Shapiro wilk, seguido de la prueba de esfericidad a la matriz de varianza – covarianza (prueba de Mauchly) con el fin de determinar la homogeneidad de varianzas y definir las pruebas del ANOVA con medidas repetidas en el tiempo. Asimismo, para determinar que tratamiento (s) son iguales estadísticamente se realizó la prueba de Tukey al 5% de probabilidades.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. ANÁLISIS PARA LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA (cm).

#### 1. Verificación de supuestos para altura de planta (cm) para los cuatro ensayos.

##### 1.1. Normalidad de Shapiro - Wilk

###### a. Prueba de hipótesis:

Ho: La variable aleatoria de altura de planta procede de una distribución normal.

Ha: La variable aleatoria de altura de planta no procede de una distribución normal.

###### b. Estadístico de prueba:

**Tabla 4**

*Prueba de Shapiro – Wilks, para normalidad*

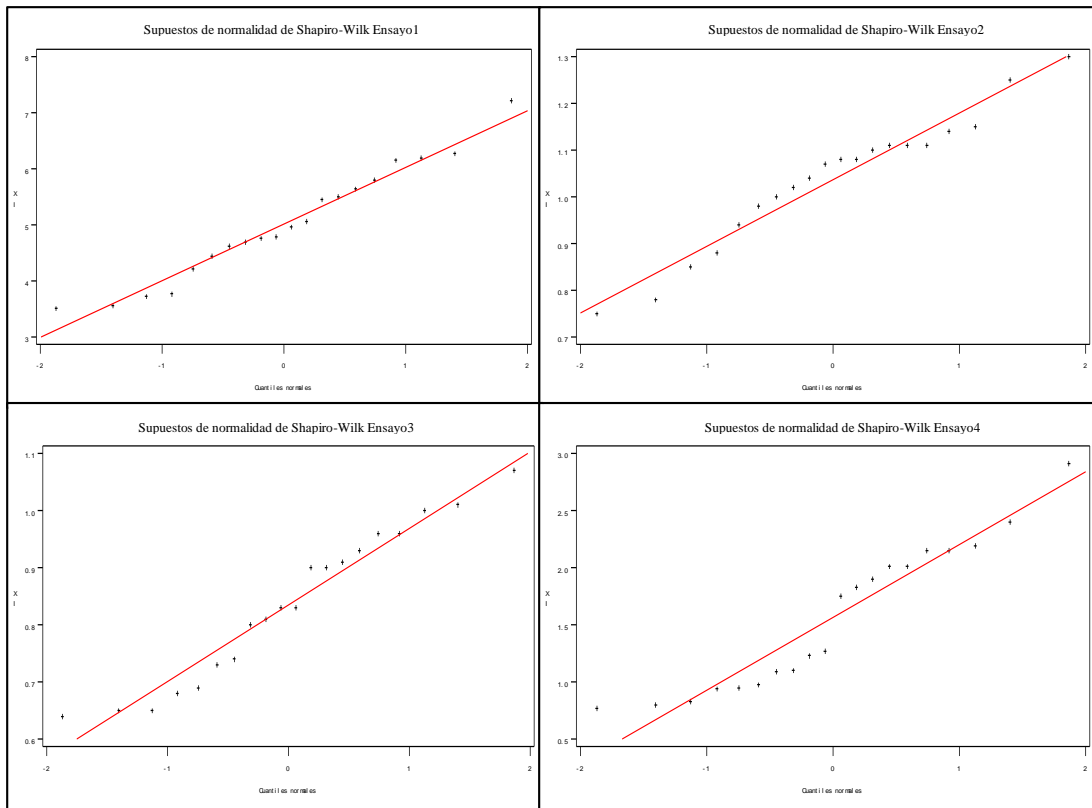
Estadístico	Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3	Ensayo 4
<b>Wc</b>	0,901	0,900	0,1437	0,497
<b>We</b>	0,905	0,905	0,905	0,905

*Nota.* Wc: Valor calculado; We: Valor esperado; Ensayo 1: *B. pilosa*;  
Ensayo 2: *Asteraceae* sp.; Ensayo 3: *Malvastrum* sp.; Ensayo 4:  
*S. rhombifolia*.



**Figura 6**

*Graficas de supuestos de normalidad de Shapiro-Wilk de los cuatro ensayos para altura de planta*



Según la tabla 4, se muestra que los valores calculados ( $W_c$ ) = 0,901; 0,900; 0,1437 y 0,497 para los cuatro ensayos es menor al valor esperado  $W_{(0,05; 20)} = 0,905$  se acepta la  $H_0$ , por lo tanto se concluye que se tiene una confianza del 95% que la variable aleatoria de altura de planta de las cuatro especies de malezas se distribuye normalmente.

## 1.2. Prueba de Esfericidad, $W$ de Mauchly para altura de planta (cm).

### a) Prueba de hipótesis:

$H_0$ : La matriz de varianzas-covarianzas cumple con el supuesto de esfericidad.

$H_a$ : La matriz de varianzas-covarianzas no cumple con el supuesto de esfericidad.

**Tabla 5***Prueba de Mauchly al evaluar la esfericidad de altura de planta*

Variables	gl	Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3	Ensayo 4
		Pr>ChiSq	Pr>ChiSq	Pr>ChiSq	Pr>ChiSq
<b>Variab transformadas</b>	5	0,998	0,0124	0,7272	0,0448
<b>Componentes ortogonales</b>	5	0,814	0,0527	0,7306	0,0838

*Nota.* Ensayo 1: *B. pilosa*; Ensayo 2: *Asteraceae* sp.; Ensayo 3: *Malvastrum* sp.; Ensayo 4: *S. rhombifolia*.

En la tabla 5, se presenta la prueba de Mauchly para los cuatro ensayos de altura de planta, se observa que se cumple la prueba de homogeneidad de varianzas para altura de planta, es decir que la Ho: la matriz de varianzas – covarianzas cumple con el supuesto de esfericidad, ya que la probabilidad asociada es de 0,814; 0,0527; 0,7306 y 0,0838 > 0,05.

**Tabla 6***Análisis de variancia (ANVA) para altura de planta (cm) de los cuatro ensayos*

Fuente de variación	Gl	Cuadrado medio				F tabular	
		Ensayo1	Ensayo2	Ensayo3	Ensayo4	0,05	0,01
		Altura planta (cm)	Altura planta (cm)	Altura planta (cm)	Altura planta (cm)	-	-
<b>Tratamientos</b>	4	2,040 NS	0,060**	0,027 NS	1,322**	3,06	4,89
<b>Error</b>	15	0,751	0,0090	0,016	0,1610	3,06	4,89
<b>Total</b>	19	-	-	-	-	-	-
<b>CV</b>		17,27%	9,42%	14,96%	25,70%	-	-

*Nota.* NS: No significativo; \*\*: Alta significación; Gl: Grados de libertad; Ensayo 1: *B. pilosa*; Ensayo 2: *Asteraceae* sp.; Ensayo 3: *Malvastrum* sp.; Ensayo 4: *S. rhombifolia*.

En la tabla 6, se observa que existe alta significación estadística (\*\*) para los tratamientos en estudio, en *Asteraceae* sp. y *S. rhombifolia*, puesto que la F calculada supera a las F tabulares a los niveles 0,05 y 0,01 de probabilidades, respectivamente, se rechaza la hipótesis nula (H<sub>0</sub>), lo cual indica que las medias de los tratamientos difieren uno del otro, en cuanto a los coeficientes de variabilidad de 9.42% y 25.70% nos indica el grado de precisión que ha alcanzado el experimento, es decir los datos obtenidos son confiables.

Por otro lado, no hay significación estadística (NS) para *B. pilosa* y *Malvastrum* sp., puesto que la F calculada no es mayor a las F tabulares a los niveles 0,05 y 0,01 de probabilidades respectivamente, lo que se interpreta que las medias de las alturas en estos ensayos son iguales estadísticamente, los coeficientes de variabilidad de 17.27% y 14.96% indican que el experimento se ha conducido adecuadamente.

Para determinar que tratamiento (s) son iguales estadísticamente se realizó la prueba de Tukey al 5% de probabilidades.

**Tabla 7**

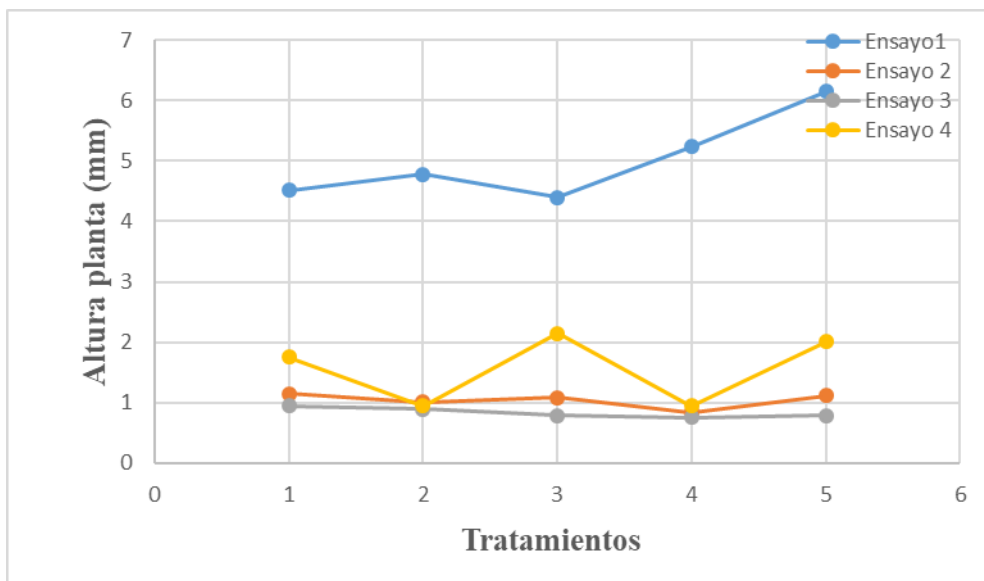
*Prueba de significación de Tukey al 5% de probabilidades para los promedios de los tratamientos en estudio*

Orden de merito	Tratamiento	Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3	Ensayo 4
		Altura planta (cm)	Altura planta (cm)	Altura planta (cm)	Altura planta (cm)
I	T1	4,51 A	1,15 B	0,95 A	1,75 A B
II	T2	4,78 A	1,01 A	0,89 A	0,95 A
III	T3	4,40 A	1,08 B	0,79 A	2,15 B
IV	T4	5,24 A	0,84 A	0,75 A	0,95 A
V	T5	6,15 A	1,11 B	0,79 A	2,01 B

*Nota.* Ensayo 1: *B. pilosa*; Ensayo 2: *Asteraceae* sp.; Ensayo 3: *Malvastrum* sp.; Ensayo 4: *S. rhombifolia*.

**Figura 7**

Altura de planta (cm) promedio de los cuatro ensayos



Nota. Ensayo 1: *B. pilosa*; Ensayo 2: *Asteraceae* sp.; Ensayo 3: *Malvastrum* sp.; Ensayo 4: *S. rhombifolia*.

En la tabla 7 y la figura 7, al realizar la prueba de Tukey al 5% de probabilidades, observamos que no hay significación estadística (NS) para *B. pilosa* y *Malvastrum* sp., es decir la aplicación de los extractos acuosos no tuvieron efecto alguno en la inhibición del crecimiento de altura de planta cuando se aplica en concentraciones del 25 al 100%, como lo corrobora el testigo, en cambio en *Asteraceae* sp., si hay diferencias reales en altura de plantas entre los tratamientos, el T4 = Extracto acuoso de acículas de *P. tecunumanii* al 75% registra la menor altura de planta con 0.84 cm y al comparar con los demás tratamientos es igual estadísticamente con el tratamiento T2, pero superior a los tratamientos T1, T3 y T5 respectivamente, así mismo en *S. rhombifolia*, observamos también que el tratamiento T4 = Extracto acuoso de acículas de *P. tecunumanii* al 75% también registra la menor altura de planta promedio de 0.95 cm siendo igual con el tratamiento T2 y T1, con 0.95 y 1.75 cm respectivamente.

## 4.2. ANÁLISIS PARA LA VARIABLE DIÁMETRO DE PLANTA (mm).

### 1. Verificación de supuestos para diámetro del tallo (cm) para los cuatro ensayos.

#### 1.1. Normalidad de Shapiro - Wilk

##### a) Prueba de hipótesis:

Ho: La variable aleatoria del diámetro de planta procede de una distribución normal.

Ha: La variable aleatoria del diámetro de planta no procede de una distribución normal.

##### b) Estadístico de prueba:

**Tabla 8**

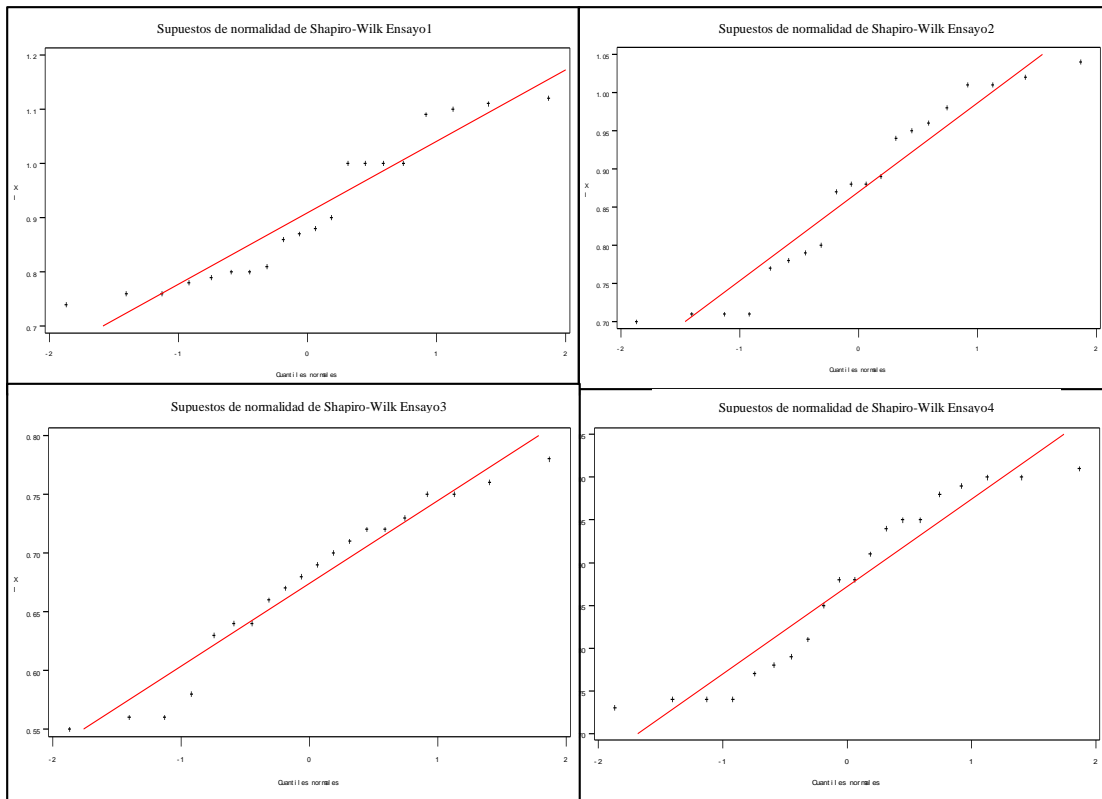
*Prueba de Shapiro – Wilks, para normalidad*

Estadístico	Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3	Ensayo 4
<b>Wc</b>	0,890	0,902	0,901	0,892
<b>We</b>	0,905	0,905	0,905	0,905

*Nota.* Wc: Valor calculado; We: Valor esperado; Ensayo 1: *B. pilosa*; Ensayo 2: *Asteraceae* sp.; Ensayo 3: *Malvastrum* sp.; Ensayo 4: *S. rhombifolia*.

## Figura 8

*Graficas de supuestos de normalidad de Shapiro-Wilk de los cuatro ensayos para el diámetro del tallo*



Según la tabla 8, se muestra que los valores calculados ( $W_c$ ) = 0,890; 0,902; 0,901 y 0,892 para los cuatro ensayos es menor al valor esperado  $W_{(0,05; 20)} = 0,905$  se acepta la  $H_0$ , por lo tanto se concluye que se tiene una confianza del 95% que la variable aleatoria de diámetro del tallo de las cuatro especies de malezas se distribuye normalmente.

### 1.2. Prueba de Esfericidad, W de Mauchly para diámetro del tallo (mm).

#### a) Prueba de hipótesis:

$H_0$ : La matriz de varianzas-covarianzas cumple con el supuesto de esfericidad.

$H_a$ : La matriz de varianzas-covarianzas no cumple con el supuesto de esfericidad.

**Tabla 9***Prueba de Mauchly al evaluar la esfericidad del diámetro del tallo*

Variables	gl	Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3	Ensayo 4
		Pr>ChiSq	Pr>ChiSq	Pr>ChiSq	Pr>ChiSq
<b>Variabes transformadas</b>	5	0,9715	0,2467	0,4678	0,1884
<b>Componentes ortogonales</b>	5	0,9718	0,1882	0,4349	0,2633

*Nota.* Ensayo 1: *B. pilosa*; Ensayo 2: *Asteraceae* sp.; Ensayo 3: *Malvastrum* sp.; Ensayo 4: *S. rhombifolia*.

En la tabla 9, se presenta la prueba de Mauchly para los cuatro ensayos de diámetro del tallo, se observa que se cumple la prueba de homogeneidad de varianzas para diámetro del tallo, es decir que la  $H_0$ : la matriz de varianzas – covarianzas cumple con el supuesto de esfericidad, ya que la probabilidad asociada es de 0,9718; 0,1882; 0,4349 y 0,2633 > 0,05.

**Tabla 10***Análisis de variancia (ANVA) para diámetro del tallo (mm) de los cuatro ensayos*

Fuente de variación	Gl	Cuadrado medio				F tabular	
		Ensayo1	Ensayo2	Ensayo3	Ensayo4	0,05	0,01
		Diámetro del tallo (mm)	Diámetro del tallo (mm)	Diámetro del tallo (mm)	Diámetro del tallo (mm)	-	-
<b>Tratamientos</b>	4	0,082**	0,064**	0,023**	0,0486**	3,06	4,89
<b>Error</b>	15	0,0002	0,0002	0,0002	0,0003	3,06	4,89
<b>Total</b>	19	-	-	-	-		
<b>CV</b>		1,84%	1,41%	1,82%	1,84%		-

*Nota.* \*\*: Alta significación; Gl: Grados de libertad; Ensayo 1: *B. pilosa*; Ensayo 2: *Asteraceae* sp.; Ensayo 3: *Malvastrum* sp.; Ensayo 4: *S. rhombifolia*.

En la tabla 10, se observa que existe alta significación estadística (\*\*) para los tratamientos en estudio, en los cuatro ensayos, puesto que la F calculada supera a las F tabulares a los niveles 0,05 y 0,01 de probabilidades, respectivamente, se rechaza la hipótesis nula (Ho), lo cual indica que las medias de los tratamientos difieren uno del otro, en cuanto a los coeficientes de variabilidad de 1,41% al 1,84% nos indica el grado de precisión que ha alcanzado el experimento, es decir los datos obtenidos son muy confiables.

Para determinar que tratamiento (s) son iguales estadísticamente se realizó la prueba de Tukey al 5% de probabilidades.

**Tabla 11**

*Prueba de significación de Tukey al 5% de probabilidades para los promedios de los tratamientos en estudio*

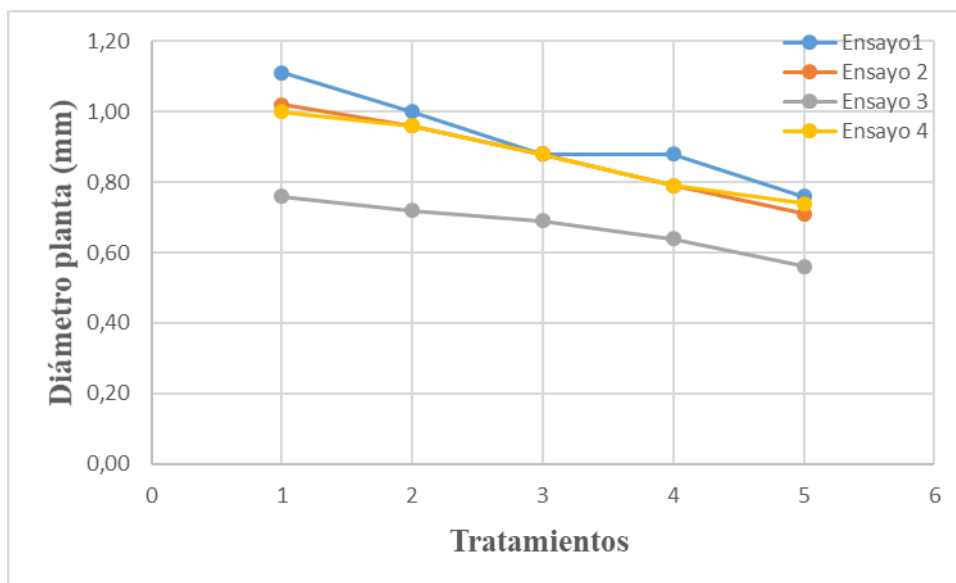
Orden de merito	Tratamiento	Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3	Ensayo 4
		Diámetro del tallo (mm)	Diámetro del tallo (mm)	Diámetro del tallo (mm)	Diámetro del tallo (mm)
I	T5	0,76 A	0,71 A	0,56 A	0,74 A
II	T4	0,88 B	0,79 B	0,64 B	0,79 B
III	T3	0,88 C	0,88 C	0,69 C	0,88 C
IV	T2	1,00 D	0,96 D	0,72 D	0,96 D
V	T1	1,11 E	1,02 E	0,76 E	1,00 E

*Nota.* Ensayo 1: *B. pilosa*; Ensayo 2: *Asteraceae* sp.; Ensayo 3: *Malvastrum* sp.; Ensayo 4: *S. rhombifolia*.



**Figura 9**

*Diámetro del tallo (mm) promedio de los cuatro ensayos*



*Nota.* Ensayo 1: *B. pilosa*; Ensayo 2: *Asteraceae* sp.; Ensayo 3: *Malvastrum* sp.; Ensayo 4: *S. rhombifolia*.

En la tabla 11 y la figura 9, al realizar la prueba de Tukey al 5% de probabilidades, observamos que el mejor tratamiento en estudio es el T5= Extracto acuoso de acículas de *P. tecunumanii* al 100%, quien es superior estadísticamente inhibiendo el diámetro del tallo que va desde los 0,56 a 0,76 mm, en los cuatro ensayos, seguido el tratamiento T4= Extracto acuoso de acículas de *P. tecunumanii* al 75%, es decir que a mayor concentración del extracto acuoso de acículas de *P. tecunumanii* mayor es la inhibición del diámetro del tallo en los cuatro ensayos en estudio.

#### **4.3. ANÁLISIS PARA LA VARIABLE LONGITUD RADICULAR DE PLANTA (mm).**

##### **1. Verificación de supuestos para longitud radicular de planta (cm) para los cuatro ensayos.**

###### **1.1. Normalidad de Shapiro - Wilk**

###### **a) Prueba de hipótesis:**

Ho: La variable aleatoria de la longitud radicular de planta procede de

una distribución normal.

Ha: La variable aleatoria de la longitud radicular de planta no procede de una distribución normal.

### b) Estadístico de prueba:

**Tabla 12**

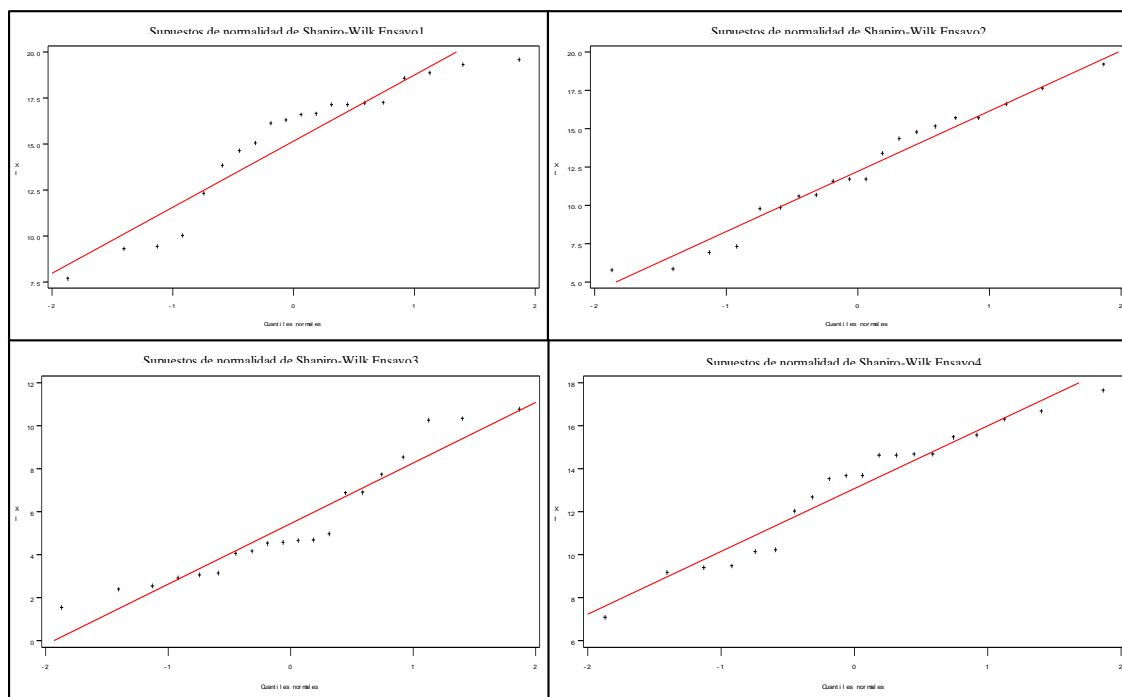
*Prueba de Shapiro – Wilks, para normalidad*

Estadístico	Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3	Ensayo 4
<b>Wc</b>	0,889	0,901	0,904	0,900
<b>We</b>	0,905	0,905	0,905	0,905

*Nota.* Wc: Valor calculado; We: Valor esperado; Ensayo 1: *B. pilosa*; Ensayo 2: *Asteraceae* sp.; Ensayo 3: *Malvastrum* sp.; Ensayo 4: *S. rhombifolia*.

**Figura 10**

*Graficas de supuestos de normalidad de Shapiro-Wilk de los cuatro ensayos para la longitud de radícula*



En la tabla 12, se muestra que los valores calculados ( $W_c$ ) = 0,889; 0,901; 0,904 y 0,900 para los cuatro ensayos es menor al valor esperado  $W_{(0,05; 20)} = 0,905$  se acepta la  $H_0$ , por lo tanto se concluye

que se tiene una confianza del 95% que la variable aleatoria de longitud radicular de planta de las cuatro especies de malezas se distribuye normalmente.

## 1.2. Prueba de Esfericidad, W de Mauchly para longitud radicular de planta (cm).

### a) Prueba de hipótesis:

Ho: La matriz de varianzas-covarianzas cumple con el supuesto de esfericidad.

Ha: La matriz de varianzas-covarianzas no cumple con el supuesto de esfericidad.

**Tabla 13**

*Prueba de Mauchly al evaluar la esfericidad de longitud radicular de planta*

Variables	gl	Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3	Ensayo 4
		Pr>ChiSq	Pr>ChiSq	Pr>ChiSq	Pr>ChiSq
<b>Variables transformadas</b>	5	0,8469	0,1512	0,5144	0,5772
<b>Componentes ortogonales</b>	5	0,8878	0,3316	0,4108	0,4628

*Nota.* Ensayo 1: *B. pilosa*; Ensayo 2: *Asteraceae* sp.; Ensayo 3: *Malvastrum* sp.; Ensayo 4: *S. rhombifolia*.

En la tabla 13, se presenta la prueba de Mauchly para los cuatro ensayos de longitud radicular de planta, se observa que se cumple la prueba de homogeneidad de varianzas para longitud radicular de planta, es decir que la Ho: la matriz de varianzas – covarianzas cumple con el supuesto de esfericidad, ya que la probabilidad asociada es de 0,8878; 0,3316; 0,4108 y 0,4628 > 0,05.

**Tabla 14**

*Análisis de variancia (ANVA) para longitud radicular de planta (cm) de los cuatro ensayos*

Fuente de variación	Gl	Cuadrado medio				F tabular	
		Ensayo1	Ensayo2	Ensayo3	Ensayo4	0,05	0,01
		Longitud radicular (cm)	Longitud radicular (cm)	Longitud radicular (cm)	Longitud radicular (cm)		
<b>Tratamientos</b>	4	0,406 NS	35,198*	11,771 NS	14,348 NS	3,06	4,89
<b>Error</b>	15	14,034	10,151	6,919	6,999	3,06	4,89
<b>Total</b>	19	-	-	-	-	-	-
<b>CV</b>		24,71%	26,06%	38,39%	20,24%		

*Nota.* \*: Significación; Gl: Grados de libertad; Ensayo 1: *B. pilosa*; Ensayo 2: *Asteraceae* sp.; Ensayo 3: *Malvastrum* sp.; Ensayo 4: *S. rhombifolia*.

En la tabla 14, se observa que no existe significación estadística (NS) para los tratamientos en estudio, en *B. pilosa* L., *Malvastrum* sp. y *S. rhombifolia*, puesto que la F calculada no supera a las F tabulares a los niveles 0,05 y 0,01 de probabilidades, respectivamente, se acepta la hipótesis nula (Ho), lo cual indica que las medias de la longitud radicular de los tratamientos son iguales estadísticamente, en cambio en *Asteraceae* sp. se observa que si hay significación estadística entre los tratamientos en estudio, en cuanto a los coeficientes de variabilidad van del 20,24% al 38,39% nos indica el grado de precisión que ha alcanzado el experimento, es decir los datos obtenidos aún son confiables.

Para determinar que tratamiento(s) son iguales estadísticamente se realizó la prueba de Tukey al 5% de probabilidades.

**Tabla 15**

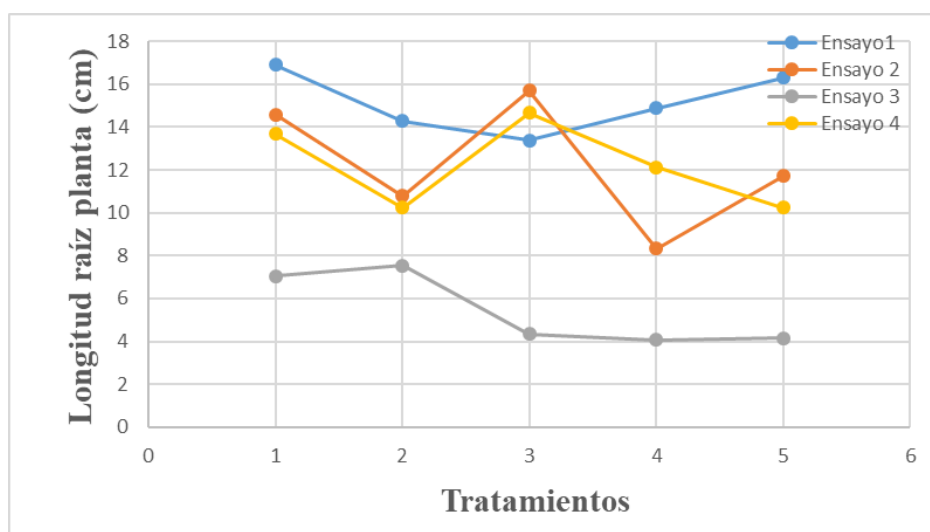
*Prueba de significación de Tukey al 5% de probabilidades para los promedios de los tratamientos en estudio*

Orden de merito	Tratamiento	Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3	Ensayo 4
		Longitud radicular	Longitud radicular	Longitud radicular	Longitud radicular
		(cm)	(cm)	(cm)	(cm)
I	T1	16,92 A	14,59 A B	7,06 A	13,68 A
II	T2	14,28 A	10,78 A B	7,55 A	10,23 A
III	T3	13,39 A	15,70 B	4,35 A	14,68 A
IV	T4	14,90 A	8,33 A	4,07 A	12,14 A
V	T5	16,32 A	11,72 A B	4,16 A	10,23 A

*Nota.* Ensayo 1: *B. pilosa*; Ensayo 2: *Asteraceae* sp.; Ensayo 3: *Malvastrum* sp.; Ensayo 4: *S. rhombifolia*.

**Figura 11**

*Longitud radicular de planta (cm) promedio de los cuatro ensayos*



*Nota.* Ensayo 1: *B. pilosa*; Ensayo 2: *Asteraceae* sp.; Ensayo 3: *Malvastrum* sp.; Ensayo 4: *S. rhombifolia*.

En la tabla 15 y la figura 11, al realizar la prueba de Tukey al 5% de probabilidades, observamos que para *B. pilosa*, *Malvastrum* sp. y *S.*

*rhombofolia* al comparar los tratamientos, todos son iguales estadísticamente en la longitud de la raíz promedio de las plantas de las malezas, es decir que el efecto de las aplicaciones de los extractos acuosos de *P. tecunumanii* no tuvo efecto alguno en las raíces de las plantas, como lo demuestra el testigo (T1).

Por otro lado, en *Asteraceae* sp., se muestra que el tratamiento T4 = Extracto acuoso de acículas de *P. tecunumanii* al 75%, con 8.33 cm de longitud de raíz de planta es igual estadísticamente con los tratamientos T1, T2 y T5, pero superior al tratamiento T3, lo que equivale a decir que para una menor longitud de raíz de *Asteraceae* sp., se puede aplicar el tratamiento T4.

#### 4.4. ANÁLISIS PARA LA VARIABLE PESO FRESCO DE PLANTA (gr).

##### 1. Verificación de supuestos para peso fresco de planta (gr) para los cuatro ensayos.

##### 1.1. Normalidad de Shapiro - Wilk

##### a) Prueba de hipótesis:

Ho: La variable aleatoria del peso fresco de planta procede de una distribución normal.

Ha: La variable aleatoria del peso fresco de planta no procede de una distribución normal.

##### b) Estadístico de prueba:

**Tabla 16**

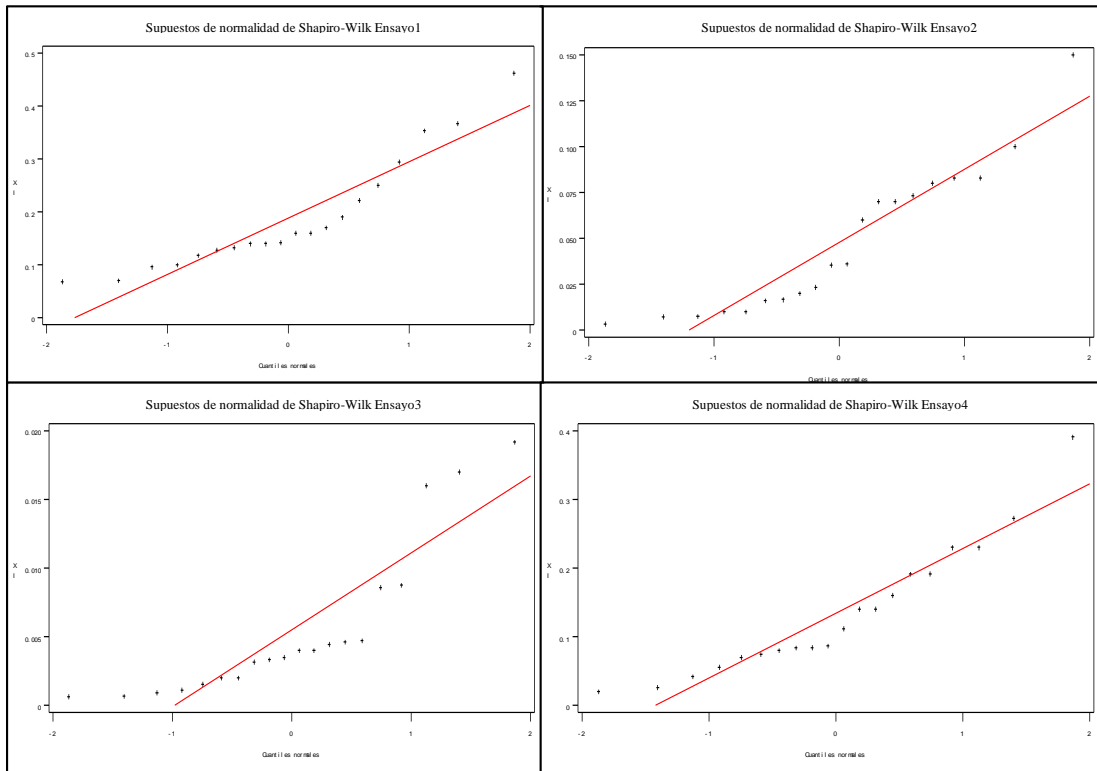
*Prueba de Shapiro – Wilks, para normalidad*

Estadístico	Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3	Ensayo 4
Wc	0,865	0,886	0,766	0,902
We	0,905	0,905	0,905	0,905

*Nota.* Wc: Valor calculado; We: Valor esperado; Ensayo 1: *B. pilosa*; Ensayo 2: *Asteraceae* sp.; Ensayo 3: *Malvastrum* sp.; Ensayo 4: *S. rhombifolia*.

**Figura 12**

*Graficas de supuestos de normalidad de Shapiro-Wilk de los cuatro ensayos para peso fresco de planta*



Según la tabla 16, se muestra que los valores calculados ( $W_c$ ) = 0,865; 0,886; 0,766 y 0,902 para los cuatro ensayos es menor al valor esperado  $W_{(0,05; 20)} = 0,905$  se acepta la hipótesis nula  $H_0$ , por lo tanto, se concluye que se tiene una confianza del 95% que la variable aleatoria peso fresco de planta de las cuatro especies de malezas se distribuye normalmente.

## **1.2. Prueba de Esfericidad, W de Mauchly para peso fresco de planta (cm).**

### **a) Prueba de hipótesis:**

$H_0$ : La matriz de varianzas-covarianzas cumple con el supuesto de esfericidad.

$H_a$ : La matriz de varianzas-covarianzas no cumple con el supuesto de esfericidad.

**Tabla 17***Prueba de Mauchly al evaluar la esfericidad de peso fresco de planta*

Variables	gl	Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3	Ensayo 4
		Pr>ChiSq	Pr>ChiSq	Pr>ChiSq	Pr>ChiSq
<b>Variables transformadas</b>	5	0,1222	0,0114	0,334	0,0403
<b>Componentes ortogonales</b>	5	0,0474	0,0235	0,4219	0,1035

*Nota.* Ensayo 1: *B. pilosa*; Ensayo 2: *Asteraceae* sp.; Ensayo 3: *Malvastrum* sp.; Ensayo 4: *S. rhombifolia*.

En la tabla 17, se presenta la prueba de Mauchly para los cuatro ensayos de peso fresco de planta, se observa que se cumple la prueba de homogeneidad de varianzas para peso fresco de planta, es decir que la  $H_0$ : la matriz de varianzas – covarianzas cumple con el supuesto de esfericidad, ya que la probabilidad asociada es de 0,0474; 0,0235; 0,4219 y 0,1035 > 0,05.

**Tabla 18***Análisis de variancia (ANVA) para peso fresco de planta (gr) de los cuatro ensayos*

Fuente de variación	Gl	Cuadrado medio				F tabular	
		Ensayo1	Ensayo2	Ensayo3	Ensayo4	0,05	0,01
		Peso fresco (gr)	Peso fresco (gr)	Peso fresco (gr)	Peso fresco (gr)	-	-
<b>Tratamientos</b>	4	0,026*	0,003 NS	0,00005 NS	0,018 NS	3,06	4,89
<b>Error</b>	15	0,007	0,001	0,00003	0,006	3,06	4,89
<b>Total</b>	19	-	-	-	-	-	-
<b>CV</b>		35,53%	31,58%	42,17%	38,92%	-	-

*Nota.* \*: Significación; Gl: Grados de libertad; Ensayo 1: *B. pilosa*; Ensayo 2: *Asteraceae* sp.; Ensayo 3: *Malvastrum* sp.; Ensayo 4: *S. rhombifolia*.



En la tabla 18, se observa que no existe significación estadística (NS) para *Asteraceae* sp., *Malvastrum* sp. y *S. rhombifolia* en estudio, puesto que la F calculada no supera a las F tabulares a los niveles 0,05 y 0,01 de probabilidades, respectivamente, se acepta la hipótesis nula (Ho), lo cual indica que las medias del peso fresco de las plantas de maleza son iguales estadísticamente, en cambio en *B. pilosa* se observa que si hay significación estadística entre los tratamientos en estudio, en cuanto a los coeficientes de variabilidad van del 31.58% al 38,32% son altos para condiciones de invernadero, tal vez se atribuya a las condiciones de altas temperaturas dentro del invernadero, especialmente a medio día, aún los datos son confiables, en cuanto a *B. pilosa*, se observa que hay significación estadística para tratamientos.

Para determinar que tratamiento (s) son iguales estadísticamente se realizó la prueba de Tukey al 5% de probabilidades.

**Tabla 19**

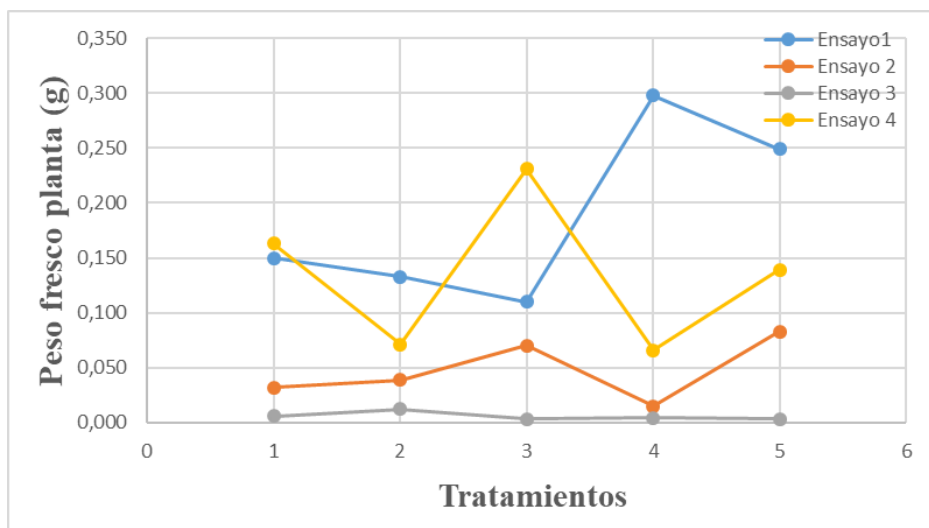
*Prueba de significación de Tukey al 5% de probabilidades para los promedios de los tratamientos en estudio*

Orden de merito	Tratamiento	Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3	Ensayo 4
		Peso Fresco(cm)	Peso Fresco(cm)	Peso Fresco(cm)	Peso Fresco(cm)
I	T1	0,150 A B	0,032 A	0,006 A	0,163 A
II	T2	0,133 A B	0,039 A	0,012 A	0,071 A
III	T3	0,110 A	0,070 A	0,003 A	0,231 A
IV	T4	0,298 B	0,015 A	0,004 A	0,066 A
V	T5	0,249 A B	0,083 A	0,003 A	0,139 A

*Nota.* Ensayo 1: *B. pilosa*; Ensayo 2: *Asteraceae* sp.; Ensayo 3: *Malvastrum* sp.; Ensayo 4: *S. rhombifolia*.

**Figura 13**

*Peso fresco de planta (gr) promedio de los cuatro ensayos*



*Nota.* Ensayo 1: *B. pilosa*; Ensayo 2: *Asteraceae* sp.; Ensayo 3: *Malvastrum* sp.; Ensayo 4: *S. rhombifolia*.

En la tabla 19 y la figura 13, al realizar la prueba de Tukey al 5% de probabilidades, observamos que para *Asteraceae* sp., *Malvastrum* sp. y *S. rhombifolia* al comparar los tratamientos, todos son iguales estadísticamente en peso fresco promedio de las plantas de las malezas, es decir que el efecto de las aplicaciones de los extractos acuosos de *P. tecunumanii* no tuvo efecto alguno en el peso fresco de las plantas de malezas, como lo demuestra el testigo (T1).

En cambio, en *B. pilosa*, se muestra que el tratamiento T3 = Extracto acuoso de acículas de *P. tecunumanii* al 50%, con 0.110 g de peso fresco de planta es igual estadísticamente con los tratamientos T1, T2 y T5, pero superior al tratamiento T4, lo que equivale a decir que para un menor peso fresco de planta de *B. pilosa*, se puede aplicar el tratamiento T3.

## V. DISCUSIÓN

A partir de los hallazgos encontrados en la investigación para la variable altura, se determinó que (a nivel de invernadero) las especies *Asteraceae* sp. y *Sida rhombifolia* L., fueron “susceptibles” a la aplicación de las diferentes concentraciones de los extractos acuosos de *Pinus tecunumanii*, pues se constató que al aplicar el extracto acuoso al 75% y 25% de concentración respectivamente, hubo una evidente afectación de su crecimiento en altura, presentando mayor inhibición sobre el crecimiento en su altura, con registros de 0,84 cm y 0,95 cm respectivamente. A diferencia, de las especies *Bidens pilosa* L. y *Malvastrum* sp. quienes fueron “resistentes”, ya que no reportaron diferencias significativas.

Esto se asemeja con estudios realizados por Ballester et al.(1982), en los que determinaron (a nivel de laboratorio) que el extracto acuoso de *Pinus pinaster* presentó efectos que inhibieron el crecimiento de las especies de trébol *Trifolium repens* y *Trifolium pratense*, así como también de las demás especies *Dichondra repens*, *Lotus corniculatus*, *Dactylis glomerata*, *Festuca rubra*, *Festuca pratensis*, *Lolium multiflorum* cvs. Tetrone y Tewera y *Lolium perenne* cv, siendo los resultados no significativos; un comportamiento similar tuvo el extracto de *Pinus radiata*, el cual tuvo efectos inhibitorios del crecimiento en ambas especies de trébol además de *Dactylis glomerata* y presentó efectos no significativos en las demás especies; concluyendo que una especie de arvense fue la que presentó mayor susceptibilidad al efecto del pino, a diferencia de otras especies evaluadas. Así también Ojeda (2018), indica que usando extractos vegetales de *Cedrela odorata*, *Swietenia macrophylla*, *Inga edulis* y *Eucalyptus torreliana*, no hubo diferencias significativas entre los tratamientos con extractos vegetales y el tratamiento testigo en los cuatro ensayos evaluados, determinando así que no hubo efectos alelopáticos sobre café (*Coffea arabica* L.). Además Portuguez-García, et al. (2020), quien en su estudio, también realizado en condiciones de invernadero, usando extractos acuosos de *Pinus* sp, obtuvo que al aplicar los extractos para evaluar su efecto sobre la preemergencia en ciertas especies, no fue significativo para las especies de hoja ancha, pero si lo fue para *Arthraxon quartinianus*.

Con respecto al diámetro de tallo de las especies *Asteraceae* sp, *S. rhombifolia*, *B. pilosa* y *Malvastrum* sp. se determinó que (a nivel de invernadero) los extractos acuosos de *P. tecunumanii* inhiben su crecimiento en diámetro, evidenciando que a mayor concentración de los extractos acuosos mayor es el efecto. Asimismo se determinó que para *Asteraceae* sp, *S. rhombifolia*, *B. pilosa* y *Malvastrum* sp., el mejor tratamiento es el T5 = concentración al 100%, seguido del T4 = concentración al 75%, pues la aplicación de estas concentraciones de los extractos acuosos de *P. tecunumanii*, obtuvieron los menores registros de diámetro de planta en las cuatro especies estudiadas. Resultados similares reporta Ramírez (2018), quien demuestra que al emplear una concentración de extracto acuoso del tallo de *Calathea lutea* al 4%, obtiene mayor efecto inhibitorio en el crecimiento del diámetro del vástago de la especie *Lactuca sativa* L. (lechuga). A diferencia de Laynes y Méndez (2013), quienes demostraron que las concentraciones de los extractos acuosos de *Tithonia diversifolia* no influyeron sobre el diámetro del tallo de la especie *L. sativa*.

En cuanto a la longitud radicular, se determinó que (a nivel de invernadero) la aplicación de los extractos acuosos de *P. tecunumanii* no presentan efectos alelopáticos en *B. pilosa*, *S. rhombifolia* y *Malvastrum* sp. al aplicar las concentraciones del 25 al 100%. Sin embargo en *Asteraceae* sp., al aplicar dichas concentraciones, se evidenció un efecto inhibitorio en el crecimiento longitudinal de sus raíces, especialmente al aplicar el T4 = concentración al 75%, con registros de 8,33 cm, el menor registro obtenido para *Asteraceae* sp, respecto de las demás concentraciones empleadas.

De igual manera, Sartor et al. (2009), en su investigación demuestra que al evaluar diferentes concentraciones de extracto de acículas de *Pinus taeda* en el crecimiento de plántulas de *Avena strigosa*, obtienen como resultado que los extractos acuosos de acículas verdes al aumentar su concentración, presentan efectos negativos sobre el crecimiento de longitud de radícula. Del mismo modo, Rodríguez, et al. (2014), al estudiar el efecto alelopático del extracto acuoso de hojas de *Helianthus annuus*, obtuvieron que la concentración al 100% ocasionó efecto inhibitorio de la especie *Setaria unguolata* en el crecimiento de raíz y las concentraciones de 50% y 100%, disminuyeron significativamente la longitud de raíz. Así mismo, González, et al. (2015), en su investigación obtuvieron que los extractos de raíz de *H. annuus* a los 15, 30 y 45 días inhibieron el crecimiento de la radícula de *Solanum lycopersicum*

Lin., y también los extractos de hojas a los 75 y 90 días; sin embargo, los extractos de raíz a los 75 y 90 días, estimularon el crecimiento de la radícula. Además Alonso-Sánchez, et al. (2017), empleando el extracto acuoso de *Sorghum halepense* (L.) Pers registran que disminuyó la longitud de la radícula en pre y post emergencia de *Amaranthus dubius*.

Respecto del peso fresco, se determinó que en *Asteraceae* sp, *S. rhombifolia* y *Malvastrum* sp, los extractos acuosos de *P. tecunumanii* en las concentraciones de 25% a 100% no presentaron efectos. Sin embargo esto no coincide con *B. pilosa*, en el cual se determinó que el T3 = concentración al 50 %, en comparación con los demás tratamientos T1, T2, T4 y T5 presentó el menor registro para peso fresco, 0.110 gr respecto de las demás especies de malezas, determinando así que para *B. pilosa*, los extractos acuosos sí presentaron efectos alelopáticos y el mejor tratamiento fue la concentración al 50%. Por otra parte Zamorano y Fuentes (2005), en su investigación, obtuvieron que al emplear la dosis de extracto de *Brassica campestris* subsp. Rapa correspondiente a 6 t•ha<sup>-1</sup>, la especie *Amaranthus hybridus* (Amahy) presentó reducción significativa en el peso fresco, a diferencia de la mayor dosis del extracto, donde se obtuvo mayor peso fresco.

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en la investigación y dentro de los lineamientos perseguidos a través de los objetivos trazados, se concluye lo siguiente:

1. Se determinó que los extractos acuosos de *P. tecunumanii* en concentraciones de 50 al 100% presentaron efectos alelopáticos sobre las diferentes variables en estudio, obteniéndose que hubo efectos para altura de planta en la especie *Asteraceae* sp. y *S. rhombifolia*, para diámetro de planta en las cuatro especies, para longitud radicular en *Asteraceae* sp. y finalmente para el peso fresco en la especie *B. pilosa*.
2. La concentración de extracto acuoso que presentó mayor efectividad en la inhibición de las variables de crecimiento estudiadas, tuvimos que para altura de planta fue el tratamiento T4 = Extracto acuoso de acículas de *P. tecunumanii* al 75%, para el diámetro de planta fue el tratamiento T5 = Extracto acuoso de acículas de *P. tecunumanii* al 100%, para la longitud radicular, el tratamiento T4 = Extracto acuoso de acículas de *P. tecunumanii* al 75%, y finalmente para peso fresco el tratamiento T3 = Extracto acuoso de acículas de *P. tecunumanii* al 50% de concentración.
3. Al comparar las diferentes concentraciones del extracto acuoso de *P. tecunumanii* en relación a su efecto sobre el crecimiento de las cuatro especies de malezas de café bajo sombra, determinamos que la mejor concentración fue el extracto acuoso de acículas de *P. tecunumanii* al 75%, seguido de la concentración de extracto acuoso de acículas de *P. tecunumanii* al 100% y finalmente la concentración de extracto acuoso de acículas de *P. tecunumanii* al 50%.

## 6.2. RECOMENDACIONES

- Planteamos e invitamos a continuar investigando con las mismas especies de malezas consideradas en este estudio, en los cuales puedan integrar aspectos como: menores intervalos de tiempo para la aplicación de los extractos acuosos, mantener las especies mayor tiempo de crecimiento dentro de invernadero y emplear concentraciones de otras especies forestales como el *Pinus radiata*, *Pinus patula*, *Pinus pseudostrobus*, por ser especies de mayor población en la región Cajamarca.
- Para preparar los extractos acuosos, sugerimos considerar diferentes partes vegetativas de la planta, no solo acículas u hojas, sino también parte de la corteza y raíces de la misma. Además, respecto a las malezas, también trabajar con especies en las cuales su propagación sea a través de sus partes vegetativas como: el gara gara, zacate, entre otros.
- Continuar realizando estudios de investigación sobre alelopatía, pero desarrollados a nivel de campo, empleando especies forestales nativas de las diferentes zonas de nuestro país, lo cual favorezca el desarrollo de nuevos conocimientos, que nos acerquen a la implementación de una agricultura sostenible y amigable con el ambiente.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Alemán, F. (2004). *Manual de Investigación Agronómica con énfasis en ciencia de las malezas*. (1ª ed.). Managua: Imprimatur Artes Gráficas.
- Alonso-Sánchez, L., Castellanos-González, L., Ortega-Meseguer, I. y Martínez-Pérez, E. (2017). Efecto alelopático de un extracto acuoso de sorghum halepense (L.) Pers. sobre dos dicotiledóneas. *Revista Científica Agroecosistemas*, 5 (2), 25 - 31.
- Alvarado, L.E. (2018). *Malezas asociadas al cultivo de café en la Selva Central del Perú* [Tesis de post grado, Universidad Nacional Agraria La Molina].
- Arriaga, V., Cervantes, V. M. y Vargas-Mena, A. (1994). *Manual de reforestación con especies nativas: colecta y preservación de semillas, propagación y manejo de plantas*. (1ª ed.).
- Ballester, A., Arias, A. M., Cabián, B., López, E. y Vieitez, E. (1982). Estudio de potenciales alelopáticos originados por *Eucalyptus globulus* Labill., *Pinus pinaster* Ait. y *Pinus radiata* D. *Pastos*, 12(2), 239 – 254.
- Blanco, Y. (2006). La utilización de la Alelopatía y sus efectos en diferentes Cultivos Agrícolas. *Cultivos Tropicales*, 27 (3), 5–16.
- Blanco, Y., Hernández, I., Urra, I. y Leyva, Á. (2007). Potencial alelopático de diferentes concentraciones de extractos de girasol (*Helianthus annuus*, L.), maíz (*Zea mays* L.), frijol (*Phaseolus vulgaris*, L.) y boniato (*Ipomoea batata*, L.) sobre el crecimiento y desarrollo inicial del frijol común (*Phaseolus vulgaris*, L.). *Cultivos Tropicales*, 28 (3), 5-9.
- Fernández, G. M. (2006). *Efecto alelopático del de Boniato (Ipomoea batata (L) Lam), sobre la germinación y crecimiento de cultivos y malezas*. [Trabajo de diploma, Universidad Central Marta Abreu de Las villas].
- Hernández, E.A., y R. Álvarez. (2008). Uso de los extractos acuosos del pino macho (*Pinus caribaea* Morelet) en el control de las malezas en cafetales bajo sombra. Presentado en: VI Seminario Científico Internacional de Sanidad Vegetal. Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA), Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal (INISAV), y Centro Nacional de Sanidad Vegetal (CNSV), La Habana, Cuba.
- García, M., Cañizares, A., Salcedo, F. y Guillén, L. (2000). Un aporte a la determinación del período crítico de interferencia de malezas en cafetales del estado Monagas. *Bioagro*, 12(3), 63-70.



- González, Y., Pino, O., Leyva, A., Antonioli, Z. I., Arévalo, R. A., Gómez, Y. y Pavón, M. I. (2015). Efecto de extractos acuosos de *Helianthus annuus* Lin. sobre el crecimiento de *Solanum lycopersicum* Lin. *Cultivos Tropicales*, 36(4), 28-34.
- Jiménez, L., Valdés, D. y Álvarez, R. (2006). Efecto alelopático de *Pinus caribaea* en la germinación de arvenses en casas de cultivo protegido. *Centro Agrícola*, 33 (4), 79–83.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2013). *Resultados Definitivos del IV Censo Nacional Agropecuario (IV CENAGRO)*. INEI.
- Laynes, J. A. y Mendez, J. R. (2013). Efectos alelopáticos de extractos acuosos de hojas de botón de oro [*Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray.] sobre la germinación de semillas y crecimiento de plántulas de lechuga (*Lactuca sativa* L.). *Scientia Agropecuaria*, 4 (3), 229-241.
- Lines, N. y Fournier, L. A. (1979). Efecto alelopático de *Cupressus lusitanica* Mill. sobre la germinación de las semillas de algunas hierbas. *Biología Tropical*, 27 (2), 223-229.
- Luna, L. y Lara, G. (2007). *Alelopatía y extractos vegetales: alternativa para el manejo de insectos, plagas y enfermedades en cultivos*. CORPOICA.
- Masquelier, J. (1979): El pino y el sistema vascular. *El Correo de la Unesco*, 32 (7), 14-16.
- OFI-CATIE (2003). Árboles de Centroamérica. <http://orton.catie.ac.cr/reprodoc/a11445e/a11445e.pdf>
- Ojeda, E. (2018). *Alelopatía de extractos vegetales obtenidos de especies forestales sobre Coffea arabica l. var. caturra roja en Chanchamayo*. [Tesis de pre grado, Universidad Nacional Agraria La Molina].
- Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (s.f.). Recomendaciones para el manejo de malezas. FAO.
- Paco, J. M. (2014). *Evaluación del efecto de tres tratamientos pregerminativos en tres tipos de sustrato en la germinación de la tara (Caesalpinia spinosa) EN (Centro Experimental) Cota Cota Facultad de Agronomía*. [Tesis de pre grado, Universidad Mayor de San Andrés].
- Portuguez-García, M.P., Agüero-Alvarado, R. y González-Lutz, M. I. (2020). Efecto preemergente del extracto de *Pinus* sp., en *Arthraxon quartinianus* (A. Rich.), en invernadero. *Agronomía Mesoamericana*, 31(3), 773-779.

- Ramírez, K. E. (2018). *Efecto alelopático del extracto acuoso de Calathea lutea (bijao) sobre la germinación de semillas y crecimiento de plántulas de Lactuca sativa (lechuga)*. [Tesis de pre grado, Universidad Nacional Intercultural de la Amazonia].
- Reigosa, M., Gomes, A. S., Ferreira, A. G. y Borghetti, F. (2013). Allelopathic research in Brazil. *Acta Botanica Brasilica*, 27 (4), 629-646.
- Ricse, A. (2015.). La Selva Alta del Perú, Introducción de Especies y Procedencias Forestales, Nativas y Exóticas. Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA).
- Rodríguez, M., Chico, J. y Chávez, O. (2014). Efecto alelopático del extracto acuoso de hojas de Helianthus annuus sobre la germinación y crecimiento de plántulas de Setaria unguiculata y Chenopodium murale. *REBIOL*, 34 (1), 5 - 12.
- Sartor, L. R., Adami, P. F., Chini, N., Martin, T. N., Marchese, J. A. y Soares, A. B. (2009). Alelopatía de acículas de Pinus taeda na germinação e no desenvolvimento de plântulas de Avena strigosa. *Ciencia Rural*, 39 (6), 1653–1659.
- Soplin, H. (2018). *Actividad alelopática in vivo del extracto de tres especies vegetales amazónicas con acción biocida en el control de Marsonina sp., en Myrciaria dubia y Colletotrichum sp., en Plukenetia volubilis, Iquitos–Perú*. [Tesis de post grado, Universidad Nacional de la Amazonia Peruana].
- Valdés, D. (2004). *Efectos alelopáticos de árboles sombreadores sobre la germinación del cafeto*. [Tesis de post grado, Universidad Hermanos Saíz Montes de Oca].
- Vásquez, E., Molina, G., Díaz, W., y Camejo, R. (2010). *Factibilidad de la asociación pino-café como sistema productivo*. <https://docplayer.es/52206217-Factibilidad-de-la-asociacion-pino-cafe-como-sistema-productivo.html>
- Zamorano, C. y Fuentes, C. L. (2005). Potencial alelopático de Brassica campestris subsp. rapa y Lolium temulentum sobre tres especies de malezas de la Sabana de Bogotá. *Agronomía Colombiana*, 23 (2), 261-268.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por brindarme el regalo de la vida. Ser mi compañero, guía y fortaleza siempre en cada meta propuesta y por la inolvidable experiencia vivida en el logro del presente objetivo.

A mis padres por todo su amor, sacrificio, comprensión, confianza y apoyo incondicional brindado durante este proceso de mi formación profesional, quienes me han permitido obtener una profesión y dado las herramientas necesarias para emprender un futuro próspero y exitoso.

A los señores Claudio Torres y Sara Gavidia, por facilitarnos el área para desarrollar nuestro trabajo de investigación y sobre todo eternamente agradecido por su acogida, consejos, amabilidad y su apoyo durante el proceso de ejecución de nuestro proyecto de tesis.

A mis hermanos y a toda la familia MELENDRES LOZADA por motivarme y siempre estar conmigo en los momentos donde el camino no era fácil. De igual forma a mis amigos Uvaldo Muñoz y Luis Lizana por su amistad sincera y apoyo desinteresado.

A nuestra asesora la Blg. Yuriko Sumiyo Murillo Domen, por las sugerencias acertadas, apoyarnos y brindarnos su confianza en todo el proceso de realización de nuestra investigación. Al Dr. Alexander Huamán Mera y los miembros del jurado evaluador por sus sugerencias y apoyo.

**Kleison Aldeir Melendres Lozada**

A Dios por bendecirme, ser mi guía y acompañarme a cumplir con éxito mis metas propuestas.

A mis padres quienes con su esfuerzo y constante apoyo han permitido la obtención de una profesión y me han dado todo lo necesario para emprender un futuro próspero.

A los señores Claudio Torres y Sara Gavidia dueños del área donde se realizó la investigación, por brindarnos su apoyo durante la ejecución.

A mis amigas Nancy Torres Gavidia y Wendy Laurent Díaz Saavedra por su amistad sincera, apoyo y confianza.

A nuestra asesora la Mg.sc. Yuriko Sumiyo Murillo Domen, por sus orientaciones, apoyarnos y brindarnos su confianza en la realización de la investigación. También al Dr. Alexander Huamán Mera, por su gran apoyo. Así mismo a los miembros del jurado por sus sugerencias.

**Stefanny Jeniffer Pasapera Tineo**

## **DEDICATORIA**

A mis padres Toribio Melendres Ocupa y Ema Miliard Lozada Ocupa, por apoyarme en mi formación profesional y todo aspecto de la vida, por todo su sacrificio, comprensión y amor, ello me ha fortalecido y dado la valentía necesaria para luchar por cada meta y objetivo trazado.

A mis hermanos Robinson, Yessica Fiorela y Daniela, por su compañía, su amor y apoyo incondicional siempre.

A mi novia, mejor amiga y compañera de tesis S. J., por brindarme su amor infinito e incondicional, comprenderme y apoyarme en todo momento.

**Kleison Aldeir Melendres Lozada**

A mis padres Pether Pasapera Aguilar y Olinda Edelmira Tineo Huancas, por su apoyo incondicional en mi formación académica, por inculcarme buenos valores, por siempre estar para mí brindándome todo su amor y fortaleza, son mi pilar fundamental para lograr cada una de mis metas.

A mis hermanas Shirley Liseth y Maricielo Medalyth por su fortaleza e inmenso amor que me brindan día a día.

A mi novio K. A., mejor amigo, confidente, cómplice y compañero de tesis, por su infinito amor, comprensión, paciencia y apoyo incondicional.

**Stefanny Jeniffer Pasapera Tineo**

## **ANEXOS**

## Anexo 1

### Resultados de evaluaciones realizadas a las variables estudiadas en los cuatro ensayos

**Tabla 20**

*Altura de planta (cm) de B. pilosa.*

Repeticiones (j)	Tratamientos (i)					Total
	T1	T2	T3	T4	T5	
1	4,96	6,19	4,22	6,27	5,45	
2	3,77	3,73	3,51	5,50	7,21	
3	4,62	4,76	4,79	3,56	5,80	
4	4,69	4,44	5,06	5,64	6,15	
<b>Totales</b>	18,04	19,12	17,5825	20,97	24,61	100,33
<b>Nº observación</b>	4	4	4	4	4	20
<b>(n)</b>	4,51	4,78	4,40	5,24	6,15	5,02
<b>Promedio</b>						

**Tabla 21**

*Altura de planta (cm) de Asteraceae sp.*

Repeticiones (j)	Tratamientos (i)					Total
	T1	T2	T3	T4	T5	
1	1,15	1,04	1,08	0,78	1,11	
2	1,25	1,00	0,85	0,94	1,07	
3	1,10	0,98	1,08	0,75	1,11	
4	1,11	1,02	1,30	0,88	1,14	
<b>Totales</b>	4,61	4,04	4,1	3,35	4,43	20,74
<b>Nº observación (n)</b>	4	4	4	4	4	20
<b>Promedio</b>	1,15	1,01	1,08	0,84	1,11	1,04

**Tabla 22***Altura de planta (cm) de Malvastrum sp.*

Repeticiones (j)	Tratamientos (i)					Total
	T1	T2	T3	T4	T5	
1	0,83	0,80	0,90	0,90	0,65	
2	1,07	0,83	0,69	0,64	0,81	
3	1,01	1,00	0,93	0,96	0,97	
4	0,90	0,91	0,65	0,74	0,73	
<b>Totales</b>	3,81	3,54	3,17	3,02	3,16	16,70
<b>Nº observación (n)</b>	4	4	4	4	4	20
<b>Promedio</b>	0,95	0,89	0,79	0,76	0,79	0,84

**Tabla 23***Altura de planta (cm) de S. rhombifolia.*

Repeticiones (j)	Tratamientos (i)					Total
	T1	T2	T3	T4	T5	
1	1,75	0,95	1,90	1,27	2,01	
2	1,23	1,09	2,15	0,83	2,01	
3	2,91	0,80	2,15	0,94	1,83	
4	1,10	0,98	2,40	0,77	2,19	
<b>Totales</b>	6,99	3,81	8,60	3,81	8,03	31,25
<b>Nº observación (n)</b>	4	4	4	4	4	20
<b>Promedio</b>	1,75	0,95	2,15	0,95	2,01	1,56

**Tabla 24***Diámetro de planta (mm) de B. pilosa.*

Repeticiones (j)	Tratamientos (i)					Total
	T1	T2	T3	T4	T5	
1	1,11	1,00	0,87	0,81	0,78	
2	1,12	1,00	0,90	0,80	0,76	
3	1,10	1,00	0,86	0,79	0,74	
4	1,09	1,00	0,88	0,80	0,76	
<b>Totales</b>	4,42	4,00	3,51	3,20	3,04	18,17
<b>Nº observación (n)</b>	4	4	4	4	4	20
<b>Promedio</b>	1,11	1,00	0,88	0,80	0,76	0,91

**Tabla 25***Diámetro de planta (mm) de Asteraceae sp.*

Repeticiones (j)	Tratamientos (i)					Total
	T1	T2	T3	T4	T5	
1	1,01	0,96	0,88	0,80	0,71	
2	1,04	0,98	0,89	0,77	0,70	
3	1,02	0,94	0,88	0,78	0,71	
4	1,01	0,95	0,87	0,79	0,71	
<b>Totales</b>	4,08	3,83	3,52	3,14	2,83	17,40
<b>Nº observación (n)</b>	4	4	4	4	4	20
<b>Promedio</b>	1,02	0,96	0,88	0,79	0,71	0,87



**Tabla 26***Diámetro de planta (mm) de Malvastrum sp.*

Repeticiones (j)	Tratamientos (i)					Total
	T1	T2	T3	T4	T5	
1	0,78	0,72	0,69	0,66	0,58	
2	0,76	0,71	0,70	0,64	0,56	
3	0,75	0,73	0,68	0,63	0,55	
4	0,75	0,72	0,67	0,64	0,56	
<b>Totales</b>	3,04	2,88	2,74	2,57	2,25	13,48
<b>Nº observación (n)</b>	4	4	4	4	4	20
<b>Promedio</b>	0,76	0,72	0,69	0,64	0,56	0,67

**Tabla 27***Diámetro de planta (mm) de S. rhombifolia.*

Repeticiones (j)	Tratamientos (i)					Total
	T1	T2	T3	T4	T5	
1	1,00	0,95	0,91	0,81	0,74	
2	1,01	0,95	0,88	0,79	0,74	
3	0,99	0,98	0,88	0,77	0,74	
4	1,00	0,94	0,85	0,78	0,73	
<b>Totales</b>	4,00	3,82	3,52	3,15	2,95	17,44
<b>Nº observación (n)</b>	4	4	4	4	4	20
<b>Promedio</b>	1,00	0,96	0,88	0,79	0,74	0,87

**Tabla 28***Longitud radicular (cm) de B. pilosa.*

Repeticiones (j)	Tratamientos (i)					Total
	T1	T2	T3	T4	T5	
1	17,14	13,84	12,33	15,07	10,04	
2	17,15	9,44	7,70	16,65	18,58	
3	17,24	16,60	14,64	9,32	19,32	
4	16,14	17,25	18,88	18,57	16,32	
<b>Totales</b>	67,67	57,13	53,5464	59,6033	65,27	303,22
<b>N° observación (n)</b>	4	4	4	4	4	20
<b>Promedio</b>	16,92	14,28	13,39	14,90	16,32	15,16

**Tabla 29***Longitud radicular (cm) de Asteraceae sp.*

Repeticiones (j)	Tratamientos (i)					Total
	T1	T2	T3	T4	T5	
1	15,16	11,57	15,70	6,95	11,72	
2	10,60	14,37	14,80	9,80	17,63	
3	19,20	7,33	15,70	5,88	11,72	
4	13,40	9,87	16,60	10,68	5,80	
<b>Totales</b>	58,36	43,14	62,80	33,31	46,87	244,48
<b>N° observación (n)</b>	4	4	4	4	4	20
<b>Promedio</b>	14,59	10,78	15,70	8,33	11,72	12,22

**Tabla 30***Longitud radicular (cm) de Malvastrum sp.*

Repeticiones (j)	Tratamientos (i)					Total
	T1	T2	T3	T4	T5	
1	8,53	4,53	4,67	1,55	3,15	
2	2,55	10,77	4,97	2,93	2,40	
3	10,26	10,33	4,70	7,73	6,90	
4	6,88	4,57	3,07	4,07	4,17	
<b>Totales</b>	28,22	30,20	17,41	16,28	16,62	108,73
<b>N° observación (n)</b>	4	4	4	4	4	20
<b>Promedio</b>	7,06	7,55	4,35	4,07	4,16	5,44

**Tabla 31***Longitud radicular (cm) de S. rhombifolia..*

Repeticiones (j)	Tratamientos (i)					Total
	T1	T2	T3	T4	T5	
1	16,30	10,23	12,68	10,15	14,64	
2	7,10	9,18	14,68	9,40	14,64	
3	17,64	12,03	14,68	15,47	15,58	
4	13,68	9,48	16,67	13,53	13,69	
<b>Totales</b>	54,72	40,92	58,71	48,55	58,55	261,45
<b>N° observación (n)</b>	4	4	4	4	4	20
<b>Promedio</b>	13,68	10,23	14,68	12,14	14,64	13,07

**Tabla 32***Peso fresco de planta (g) de B. pilosa.*

Repeticiones (j)	Tratamientos (i)					Total
	T1	T2	T3	T4	T5	
1	0,16	0,19	0,10	0,46	0,17	
2	0,14	0,07	0,10	0,29	0,35	
3	0,16	0,14	0,13	0,07	0,22	
4	0,14	0,13	0,12	0,37	0,25	
<b>Totales</b>	0,60	0,53	0,44	1,19	1,00	3,76
<b>N° observación (n)</b>	4	4	4	4	4	20
<b>Promedio</b>	0,15	0,13	0,11	0,30	0,25	0,19

**Tabla 33***Peso fresco de planta (g) de Asteraceae sp.*

Repeticiones (j)	Tratamientos (i)					Total
	T1	T2	T3	T4	T5	
1	0,036	0,036	0,070	0,020	0,083	
2	0,010	0,100	0,080	0,008	0,150	
3	0,073	0,003	0,070	0,007	0,083	
4	0,010	0,016	0,060	0,023	0,017	
<b>Totales</b>	0,13	0,15	0,28	0,06	0,33	0,95
<b>N° observación (n)</b>	4	4	4	4	4	20
<b>Promedio</b>	0,03	0,04	0,07	0,01	0,08	0,05

**Tabla 34***Peso fresco de planta (g) de Malvastrum sp.*

Repeticiones (j)	Tratamientos (i)					Total
	T1	T2	T3	T4	T5	
1	0,003	0,009	0,004	0,002	0,003	
2	0,002	0,016	0,004	0,001	0,001	
3	0,019	0,017	0,003	0,009	0,005	
4	0,001	0,005	0,001	0,004	0,002	
<b>Totales</b>	0,02	0,05	0,01	0,02	0,01	0,11
<b>Nº observación (n)</b>	4	4	4	4	4	20
<b>Promedio</b>	0,01	0,01	0,003	0,004	0,003	0,01

**Tabla 35***Peso fresco de planta (g) de S. rhombifolia.*

Repeticiones (j)	Tratamientos (i)					Total
	T1	T2	T3	T4	T5	
1	0,16	0,07	0,19	0,11	0,14	
2	0,08	0,07	0,23	0,04	0,14	
3	0,39	0,08	0,23	0,09	0,19	
4	0,02	0,06	0,27	0,03	0,08	
<b>Totales</b>	0,65	0,28	0,92	0,27	0,56	2,68
<b>Nº observación (n)</b>	4	4	4	4	4	20
<b>Promedio</b>	0,16	0,07	0,23	0,07	0,14	0,13

**Anexo 2**  
**Panel fotográfico**

**Figura 14**  
*Construcción de invernadero*





**Figura 15**  
*Recolección de las malezas*



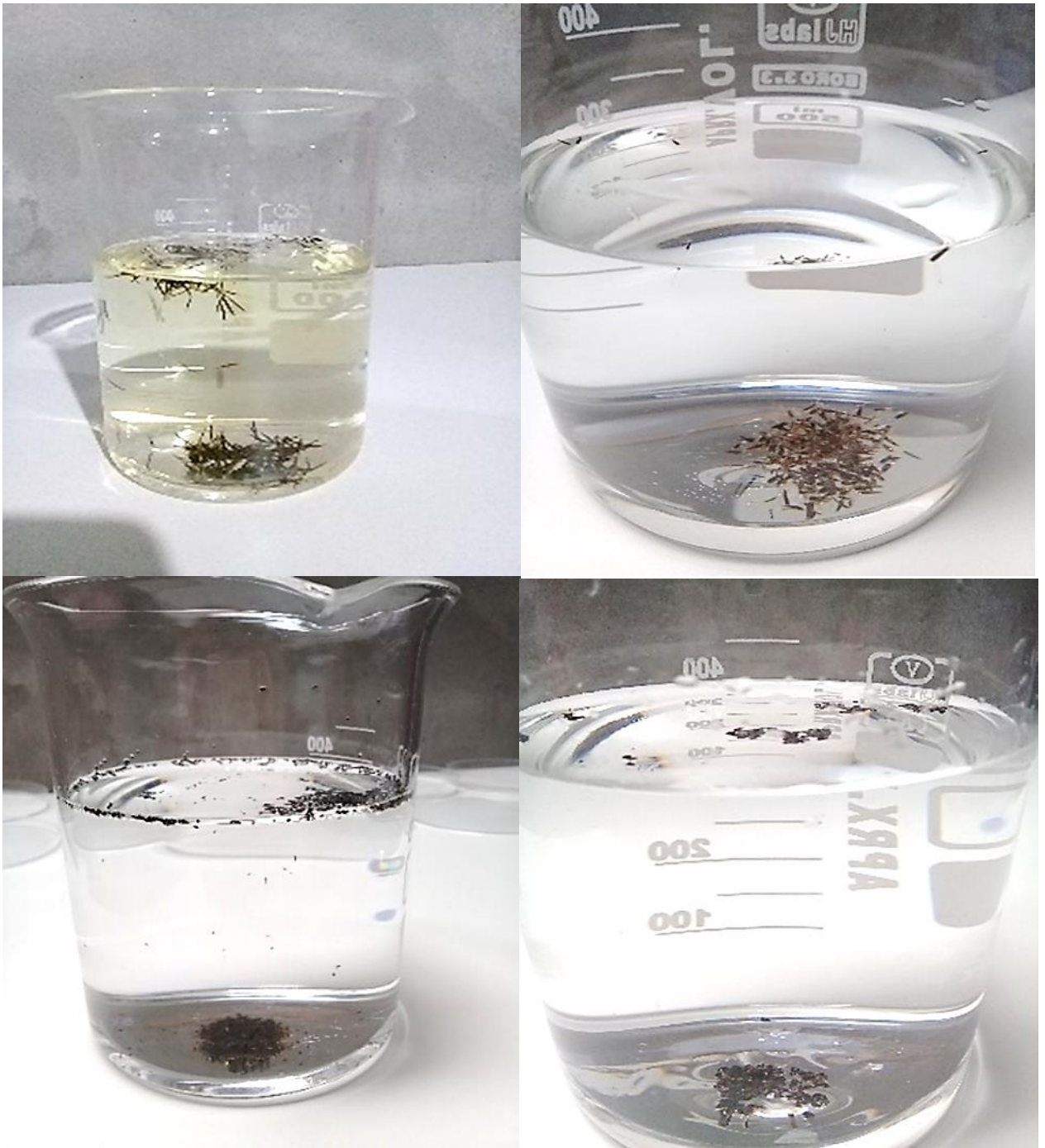


**Figura 16**  
*Selección de semillas de malezas*





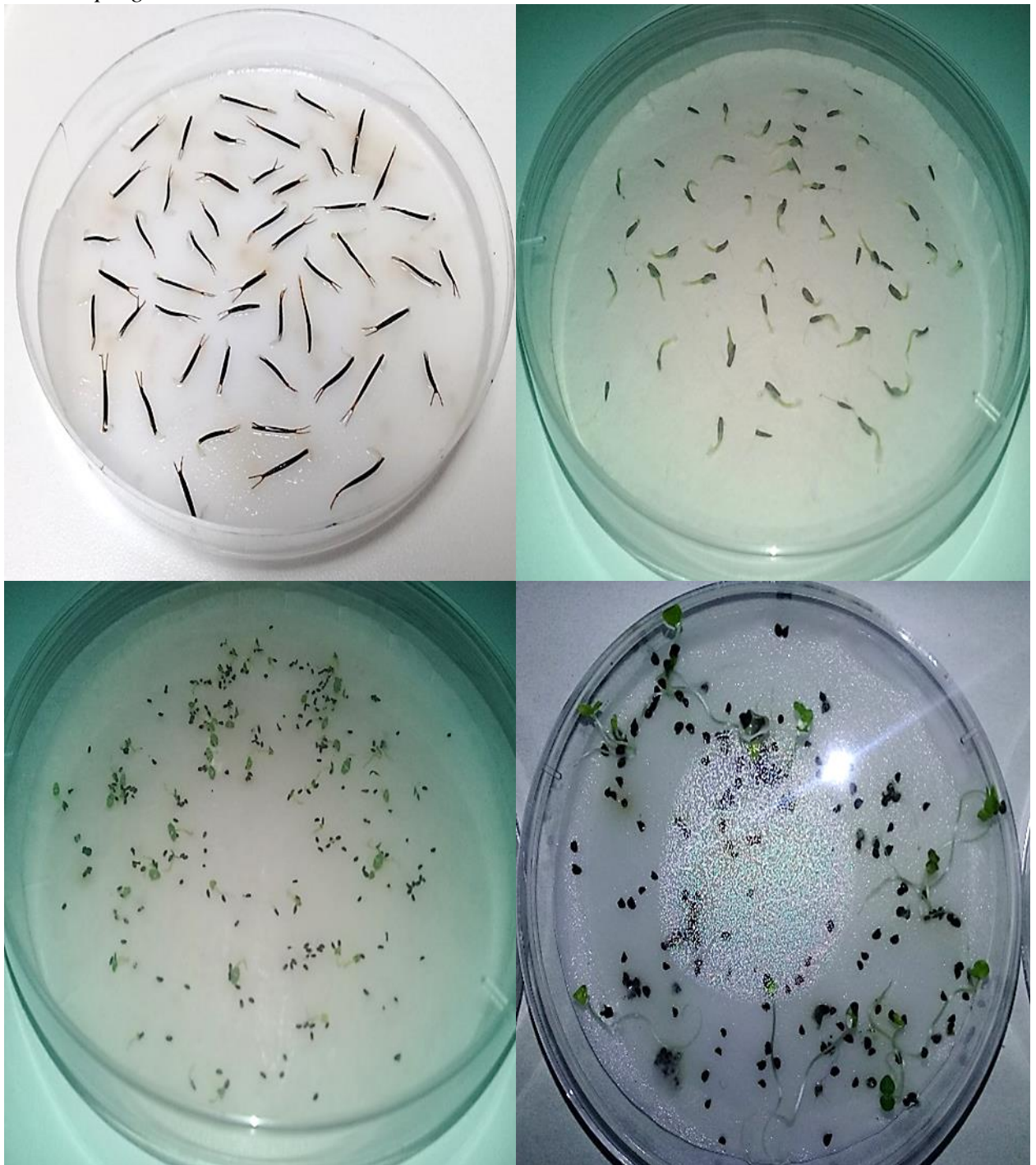
**Figura 17**  
*Desinfección de las semillas de malezas*



**Figura 18**  
*Siembra de semillas de malezas en placas petri*



**Figura 19**  
*Proceso pregerminativo de las semillas de malezas*





**Figura 20**

*Instalación de las unidades experimentales en invernadero*



**Figura 21**

*Preparación de sustrato para llenado de las unidades experimentales*





**Figura 22**

*Siembra de semillas pregerminadas en las unidades experimentales*





**Figura 23**  
*Recolección de acículas de P. tecunumanii*





**Figura 24**

*Consideraciones para la preparación de extractos acuosos de P. tecunumanii*





**Figura 25**  
*Secado en estufa de acículas verdes de P. tecunumanii*





**Figura 26**

*Preparación de extractos acuosos de acículas verdes de P. tecunumanii*





**Figura 27**  
*Aplicación de los extractos acuosos*





**Figura 28**  
*Ensayos de las cuatro especies de malezas*

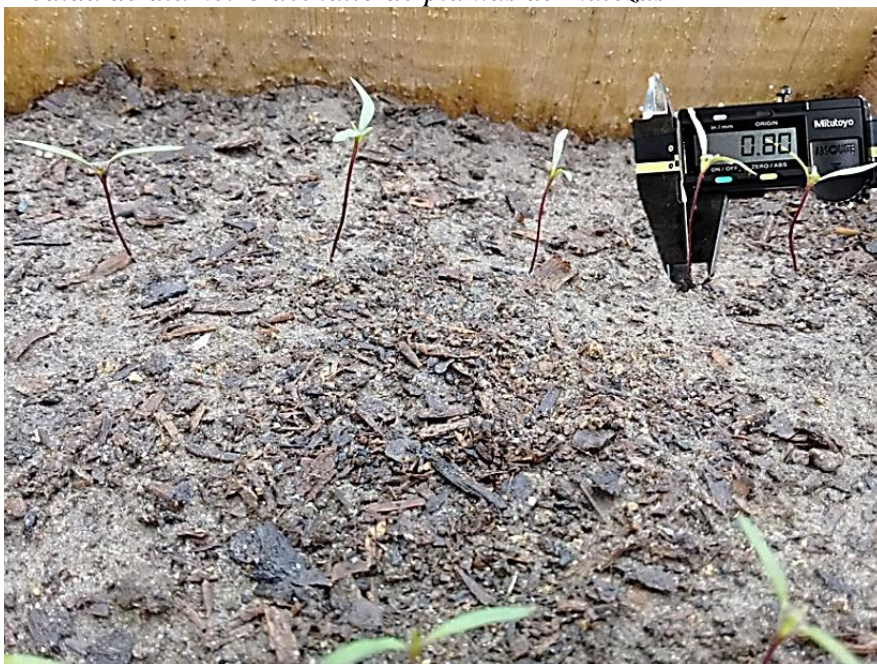




**Figura 29**  
*Medida de altura de plantas de malezas*



**Figura 30**  
*Medida de diámetro del tallo de plantas de malezas*





**Figura 31**  
*Extracción de plantas de malezas*



**Figura 32**  
*Peso fresco de plantas de malezas*



**Figura 33**  
*Medida de longitud radicular de plantas de malezas*





### Anexo 3

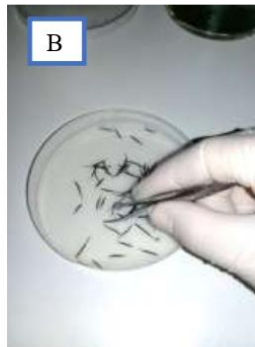
#### Certificado de identificación de especies

##### CERTIFICADO DE IDENTIFICACIÓN DE ESPECIE VEGETAL

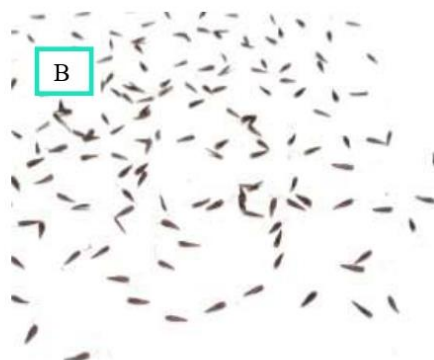
Yo, Alexander Huamán Mera, Biólogo-Botánico, identificado con DNI N° 42094361 y con Colegiatura del Colegio de Biólogos del Perú N° 9030, certifico la identidad de los especímenes presentados por los Bachilleres Kleison Aldeir Melendres Lozada y Stefanny Jeniffer Pasapera Tineo, indicados en la Tabla 1. Los especímenes presentados para la certificación, se emplearon como material biológico para desarrollar la tesis titulada: EFECTOS ALELOPÁTICOS DE EXTRACTOS ACUOSOS DE *Pinus tecunumanii* F. Schwerdtf ex Eguluz & J. P. Perry SOBRE EL CRECIMIENTO DE CUATRO ESPECIES DE MALEZAS PROCEDENTES DE CAFÉ BAJO SOMBRA EN LA MUSHCA - JAÉN.

Tabla 1. Lista de especies identificadas.

NOMBRE CIENTIFICO	FAMILIA
<i>Bidens pilosa</i> L.	Asteraceae
<i>Asteraceae</i> sp.	Asteraceae
<i>Malvastrum</i> sp.	Malvaceae
<i>Sida rhombifolia</i> L.	Malvaceae



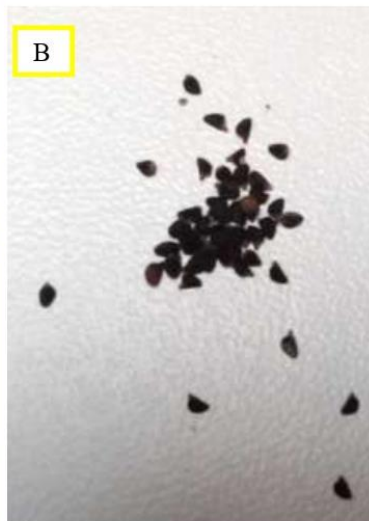
A. Planta de *Bidens pilosa* L.; B. Semillas de *Bidens pilosa* L.



A. Planta de *Asteraceae* sp.; B. Semillas de *Asteraceae* sp.



A. Planta de *Malvastrum* sp.; B. Semillas de *Malvastrum* sp.



A. Planta de *Sida rhombifolia* L.; B. Semillas de *Sida rhombifolia* L.

Se expide el presente documento para los fines que los solicitantes crean conveniente.

Jaén, 7 de abril de 2021.

  
Alexander Huamán Mera  
BIÓLOGO  
C.B.P. 9030