



**UNIVERSIDAD INTERCULTURAL  
DEL ESTADO DE PUEBLA**

---

**DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO**

**MAESTRÍA EN CIENCIAS EN MANEJO SUSTENTABLE DE  
RECURSOS NATURALES**

**“Propagación vegetativa de *Peperomia peltimba*  
para su conservación y manejo”**

**T E S I S**

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS

**PRESENTA**

Manuel Santiago Hernández

LIPUNTAHUACA, HUEHUETLA, PUEBLA

2022

La presente tesis, titulada **Propagación vegetativa de *Peperomia peltilimba* para su conservación y manejo**, realizada por el **Lic. Manuel Santiago Hernández**, bajo la dirección del Comité Tutorial, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de **MAESTRO EN CIENCIAS EN MANEJO SUSTENTABLE DE RECURSOS NATURALES**.

#### COMITÉ TUTORIAL



---

**Dra. Marja Liza Fajardo  
Franco  
Directora**



---

**Dr. Martín Aguilar Tlatelpa  
Asesor**



---

**Dr. Pedro Molina Mendoza  
Asesor**

Lipuntahuaca, Huehuetla, Puebla.  
Marzo 2022

## DEDICATORIAS

A mis padres, a mis hermanas y hermanos:

.....Muchas gracias

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco al programa de posgrado: Maestría en Ciencias en Manejo Sustentable de Recursos Naturales de la Universidad Intercultural del Estado de Puebla y al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por la oportunidad de estudiar un posgrado con orientación hacia la investigación; al Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Puebla (CONCyTEP) por el financiamiento del proyecto de investigación.

### **Mis más sinceros agradecimientos:**

A mi directora y profesora Dra. Marja Liza Fajardo Franco, por brindarme todo su apoyo, comprensión, confianza y sobre todo su tiempo y su compañía desde el inicio hasta la conclusión del documento. A mis asesores Dr. Martín Aguilar Tlatelpa y Dr. Pedro Molina Mendoza por las observaciones, consejos, comentarios y sugerencias.

A los profesores del programa por compartir las experiencias, los consejos, las recomendaciones y sugerencias que me ayudaron la conformación de este trabajo de investigación.

A mis padres, hermanos y hermanas: porque siempre puedo contar con ustedes en todos los momentos de mi vida.

A mis compañeros René y Gabriel: por compartir experiencias y las buenas prácticas.

**Muchas gracias**

## Índice

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN.....	7
II. JUSTIFICACIÓN.....	9
III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	10
IV. HIPÓTESIS .....	12
V. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN .....	12
5.1. General .....	12
5.2. Particulares .....	12
VI. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL .....	13
6.1. Género <i>Peperomia</i> Ruiz y Pavón.....	13
6.1.1 Clasificación infragenérica del género <i>Peperomia</i> .....	14
6.1.2 Descripción botánica del tequelite chico ( <i>P. peltolimba</i> ).....	15
6.2. Distribución geográfica del tequelite chico .....	17
6.3. Importancia del tequelite chico como planta nativa.....	19
6.4. Conservación y manejo de <i>Peperomia peltolimba</i> .....	21
VII. CAPÍTULO I. EFECTO DE DIFERENTES SUSTRATOS EN EL CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE <i>Peperomia peltolimba</i> .....	24
7.1. Introducción.....	26
7.2. Materiales y métodos .....	27
7.2.1 Descripción del área de estudio .....	27
7.2.2 Ubicación del sitio de colecta .....	28
7.2.3 Material vegetal .....	29
7.2.4 Establecimiento del experimento.....	30
7.2.5 Variables evaluadas .....	34

7.2.6	Análisis de los datos .....	36
7.3.	Resultados y discusión .....	37
7.3.1	Enraizamiento de esquejes .....	37
7.3.2	Número de brotes de esquejes.....	39
7.3.3	Altura de las plantas .....	41
7.3.4	Número de hojas .....	43
7.3.5	Peso fresco de biomasa aérea y de raíz .....	45
7.3.6	Peso seco de biomasa aérea y raíz .....	46
7.3.7	Temperatura y humedad relativa.....	47
7.4.	Conclusiones.....	49
7.5.	Literatura citada .....	50
VIII.	Capítulo II. EFECTO DE REGULADORES DE CRECIMIENTO VEGETAL EN LA MULTIPLICACIÓN <i>in vitro</i> DEL TEQUELITE CHICO .....	56
8.1.	Introducción.....	58
8.2.	Materiales y métodos .....	60
8.2.1	Área experimental .....	60
8.2.2	Material vegetal .....	60
8.2.3	Material de laboratorio .....	62
8.2.4	Protocolo para la elaboración del medio de cultivo .....	63
8.2.5	Tratamientos y diseño experimental .....	63
8.2.6	Variables evaluadas .....	66
8.2.7	Análisis de datos .....	66
8.3.	Resultados y discusión .....	67
8.3.1	Explantos con brotes .....	67
8.3.2	Oxidación fenólica de explantes .....	68

8.3.3	Contaminación fúngica .....	70
8.4.	Conclusiones.....	72
8.5.	Bibliografía citada.....	73
IX.	Capítulo III. CONOCIMIENTO TRADICIONAL DEL TEQUELITE CHICO EN LA SIERRA NORTE DE PUEBLA .....	76
9.1.	Introducción.....	78
9.2.	Materiales y métodos .....	80
9.2.1	Descripción del área de estudio .....	80
9.2.2	Ubicación del sitio de observación .....	81
9.2.3	Entrevistas y tamaño de muestra .....	81
9.2.4	Análisis de datos .....	82
9.3.	Resultados y discusión .....	83
9.3.1	Conocimiento etnobotánico .....	83
9.3.2	Conocimiento ecológico.....	85
9.3.3	Aprovechamiento tradicional y manejo.....	87
9.4.	Conclusiones.....	90
9.5.	Literatura citada .....	91
X.	CONCLUSIONES GENERALES .....	95
XI.	BIBLOGRAFIA GENERAL .....	96

## Índice de figura

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1.</b> Morfología vegetal de <i>P. peltilimba</i> colectada en el municipio de Hueytlalpan, Puebla en un bosque mesófilo de montaña. ....	16
<b>Figura 2.</b> Principales estados de México con reportes de <i>P. peltilimba</i> y su relación con el número de municipios a nivel estatal.....	18
<b>Figura 3.</b> Ubicación del área de estudio: Chipahuatlán, Olintla, Puebla, México.....	27
<b>Figura 4.</b> Ubicación geográfica del sitio de colecta del tequelite chico ( <i>P. peltilimba</i> ). Archivo personal. ....	28
<b>Figura 5.</b> Hábitat natural de <i>P. peltilimba</i> .....	28
<b>Figura 6.</b> Material vegetal. ....	29
<b>Figura 7.</b> Diseño del vivero e instalación de la estación meteorológica.....	30
<b>Figura 8.</b> Materias primas para la elaboración de los sustratos. ....	31
<b>Figura 9.</b> Esterilización de sustratos y macetas. ....	32
<b>Figura 10.</b> Diseño experimental con Bloques Completamente al Azar (DBCA) con cuatro tratamientos (T1, T2, T3, T4) y cinco repeticiones. ....	33
<b>Figura 11</b> Preparación y llenado de macetas .....	33
<b>Figura 12.</b> Peso de biomasa foliar y raíz. ....	35
<b>Figura 13.</b> Enraizamiento de esquejes de <i>P. peltilimba</i> a los 28 días después del trasplante. ....	38



<b>Figura 14.</b> Brotes del tequelite chico ( <i>P. peltolimba</i> ) a los 41 días después del trasplante. ....	39
<b>Figura 15.</b> Altura de las plantas del tequelite chico cultivadas en diferentes sustratos, en Chipahuatlan, Olintla, Puebla. ....	42
<b>Figura 16.</b> Material vegetal colectado. ....	60
<b>Figura 17.</b> Desinfección del material vegetal. ....	61
<b>Figura 18.</b> Desinfestación y esterilización de los tubos de cultivo 22x175 mm. ....	62
<b>Figura 19.</b> Etapas de la preparación del medio de cultivo. ....	64
<b>Figura 20.</b> Etapas del cultivo de explantes. ....	65
<b>Figura 21.</b> Micropropagación de <i>P. peltolimba</i> . ....	65
<b>Figura 22.</b> Inducción de brote. ....	67
<b>Figura 23.</b> Oxidación fenólica. ....	69
<b>Figura 24.</b> Contaminación fúngica. ....	71
<b>Figura 25.</b> Ubicación de la zona de estudio: Chipahuatlan, Olintla, Puebla, México. ...	80
<b>Figura 26.</b> Partes del tequelite chico ( <i>Peperomia peltolimba</i> ) utilizadas en la comunidad totonaca de Chipahuatlan en Olintla, Puebla. ....	84
<b>Figura 27.</b> Periodicidad de consumo del tequelite chico ( <i>Peperomia peltolimba</i> ) en la comunidad totonaca de Chipahuatlan en Olintla, Puebla. ....	84
<b>Figura 28.</b> Hábitat del tequelite chico ( <i>Peperomia peltolimba</i> ) en Hueytlalpan, Puebla. ....	85
<b>Figura 29.</b> Daños provocados por un gusano cortador en <i>P. peltolimba</i> . ....	87

**Figura 30.** Etapas de crecimiento del tequelite chico (*P. peltlimba*). ..... 88

**Figura 31.** Conocimiento tradicional totonaca sobre las partes utilizadas para la propagación del tequelite chico (*P. peltlimba*) en Chipahuatlan, Olintla, Puebla..... 88

**Figura 32.** Percepcion sobre el tequelite chico (*P. peltlimba*) en la comunidad totonaca de Chipahuatlan, Olintla. .... 89

## Índice de cuadro

	Pág.
<b>Cuadro 1.</b> Características físico-químicas de los sustratos utilizados en la propagación vegetativa de <i>P. peltolimba</i> . .....	34
<b>Cuadro 2</b> Porcentaje promedio de enraizamiento de los esquejes de <i>P. peltolimba</i> en los diferentes días después de trasplante de esquejes en cuatro sustratos. ....	38
<b>Cuadro 3.</b> Coeficiente de correlación entre las características químicas de los sustratos utilizados en el enraizamiento de esquejes de <i>P. peltolimba</i> . ....	38
<b>Cuadro 4.</b> Número de brotes de esquejes de <i>P. peltolimba</i> en diferentes días después de trasplante de esquejes en cuatro sustratos. ....	40
<b>Cuadro 5.</b> Coeficiente de correlación entre las características químicas de los sustratos y la brotación de esquejes de <i>P. peltolimba</i> . ....	40
<b>Cuadro 6.</b> Altura promedio de plantas de <i>P. peltolimba</i> en los diferentes días después de trasplante de esquejes en cuatro sustratos. ....	42
<b>Cuadro 7.</b> Coeficiente de correlación entre las características químicas de los sustratos y la altura de plantas de <i>P. peltolimba</i> . ....	43
<b>Cuadro 8.</b> Número de hojas promedio en plantas de <i>P. peltolimba</i> en los diferentes días después de trasplante de esquejes en cuatro sustratos. ....	44
<b>Cuadro 9.</b> Coeficiente de correlación entre las características químicas de los sustratos y el número de hojas de <i>P. peltolimba</i> . ....	45
<b>Cuadro 10.</b> Peso fresco de biomasa y raíz de <i>P. peltolimba</i> a los 228 ddt de los esquejes. ....	45

<b>Cuadro 11.</b> Coeficiente de correlación entre las características químicas de los sustratos y el peso fresco de biomasa de <i>P. peltlimba</i> .....	46
<b>Cuadro 12.</b> Coeficiente de correlación entre las características químicas de los sustratos y el peso fresco de de raíz <i>P. peltlimba</i> . ....	46
<b>Cuadro 13.</b> Peso seco de biomasa y raíz de <i>P. peltlimba</i> a los 228 ddt de esquejes..	47
<b>Cuadro 14.</b> Coeficiente de correlación entre las características químicas de los sustratos utilizados en de biomasa seca de <i>P. peltlimba</i> . ....	47
<b>Cuadro 15.</b> Tratamientos para la inducción de brotes a partir de segmentos nodales de <i>P. peltlimba</i> .....	63
<b>Cuadro 16.</b> Frecuencias observadas con y sin brote de los explantes de <i>Peperomia peltlimba</i> en los diferentes días después de trasplante de los explantes en diferentes tratamientos (medio de cultivo). ....	67
<b>Cuadro 17.</b> Frecuencias observadas con y sin oxidacion de los explantes de <i>Peperomia peltlimba</i> en los diferentes días después de trasplante de los explantes en diferentes tratamientos (medios de cultivo).....	68
<b>Cuadro 18.</b> Frecuencias observadas con y sin contaminacion fungica de los explantes de <i>Peperomia peltlimba</i> en los diferentes días después de trasplante de los explantes en diferentes tratamientos (medios de cultivo).....	70
<b>Cuadro 19.</b> Conocimiento ecológico tradicional totonaca de la flora asociada al tequelite chico en Chipahuatlán, Olintla, Puebla. ....	86
<b>Cuadro 20.</b> Conocimiento ecológico tradicional totonaca de la fauna asociada al tequelite chico en Chipahuatlán, Olintla, Puebla. ....	86
<b>Cuadro 21.</b> Prácticas tradicionales realizadas en una comunidad totonaca durante la extracción del tequelite chico ( <i>P. peltlimba</i> ) en su hábitat natural. ....	87

## RESUMEN

*Peperomia peltilimba* es una planta nativa, silvestre, comestible y medicinal que se aprovecha de su hábitat natural por ser una especie no manejada ni cultivada. Su estudio es aún escaso en México, a pesar de ser considerada una especie vulnerable a la extinción. En la Sierra Norte de Puebla (SNP), principalmente en la cultura totonaca es conocida como Xalaktsu kuksasan y en castellano como tequelite chico. En esta región se ofrece en los mercados locales mediante manojos o rollos con un valor de 5 a 10 pesos como un condimento para elaborar diferentes guisos por su particularidad en olor y sabor similar la del cilantro (*Coriandrum sativum*). La recolección excesiva de su hábitat natural y otros factores antropogénicos pueden comprometer la disponibilidad de este recurso fitogenético que forma parte de la alimentación de los pueblos originarios de la SNP. Actualmente, los estudios enfocados a su multiplicación masiva, a partir del uso de diferentes partes vegetativas, son escasos, y también los conocimientos tradicionales en torno a ella se están perdiendo. Los objetivos del presente estudio fueron: a) Evaluar en diferentes sustratos el crecimiento y desarrollo de esquejes de *P. peltilimba* en condiciones de vivero, b) Evaluar en diferentes medios de cultivo *in vitro* el crecimiento de explantes de *P. peltilimba*, c) Analizar el conocimiento local y la percepción sobre el manejo de *P. peltilimba* en la comunidad de Chipahuatlan, Olintla. Para la evaluación de los sustratos se utilizó un diseño experimental en bloques completamente al azar (DBCA) con cuatro tratamientos y cinco repeticiones. Para el cultivo *in vitro* se utilizó un diseño experimental completamente al azar con 28 repeticiones en cada tratamiento (medio de cultivo). Para analizar los conocimientos y la percepción en torno al tequelite chico se realizaron entrevistas semiestructuradas interpretadas en totonaco. Los resultados indicaron que el sustrato elaborado con composta de pulpa del fruto del café, fue el tratamiento que generó plantas con mayor número de brotes, mayor peso seco y mayor peso fresco, en comparación con los demás tratamientos. Para el cultivo *in vitro*, la emisión de brotes vegetativos fue independiente de los tratamientos, mientras que la oxidación y la contaminación fúngica fueron dependiente de los tratamientos utilizados, donde el tratamiento con kinetina y ácido nafatalenacético tuvieron la menor oxidación y

contaminación fúngica de explantes respectivamente. Y por último se identificó que los pobladores de la comunidad poseen conocimientos ecológicos sobre el manejo y conservación de la especie. Durante la colecta del tequelite chico, los habitantes utilizan prácticas de conservación relacionadas con conocimientos entorno al crecimiento y desarrollo de la planta, las más relevantes son: mantener dentro del hábitat natural las plantas con brotes vegetativos o florales y realizar el corte únicamente de las plantas que presentan hojas más desarrolladas y maduras. Los resultados de este estudio pueden ser un referente para los programas de manejo sustentable en las regiones donde esta especie se distribuye.

**Palabras clave:** kuksasan, tequelite, pulpa de café, esqueje, propagación vegetativa.

## **Xatalakgtsokxtu**

Wa xalaktsu kuksasan palhma xalak kakiwin wakan chu likuckunkan, wa uyma tachanan tatakgsa anta kakiwin xlakata ni chankan chu liskujkan. Nitu lipekua a talakgtsokga lantla staka chu lantla sputma anta uynu kméxico maski litakatsi pi sputmaja uyma palhma xalak kakiwin. Anta uynu Sierra Norte KPuebla (SNP), wa litotonaco litalhkgapsa Xalaktsu kuksasan, chu kxaluwan tachuwín litalhkgapsa tequelite chico. Anta uynu kplutaman wa uyma kuksasan tastay klaktsu tapixchin niku wilinkan xtapalh akgkisis o akgkaw tumin, stakan kmercados xlakata pi xtachuna xlimuksun chu xlikgama lata kulantu chu nachuna makgami liwat. Wa lipekua xkika uyma palhma xalak kakiwin anta kakiwin chu amakgapsitsi tuku lakgsagalihi uyma palhma xalak kakiwin, masputuptun xlihuwa lantla anan uyma liwat xla unu kplhtaman xalak SNP. Hasta lanchiyuj, nitu talakgtsokni lantla chankan o malhuwikan uyma palhma xalak kakiwin chu na chuna sputmaj xlixni xatakatsin uyma palhma xalak kakiwin.

Wa xa lilakgchan uyma taputsan: a) likxilhka tekgampalhuwa xa lichanan tiyat lantla staka uyma laktsu xtakilhstukat xalaktsu kuksasan, b) likxilhka tekgampalhuwa xalakaxlan chuchut *in vitro* lantla staka uyma tlakg xalaktsu xtakilhstukat xalaktsu kuksasan, c) likxilhat takatsin chu talhkapastakni lantla chankan chu lantla tlan na liskujkan anta akgtum pulataman wanikan Chipahuatlan, Olintla.

Wa xalilhakin uyma xalichan tiyat litalakaskil akgtum diseño experimental xla bloques completamente al azar (DBCA), anta niku kgalhilh tekgampatati tiyat lichanan chu uyma tipakisis tawilalh. Wa tachan xalak walhten talakaskil akgtum diseño experimental completamente al azar niku puxumatsayan tachanan taxtulh lata kगतunu xalak kaxlan chuchut taka xtlawalh. Wan chu xa lantla talak putsulh xla takatsin xlakata xalaktsu kuksasan tatlawalh xla takgalhskinin xa totonaco. Wantu taxtucha uyma taputsan tasiyulh pi wa xa lichanan tiyat wantu xlitalkaskinit xkgotxkga kapen wa tlakg talhman masiyulh xalakxtsu kuksasan, tlakg tsinka tasiyulh xaskakni chu xa stakga uyma tachanan, lata makgapsin lichanan tiyat. Wa chuxa xalakwalten tachanan, wa xalaktsu kuksasan nitalalhilh wa xalakaxlan chuchut, chu wa xa masni chu wantu kalhikgolh hongo talalhinkgolh uyma xalak kaxlan chuchut wantu lital kaskinkgolh. Wa xalak kaxlan

chuchut wantu xkgalhi kinetina chu ácido naftalenacético wa tlakg talhman masiyal xamasni laktsu xtakilhstukat kuksasan chu na chuna hongo. Xa auytiya tasiyu pi wa latamanin kgalhekgoy takatsin chu talhkapastakni xlakata lantla makgtakgalkan chu cuenta tlawakan uyma xalak kakiwin palhma. Akni ankgoy putsokoy uyma kuksasan, wa latamanin akxilhkgoy lantla staknit chu lantla xlihuwa tasiyuy uyma tachanan. Wantu uyma tlawakgoy xlanan makgaxtakgoy wa xalaktsu kuksasan chu na chuna wantu xananit chu na manwa kkgoy wantu pekuata staknit chu wantu tlakg masiyay xatuwan. Wa uyma talakgchan uyma xla taputsan na litalakaskin xlakata lantla tlan nachankan chu liskujkan uyma palhma xalak kakiwin niku anankgoy.

**Xlitakgskan:** kuksasan, tequelite, xkgotxkga kapen, laktsu takilstukat, xlimalakgpunukan.



## Abstract

*Peperomia peltilimba* is a native, wild, edible and medicinal plant that takes advantage of its natural habitat as it is a species that is not managed or cultivated. Its study is still scarce in Mexico, despite being considered a species vulnerable to extinction. In the Sierra Norte de Puebla (SNP), mainly in the Totonaco culture it is known as Xalaktsu kuksasan and in Spanish as tequelite chico. In this region, it is offered in local markets through bundles or rolls with a price of five and ten pesos as a condiment to prepare different stews due to its particularity in smell and flavor similar to that of cilantro (*Coriandrum sativum*). Excessive harvesting of its natural habitat and other anthropogenic factors can compromise the availability of this phylogenetic resource that is part of the diet of the native peoples of the SNP. Currently, studies focused on its massive multiplication, from the use of different vegetative parts, are scarce, and also the traditional knowledge around it is being lost. The objectives of the present study were: a) Evaluate the growth and development of *P. peltilimba* cuttings in nursery conditions in different substrates. b) Evaluate the growth of *P. peltilimba* explants in different *in vitro* culture media c) To analyze the local knowledge and perception about the management of *P. peltilimba* in the community of Chipahuatlán, Otlintla. For the evaluation of the substrates, a completely Randomized Complete Block Design (RCDB) with four treatments and five repetitions was used. For the *in vitro* culture, a completely randomized experimental design was used with 28 repetitions in each treatment (culture media). To analyze the knowledge and perception around tequelite chico, semi-structured interviews were conducted, interpreted in Totonaco. The results indicated that the substrate made with coffee fruit pulp compost was the treatment that generated plants with the highest number of shoots, the highest dry weight and the highest fresh weight, compared to the other treatments. For *in vitro* culture, the emission of vegetative shoots was independent of the treatments, while the oxidation and fungal contamination were dependent on the treatments used, where the treatment with kinetin and naphthaleneacetic acid had the lowest oxidation and fungal contamination of explants, respectively. And finally, it was identified that the inhabitants of the community have ecological knowledge about the management and conservation of the species. During

the collection of small tequelite, the inhabitants use conservation practices related to knowledge about the growth and development of the plant, the most relevant are: keep plants with vegetative or floral shoots within their natural habitat and only cut plants with more developed and mature leaves. The results of this study can be a reference for sustainable management programs in the regions where this species is distributed.

**Keywords:** kuksasan, tequelite, coffee pulpa, cutting, vegetative propagation.

## I. INTRODUCCIÓN

*Peperomia* es un género de plantas herbáceas de aproximadamente 1500 a 1700 especies, su principal distribución comprende las regiones tropicales y subtropicales del mundo (Wanke *et al.*, 2006; Vergara-Rodríguez, 2013; Zotz, 2016; Samain y Tebbs, 2020). Vergara-Rodríguez (2013) reporta que la mayor concentración de especies de este género se encuentra en Centroamérica y Sudamérica, incluyendo México, cabe mencionar que gran parte de las especies son nativas de los Andes y de la región amazónica e incluso algunas de ellas son consideradas endémicas en México y Centroamérica (Basurto-Peña *et al.*, 1998; Vergara-Rodríguez, 2013). Las plantas de este género son epífitas, rupícolas (plantas que crecen encima de otras), saxícolas ó epilíticas (plantas que viven o se asocian con las rocas) en ocasiones geófitas (crecimiento subterráneo), su hábitat principalmente son las rocas (Vergara-Rodríguez, 2009; Cházaro-Basáñez *et al.*, 2012). Las peperomias son poco conocidas, incluso la gran mayoría carecen de nombre común, quizás por tener flores inconspicuas (no vistosas) (Cházaro-Basáñez *et al.*, 2012; Vergara-Rodríguez, 2013).

En México, *Peperomia* sp. se ha registrado al menos en 28 estados, de los cuáles *Peperomia peltilimba* C. DC. Ex Trelease se ha reportado en Veracruz, Oaxaca, Chiapas, Puebla, Guerrero, Hidalgo, Querétaro y Tabasco (Vergara-Rodríguez *et al.*, 2017; DGRU, 2021) donde es utilizada principalmente con fines alimenticios y medicinales. En su aprovechamiento, se utiliza toda la planta y en ocasiones únicamente las hojas, aunque sus usos no han sido ampliamente descritos (Basurto-Peña *et al.*, 1998; Vergara-Rodríguez, 2013; Pérez-Nicolás *et al.*, 2018).

En la Sierra Norte de Puebla se puede encontrar a *P. denticularis* Dahl y *P. peltilimba*, ésta última tiene mayor importancia cultural y económica debido a que sustituye al cilantro (*Coriandrum sativum*) por sus características en olor y sabor (Basurto-Peña *et al.*, 1998; Vergara-Rodríguez, 2013). En esta región forma parte del grupo de los quelites debido a su forma de uso y es conocida en la lengua totonaca como Xalaktsu kuksasan y en castellano como tequelite chico (Guerra-Ramírez *et al.*, 2020). Esta especie es comercializada en los mercados locales como un condimento para elaborar diferentes guisos. Su obtención se basa en la recolección en su hábitat natural que,

aunado al cambio en el uso del suelo por actividades agrícolas y asentamientos humanos, la deforestación y el cambio climático, han ocasionado la disminución y escasez de esta especie considerada como vulnerable a la extinción (Samain y Tebbs, 2020).

Lo anterior, incentivó la realización del presente estudio que incluyó actividades de campo y de laboratorio para evaluar y proponer diferentes técnicas de propagación vegetativa de *P. peltimba*, así como la documentación del conocimiento local sobre esta especie. Los resultados son un precedente sobre el manejo y aprovechamiento de *P. peltimba* en la Sierra Norte de Puebla y en México.

## II. JUSTIFICACIÓN

*Peperomia peltilimba* es una planta silvestre (no manejada, ni cultivada) con uso comestible y medicinal en México, conocida como cilantrillo de monte en alusión a su sabor similar al del cilantro (*Coriandrum sativum*) (Basurto-Peña *et al.*, 1998; Vergara-Rodríguez, 2013; Pérez-Nicolás *et al.*, 2018).

En algunos municipios de la Sierra Norte y Sierra Negra en el Estado de Puebla, esta especie tiene mayor importancia cultural y económica ya que se ofrece en los tianguis locales con un valor monetario o en su caso se intercambian por otros productos básicos como el maíz (Mota-Cruz *et al.*, 2009; Blancas-Vázquez *et al.*, 2017), generalmente la especie es utilizada para preparar guisados y otros platillos regionales (Vergara-Rodríguez y Kromer, 2011; Guerra-Ramírez *et al.*, 2020).

Hasta la fecha, *P. peltilimba* se aprovecha de su hábitat natural y durante su extracción no se aplican técnicas que garanticen su conservación (Mota-Cruz *et al.*, 2009; Guerra-Ramírez *et al.*, 2020; Vergara-Rodríguez y Kromer, 2011). Lo anterior pone en riesgo la disponibilidad de este recurso, que, aunado al cambio en los patrones climáticos, las modificaciones en el uso del suelo, la deforestación, entre otras actividades antropogénicas; pueden ocasionar la pérdida total de la especie, y en consecuencia afectaciones en la identidad cultural y pérdida de conocimientos sobre los principales usos tradicionales del tequelite chico (Pardos-Salas *et al.*, 2021).

El uso de *P. peltilimba* en el comercio y en la gastronomía local constituye un icono cultural y patrimonial, históricamente construido por hombres y mujeres como una expresión de resistencia cultural. Por tal motivo, es necesario promover acciones que puedan contribuir a su conservación, rescate, valoración y documentación de las prácticas y saberes con fuerte connotación cultural sobre la especie en algunas comunidades originarias de México. En este sentido, el objetivo del presente estudio fue evaluar dos métodos de propagación vegetativa del tequelite chico y documentar el conocimiento tradicional tutunaku sobre esta especie para contribuir a su conservación y manejo.

### III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El tequelite chico (*Peperomia peltilimba*) es una planta silvestre con uso comestible y medicinal que forma parte de la diversidad biológica y patrimonio biocultural de los pueblos originarios de México (Basurto-Peña *et al.*, 1998; Guerra-Ramírez *et al.*, 2020; Pérez-Nicolás *et al.*, 2018). Su extracción se realiza a partir de su hábitat natural para fines de autoconsumo y para su comercialización en los mercados locales en la Sierra Norte y Negra del Estado Puebla (Mota-Cruz *et al.*, 2009; Cházaro-Basáñez *et al.*, 2012). Sin embargo, la extracción excesiva y mal manejo de la especie, podría comprometer la disminución de la misma en los ecosistemas naturales, como ha ocurrido en otras regiones del Estado de Puebla (Vergara-Rodríguez y Krömer, 2011; Blancas *et al.*, 2014).

A pesar de lo anterior, las investigaciones en México sobre el tequelite chico se han enfocado a aspectos botánicos, etnobotánicos y de distribución, por tal motivo, no existen informes y/o estudios que describan, evalúen y establezcan técnicas de propagación vegetativa de la especie ya sea para su manejo o conservación *in situ* o *ex situ*.

Vergara-Rodríguez y Krömer (2011) indicaron que las características vegetativas de *P. peltilimba* podrían facilitar su domesticación utilizando como medio de soporte materia orgánica. Así mismo, el cultivo *in vitro* ha sido una herramienta efectiva en la propagación de otras especies de *Peperomia sp.*, se ha demostrado que la multiplicación masiva mediante el cultivo *in vitro* puede tener resultados favorables, entre las que se encuentran los trabajos de Hany y Amira (2014) y Shekhawat y Manokari (2015) con la propagación de *Peperomia pellucida* L. mediante organogénesis directa y la micropropagación y organogénesis de *Peperomia obtusifolia*.

Estos antecedentes indican que la propagación vegetativa del tequelite chico es viable, por lo que es necesario realizar estudios de propagación vegetativa con sustratos presentes en la Sierra Norte de Puebla y bajo condiciones *in vitro*, para determinar los medios adecuados en su desarrollo y crecimiento. Similarmente, es importante documentar el conocimiento tradicional tutunakú sobre el manejo de este recurso

fitogenético. Es así, como el presente estudio pretende contribuir en la generación de conocimientos científicos en torno al manejo del tequelite chico, integrando los conocimientos tradicionales tutunakú.

#### **IV. HIPÓTESIS**

1. Al menos un sustrato favorece el crecimiento y desarrollo de *P. peltlimba* en condiciones de vivero.
2. Al menos un medio de cultivo favorece la generación de brotes vegetativos en los explantes de *P. peltlimba* en condiciones de cultivo *in vitro*.
3. La comunidad de Chipahuatlán conserva prácticas tradicionales y conocimientos en torno a *P. peltlimba*.

#### **V. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

##### **5.1. General**

Evaluar dos métodos de propagación vegetativa de *Peperomia peltlimba* y documentar el conocimiento tradicional de la especie para contribuir en su conservación y manejo en la Sierra Norte de Puebla.

##### **5.2. Particulares**

1. Evaluar en diferentes sustratos el crecimiento y desarrollo de esquejes de *P. peltlimba* en condiciones de vivero.
2. Evaluar en diferentes medios de cultivo *in vitro* el crecimiento de explantes de *P. peltlimba*.
3. Analizar el conocimiento local y la percepción sobre el manejo de *P. peltlimba* en la comunidad de Chipahuatlán, Olintla.



## VI. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

### 6.1. Género *Peperomia* Ruiz y Pavón

El nombre genérico *Peperomia* proviene del griego y significa parecido a la pimienta, en alusión a su fruto (Coombes, 1999). *Peperomia* comprende un número indeterminado de especies, se distribuye principalmente en las regiones tropicales y subtropicales de ambos hemisferios, su presencia se reporta en América Latina, Europa y Asia (Martínez-Colín *et al.*, 2006; Villa-Ruano *et al.*, 2018). Las plantas que pertenecen a este género son hierbas terrestres y epífitas con tallos rectos o rastreros, perennes, con raíces tuberculosas, con tallos rollizos, angulosos aplanados. Sus hojas son alternadas, opuestas o verticiladas sin estípulas; con hojas glabras o pubescentes con puntos translúcidos. Sus inflorescencias son terminales o axilares, con picos o racimos. Las flores bisexuales son subtenidas por brácteas peltadas, perianto ausente; con dos estambres en cada flor unida a la base de la bráctea floral, con filamentos más cortos y anteras uniloculares, dehiscencia longitudinal, extrusión; y ovario sésil o pedicelado discreto. Los frutos son bayas o drupas, con superficie lisa a glandulosa, a veces con pseudocúpula, sésil o con (pseudo) pedicelo con o sin rostro (Torres-Hormaza *et al.*, 2020; Samain y Tebbs, 2020).

Este género es considerado uno de los más grandes de las angiospermas basales y epífitas, con aproximadamente de 1500 a 1700 especies (Wanke *et al.*, 2006; Zotz, 2016). Torres-Hormaza *et al.* (2020) consideran que algunas especies son morfológicamente similares entre sí, lo que dificulta su caracterización, este último requiere esfuerzos de muestreo y herborización de ejemplares para la identificación. En este sentido, Vergara-Rodríguez *et al.* (2017) indicaron que, en México, el conocimiento sobre el género *Peperomia* es aún limitado por la dificultad de diferenciar su especie.

En concreto, hasta la fecha, los estudios botánicos y etnobotánicos de algunas especies tales como: *Peperomia berlandieri* Miq., *P. hintonii* Yunck, *P. macrostachya* (Vahl) A. Dietr., *P. pellucida* (L) Kunth, *P. mexicana* (Miq) Miq, *P. hispidula* (Sw). A. Dietr, *P. campyloptopa* A. W. Hill, *P. cordovana* C. DC., *P. collocata* Trel., *P. quadrifolia*

(L.) Kunth, *P. donaguiana* C. DC, *P. deppeana* Schldl. et Cham, *P. galioides* Kunth, *P. limana* Trel. et Standl, *P. maculosa*, *P. obtusifolia* (L) A. Dietr., *P. rotundifolia* (L.) Kunth, *P. tetraphylla* (G. Forst) Hook. Et Arn, *P. peltata* (L.) A. Dietr, *P. hernandiifolia* (Vahl,) A. Dietr, *P. hobbitoides* T. Wendt., *P. peltilimba* C. DC. ex Trel. (Martínez-Colín *et al.*, 2006; Wanke *et al.*, 2006) contribuyen con información relevante desde la descripción, distribución, importancia y usos de la especie en México.

### 6.1.1 Clasificación infragenérica del género *Peperomia*

Lo que respecta a su clasificación a nivel infragenérico, para el género *Peperomia*, hasta la fecha, solo se han reportado 21 especies, en dicho listado se ubica a *P. peltilimba* (Samain y Tebbs, 2020):

- 1 Plantas con tubérculo perenne; hojas suculentas.
  - 2 Tallo aéreo presente; base de la hoja cordada .....***P. asarifolia***
  - 2 Tallo aéreo ausente; hoja peltada.
    - 3 Tubérculo con raíces en la base .....***P. basiradicans***
    - 3 Tubérculo con raíces en el ápice.
      - 4 Envés de la lámina foliar verde con nervaduras moradas.....***P. ovatopeltata***
      - 4 Envés de la lámina foliar y nervaduras verdes..... ***P. bracteata***
- 1 Plantas sin tubérculo perenne, aunque las especies anuales a veces con pequeños tubérculos translucidos; hojas suculentas o membranáceas.
  - 5 Plantas terrestres.
    - 6 Hojas alternas .....***P. donaguiana***
    - 6 Hojas verticiladas u opuestas.
      - 7 Fruto sésil ..... ***P. subblanda***
      - 7 Fruto sobre pseudopedicelo de ca. 0.5 mm de largo.....***P. blanda***
  - 5 Plantas epífitas o saxícolas.
    - 8 Plantas anuales; hojas membranáceas; fruto con un pedicelo largo.
      - 9 Planta con ramificación tricotómica .....***P. hintonii***
      - 9 Planta con ramificación irregular .....***P. hispiduliformis***
    - 8 Plantas perennes; hojas suculentas; fruto sésil o subsésil con un (pseudo) pedicelo corto.
      - 10 Hojas alternas.
        - 11 Hojas palmatinervias.

- 12 Hojas peltadas .....***P. peltilimba***
- 12 Hojas no peltadas.
  - 13 Planta rastrera .....***P. glabella***
  - 13 Planta erecta ..... ***P. donaguiana***
- 11 Hojas pinnatinervias.
  - 14 Rostro del fruto recto, de 0.3 a 0.4 mm de largo ..... ***P. magnoliifolia***
  - 14 Rostro del fruto apicalmente curvado, de 0.5 a 0.6 mm de largo.
    - 15 Planta densamente ramificada ..... ***P. obtusifolia***
    - 15 Planta ligeramente ramificada ..... ***P. pseudoalpina***
- 10 Hojas opuestas o verticiladas.
  - 16 Fruto sin pseudocúpula en la parte basal ..... ***P. leptophylla***
  - 16 Fruto con pseudocúpula en la parte basal.
    - 17 Lámina foliar de 2 a 10 cm de largo.
      - 18 Lámina foliar obovada a romboidal..... ***P. angustata***
      - 18 Lámina foliar elíptica a lanceolada.....  
***P. pseudopereskiifolia***
    - 17 Lámina foliar de 0.3 a 1.8 cm de largo.
      - 19 Lámina foliar romboidal ..... ***P. tetraphylla***
      - 19 Lámina foliar obovada, espatulada, orbicular o elíptica.
        - 20 Base de la hoja redondeada..... ***P. edulis***
        - 20 Base de la hoja cuneada.
          - 21 Planta ligeramente tomentosa... ***P. berlandieri***
          - 21 Planta glabra ..... ***P. quadrifolia***

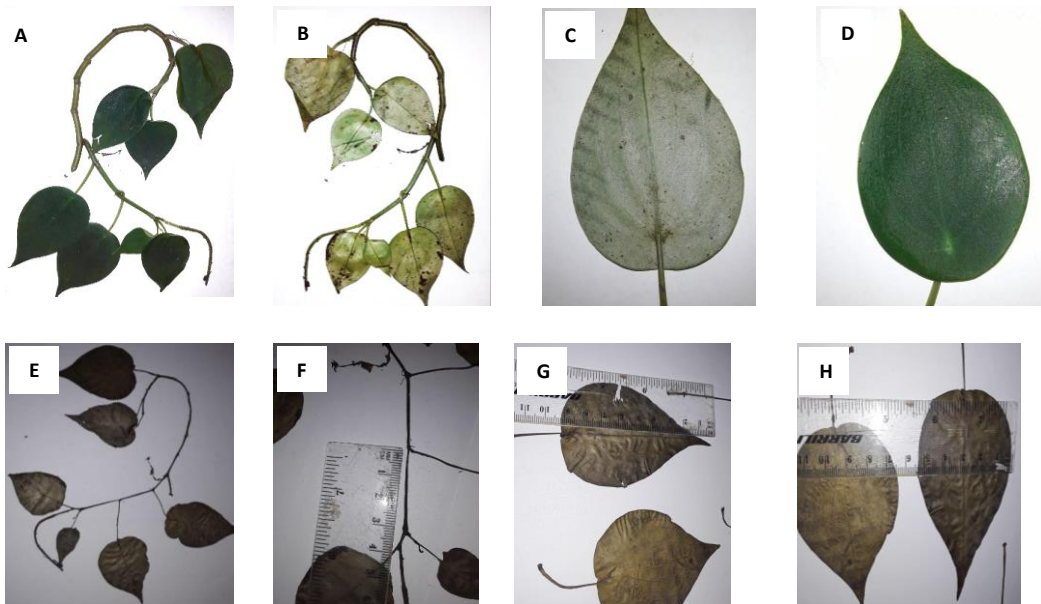
### 6.1.2 Descripción botánica del tequelite chico (*P. peltilimba*)

Cházaro-Basáñez *et al.* (2012), describen a *P. peltilimba* como una hierba epífita, rupícola, reptante y carnosa, la cual presenta las siguientes características:

- Tallo ocasionalmente péndulo, radicante, en promedio de 10 - 30 cm de largo con cicatrices foliares discretas, entrenudos de 3 a 7 cm de largo, pelúcido-punteado y glabro (**Figura 1 A, E, F**).
- Las hojas son alternas, uniformes en forma y tamaño a lo largo de los ejes, ampliamente ovadas a orbiculares, con 4-7 cm de largo y 4-6 cm de ancho,

largamente acuminadas apicalmente, redondeadas, obtusas o truncadas basalmente, pelúcido-punteadas y glabras (**Figura 1 B-D, G, H**).

- Su inflorescencia presenta las siguientes características: es axilar o terminal, con amentos geminados, erectos, verdes, en grupos de 3-4, 1.8-3.4 cm de largo, cortamente pilosos a retosos-puberulentos, pedúnculo 0.5-0.8 cm de largo, cortamente piloso y bracteado, raquis 2.5-4 cm de largo, glabro, flores densamente agrupadas, sésiles, brácteas florales membranáceas, rojo o anaranjado punteado-glandulares y estigma sub-apical.
- Su fruto es ovoide a elipsoide, con 0.7-0.9 mm de largo, con un rojo anaranjado-punteado, largamente rostrado, con el pico prominente de 0.2-0.4 mm de largo con un color café oscuro.
- Comúnmente es una hierba epífita reptante o escandente, carnosa y es de bajo sombra (esciófila) (Cházaro-Basáñez *et al.*, 2012).



**Figura 1.** Morfología vegetal de *P. peltimba* colectada en el municipio de Hueytlalpan, Puebla en un bosque mesófilo de montaña.

A) Ejemplar completo mostrando el haz de las hojas, B) Ejemplar completo mostrando el envés de las hojas, C) Envés de la hoja, D) Haz de la hoja, E) Ejemplar completo herborizado, F) Ejemplar herborizado con hojas alternadas, G) Largo de la hoja, H) Ancho de la hoja. Coordenadas geográficas: 20° 1'32.14" de latitud Norte y los 97°43'28.99" de latitud Oeste, 1015 msnm.

## 6.2. Distribución geográfica del tequelite chico

El conocimiento sobre la distribución de plantas epífitas vasculares en México es aún limitado (Gómez-Escamilla *et al.*, 2019). Sin embargo, la nueva generación de herramientas auxiliadas de modelos cartográficos, investigaciones y la base de datos digitales han contribuido a la identificación de las áreas geográficas con características específicas de las especies tanto de flora como de fauna, lo cual contribuyen e incrementan el conocimiento sobre su hábitat para una mejor comprensión de los parámetros biológicos y ambientales que le son propias (Cartaya *et al.*, 2016; Becerra-López *et al.*, 2016; Anguiano-Constante *et al.*, 2017). Maciel-Mata *et al.* (2015) definen un área de distribución de especies como aquella fracción del espacio geográfico donde una especie interactúa de manera no efímera con el ecosistema.

Lo anterior, las investigaciones etnobotánicas, botánicas, bases de datos de la UNAM y diversos artículos de divulgación científica elaboradas en México, han permitido identificar los principales municipios y entidades federativas donde se conoce y se distribuye el tequelite chico (*P. peltilimba*). Hasta 2022, la especie se ubicó en 57 municipios (Vergara-Rodríguez *et al.*, 2017; CONABIO, 2021; DGRU, 2021) distribuyéndose en los estados de Chiapas, Guerrero, Hidalgo, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Tabasco y Veracruz (Cházaro-Basáñez *et al.*, 2012; Guerra-Ramírez *et al.*, 2020; CONABIO, 2021) (**Figura 2**).

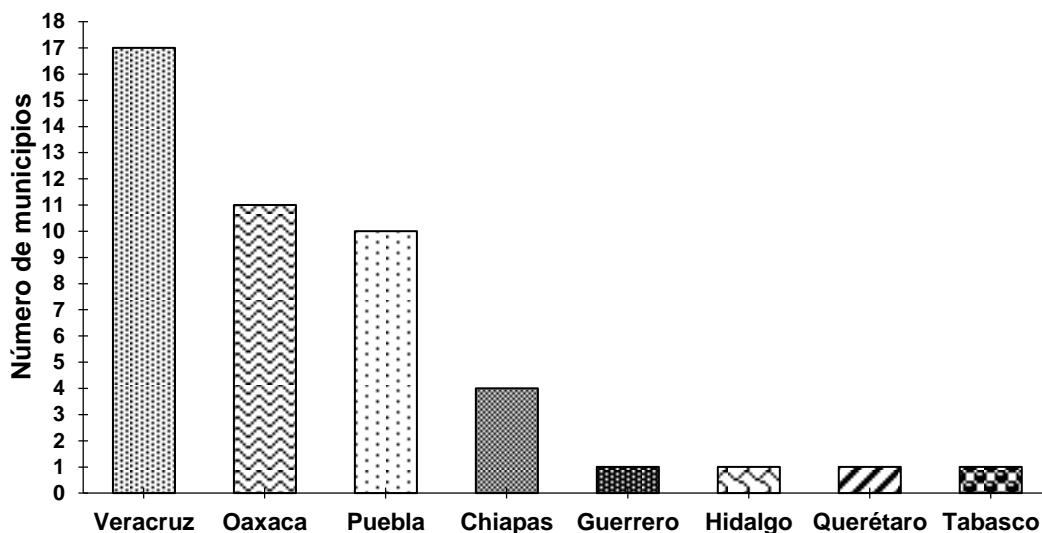
A la fecha, en Veracruz se ha reportado en los municipios de Acajete, Alto Lucero, Altotonga, Catemaco, Coatepec, Huayacocotla, Hueyapan de Ocampo, Jalacingo, Las Vigas de Ramírez, Macayapan, Coscomatepec, Misantla, Orizaba, San Andrés Tuxtla, Soteapan, Teocelo, Tlalnelhuayocan, Tlapacoyan, Xalapa, Xico y Zongolica (Cházaro-Basáñez *et al.*, 2012; Vergara-Rodríguez *et al.*, 2017; CONABIO, 2021) (**Figura 2**).

Mientras que, en Oaxaca, por su alta biodiversidad y cantidad de ecosistemas, la especie se identificó en los municipios de Guevea de Humboldt, Ixtlán de Juárez, San Felipe Usila, San José Tenango, San Juan Bautista Valle Nacional, Santa María Jacatepec, Santiago Camotlan, Santiago Comaltepec, Totontepec Villa de Morelos, Santiago Lachiguiri. Estos municipios se ubicaron en las regiones de la Sierra Norte,

Sierra Sur, Papalopan, Itsmo y Cañada (Leija- Loredo *et al.*, 2016; Pérez-Nicolás *et al.*, 2018; Martínez-Bautista *et al.*, 2019 y DGRU, 2021) (**Figura 2**).

En Puebla, la especie se ha reportado en los municipios de Coyomeapan, Cuetzalan del Progreso, Huauchinango, Huehuetla, Jonotla, San Sebastián Tlacotepec, Tlatlauquitepec, Tuzamapan, Xicotepec, Xochitlan de Vicente Suarez y Zoquiapan (Cházaro-Basáñez *et al.*, 2012; DGRU, 2021; Guerra-Ramírez *et al.*, 2020 y CONABIO, 2021) (**Figura 2**). En Chiapas, *P. peltlimba* se identificó en los municipios de Cacahoatan, Chilon, La Concordia, Ocozocoautla de Espinosa, Pueblo Nuevo Solistlahuac, Rayón, Tenejapa, Unión Juárez, Villa Corzo, Villaflores y Yajalon (CONABIO, 2021 y DGRU, 2021) (**Figura 2**).

En Guerrero solo ha sido reportada en el municipio de Eduardo Neri; en el Estado de Hidalgo se ha reportado en Huejutla de Reyes (CONABIO, 2021 y Vergara-Rodríguez *et al.*, 2017); en Querétaro se reportó en Jalpan y en Tabasco se ha reportado en el municipio de Teapa (Samain y Tebbs, 2020; DGRU, 2021) (**Figura 2**).



**Figura 2.** Principales estados de México con reportes de *P. peltlimba* y su relación con el número de municipios a nivel estatal.

**Fuente:** Elaboración propia con información de Cházaro-Basáñez *et al.*, 2012; Blancas *et al.*, 2013; Vergara-Rodríguez *et al.*, 2017; Pérez-Nicolás *et al.*, 2018; Guerra-Ramírez *et al.*, 2020; Martínez-Bautista *et al.*, 2019; DGRU, 2021.

### 6.3. Importancia del tequelite chico como planta nativa

Las plantas comestibles locales son un recurso alternativo en la dieta de poblaciones indígenas y rurales, forman parte de la biodiversidad local y son una fuente importante de recursos fitogenéticos (Cilia-López *et al.*, 2015). El uso y manejo de la diversidad de especies de *Peperomia* es una práctica cotidiana ya que se tiene en cuenta en la alimentación, en la medicina, en el arte (ornamental) y en el comercio (Vázquez-Dávila *et al.*, 2010).

Hasta la fecha, los grupos indígenas como Chatino, Chinanteco, Mazateco, Mixe, Mixteco, Zapoteco, Náhua y Totonaco utilizan alguna especie de *Peperomia* en sus actividades cotidianas (Vázquez-Dávila *et al.*, 2010; Arellanes *et al.*, 2013; Guerra-Ramírez *et al.*, 2020). Mientras tanto, las etnias Nahua, Totonaco y Zapoteco han clasificado a *P. peltimba* como un quelite comestible y una planta medicinal (Arellanes *et al.*, 2013; Linares-Mazari y Bye-Boettler, 2015; Pérez-Nicolás *et al.*, 2017 y Martínez-Bautista *et al.*, 2019). La hoja de *P. peltimba* es utilizada en la elaboración de diversos platillos típicos por sus particularidades en olor y sabor similares al cilantro (*Coriandrum sativum*), también se consume cruda o cocida. El aceite esencial tiene propiedades farmacológicas (Vergara-Rodríguez y Kromer, 2011; Guerra-Ramírez *et al.*, 2020), existen trabajos etnobotánicos que catalogan a *P. peltimba* como planta medicinal en el caso de las culturas Zapoteca y Chinanteca, ambas del Estado de Oaxaca. Sin embargo, para el primer grupo étnico no se describe su forma de uso, mientras que para el segundo se menciona que utilizan la especie para tratar las inflamaciones en los pies. Otros grupos étnicos describen a la especie por sus características fenotípicas (tamaño, color, forma, etc.) y organolépticas (sabor, olor). En las comunidades hablantes de la lengua náhuatl se conoce como “Tequililitl” (Arellanes *et al.*, 2013), en la lengua Totonaca como laktsu kuksasan (Guerra-Ramírez *et al.*, 2020) y en Zapoteco como cuanya (Pérez-Nicolás *et al.*, 2017). Otros autores han reportado los siguientes nombres comunes: oreja de ratón, tequelite paxnikaka, nacasguio, nacsivio, cilantrillo de monte, najashuio hembra y cilantrillo (Cházaro-Basáñez *et al.*, 2012).

En Puebla y Veracruz, *P. peltimba* se recolecta en su hábitat natural, principalmente por el beneficio económico que obtienen las familias que se dedican a su comercialización (Vázquez-Dávila *et al.*, 2010; Cházaro-Basáñez *et al.*, 2012; Blancas-Vázquez *et al.*, 2017). En este sentido, Basurto-Peña *et al.* (1998) y Vergara-Rodríguez (2013) han considerado a la especie como una alternativa de producción económica en las regiones o comunidades donde se aprovechan para su uso alimenticio debido a sus características organolépticas parecidas al del cilantro (*C. sativum*).

Sin embargo, la disponibilidad de este recurso ha disminuido, ya que actualmente se obtiene de los hábitats naturales. Blancas *et al.* (2014), documentaron el siguiente testimonio:

“Allá en la tierra caliente se da el tequelite en unas peñas que están siempre mojadas. Yo creo que tiene como diez años que se empezó a vender en Tehuacán. Desde Aticpac hasta Eloxochitlán se daba.... ahora ya hay que caminar...en Aticpac ya no hay.... ya se acabó. Ahora si quiere usted juntarlo para vender tiene que caminar en el monte como cuatro horas de Aticpac”.

Su extracción, aunado al cambio en el uso del suelo por actividades agrícolas, asentamientos humanos, la deforestación y el cambio climático, han ocasionado la disminución y escasez de esta especie considerada como vulnerable a la extinción (Samain y Tebbs, 2020). Ante esta situación se requieren acciones que contribuyan a la conservación y manejo de la especie.



#### **6.4. Conservación y manejo de *Peperomia peltilimba***

El manejo de vida silvestre incluye aquellas acciones que se realizan para obtener beneficios ecológicos, socioculturales o económicos provenientes de la vida silvestre (Hernández-Silva *et al.*, 2018). La Ley General de Vida Silvestre (DOF, 2018) define a la vida silvestre como todo organismo que subsiste a los procesos de evolución natural y que se desarrollan libremente de su hábitat, mientras que el manejo consiste en la aplicación de métodos y técnicas para la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat.

*P. peltilimba* como recurso fitogenético puede conservarse mediante métodos de conservación *ex situ* e *in situ*. El último consiste en la conservación de los ecosistemas naturales en sus hábitats. Mientras que, en los primeros, la conservación se realiza en los denominados bancos de germoplasma o de genes (FAO, 2011). La preservación de la identidad genética de las variedades para su uso local y la conservación *ex situ* mediante técnicas de cultivo de tejidos, garantizan el patrimonio genético (Bonilla-Morales *et al.*, 2015).

La propagación de plantas involucra el uso de ejemplares que presentan un genotipo específico. La multiplicación se realiza a través de propágulos, los cuales son cualquier parte de una planta que se utilice para producir una nueva, que puede ser a partir de una semilla, segmento de tejido, estacas o esquejes (Osuna-Fernández *et al.*, 2016). La necesidad de recurrir a estas técnicas surge ante la pérdida constante de la diversidad biológica existente en el planeta. Actualmente, especies nativas como *P. peltilimba* están consideradas como vulnerables a la extinción (Samain y Tebbs, 2020), por lo que su conservación es de interés no solo por su papel ecológico sino también por los beneficios que brinda a las comunidades donde es utilizada con fines medicinales y alimenticios (Domínguez-Díaz, 2010).

La conservación *in vitro* consiste en el cultivo de plantas o explantes, obtenidos mediante micropropagación en condiciones de asepsia, libres de patógenos y condiciones controladas en cámaras de cultivo (Bonilla-Morales *et al.*, 2015). Motivo

por el cual, se han desarrollado metodologías de propagación de cultivo *in vitro*, ya que no solo permite la clonación de plantas seleccionadas por su alta productividad en frutos u otra característica fenotípica, sino que permite una mayor disponibilidad de material vegetal para el establecimiento de plantaciones (Núñez *et al.*, 2017; Castillo-Ontaneda *et al.*, 2020). Esta técnica puede ser una alternativa para propagar a las especies que presentan dificultades con los métodos convencionales (Celis-Forero, 2018).

En el género *Peperomia* se ha demostrado que la propagación de *Peperomia albovittata*, *P. galioides* y *P. obtusifolia* mediante técnicas de cultivo *in vitro* es viable, a partir del uso de diferentes explantes (segmentos de tallo de un solo nudo, segmentos de hoja) para la inducción de callos y la organogénesis directa mediante la combinación de reguladores de crecimiento (Hany y Amira, 2014; Rojas-Idrogo *et al.*, 2020). La organogénesis se refiere a la producción de brotes y raíces ya sea inducidos a partir del callo (organogénesis directa) o a través del tejido de explante original en el que normalmente no se generan tales órganos (organogénesis indirecta) (Soltero *et al.*, 2013).

Los reguladores vegetales son compuestos sintetizados químicamente u obtenido de otros organismos y se han convertido en las primeras herramientas reconocidas capaces de controlar el crecimiento y la actividad bioquímica de las plantas (Alcantara Cortes *et al.*, 2019). Estos reguladores de crecimiento se clasifican según su estructura molecular, su actividad a nivel vegetal entre otras funciones. Entre las auxinas se encuentra el Ácido naftalenacético y en las citoquininas se encuentra la Kinetina. Para su aplicación se requieren conocimientos sobre los efectos en los procesos fisiológicos en las plantas (Chávez-Suárez *et al.*, 2012).

El uso de sustratos locales también es una alternativa que permiten contribuir a la conservación de los recursos fitogenéticos, sin embargo, es necesario su estudio y análisis con fines de manejo. En general los sustratos son medios para promover el soporte físico de las plantas y además les proporciona agua y nutrientes para un

apropiado funcionamiento de las raíces (Pire y Pereira, 2003). Las ventajas del uso de los sustratos locales son su disponibilidad y menor costo, así mismo tiene un origen orgánico que se puede aprovechar a través de desperdicios que se generan localmente (Cruz-Crespo *et al.*, 2013). En este sentido, las alternativas para el manejo del tequelite chico incluyen el uso de técnicas de cultivo *in vitro*, así como el uso de sustratos para su propagación.

## VII. CAPÍTULO I. EFECTO DE DIFERENTES SUSTRATOS EN EL CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE *Peperomia peltilimba*

### RESUMEN

En la Sierra Norte de Puebla, se encuentra *Peperomia peltilimba* C. Dc. Ex trelease conocida en la lengua totonaca como Xalaktsu kuksasan y en castellano como tequelite chico. Esta planta es comercializada en los mercados locales como un condimento para elaborar diferentes guisos y como sustituto del cilantro (*Coriandrum sativum*). Su obtención se basa en la recolección en su hábitat natural como un quelite silvestre no manejado ni cultivado, actualmente es una especie considerada vulnerable a la extinción. La extracción excesiva de la especie aunado al cambio por el uso de suelo debido a las actividades agrícolas y a los asentamientos humanos, el cambio climático y otras acciones antropogénicas; pueden comprometer la disponibilidad de este recurso genético, que forman parte de la alimentación de algunas comunidades de México. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de cuatro sustratos considerados como tratamientos (T1, T2, T3, T4) en el crecimiento y desarrollo de *P. peltilimba* bajo condiciones de vivero. Se utilizó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA). Las variables evaluadas fueron porcentaje de enraizamiento, número de brotes, número de hojas, altura de planta, peso seco y peso fresco de planta completa. La hipótesis fue que al menos un sustrato favorece el crecimiento y desarrollo de esquejes de *P. peltilimba*. Los resultados indicaron que, el sustrato elaborado con composta de pulpa del fruto del café, fue el tratamiento que generó mayor número de brotes, mayor peso seco y mayor peso fresco, en comparación con los demás tratamientos a los 228 días después de trasplante de los esquejes.

**Palabras clave:** pulpa de café, tequelite, esqueje, propagación vegetativa.

## EFFECT OF DIFFERENT SUBSTRATES ON THE GROWTH AND DEVELOPMENT OF *Peperomia peltilimba*

### Abstract

In the Sierra Norte de Puebla, *Peperomia peltilimba* C. Dc. Former trelease known in the Totonac language as Xalaktsu kuksasan and in Spanish knows as Tequelite chico. This plant is for sale in local markets as a condiment to make different stews and as a substitute for coriander (*Coriandrum sativum*). It's obtaining is based on the collection in its natural habitat as a wild quelite not managed or cultivated, it is currently a species considered vulnerable to extinction. The excessive extraction, coupled with the change in land use due to agricultural activities and human settlements, climate change and other anthropogenic phenomem; those phenomena can compromise the availability of *P.peltilimba*, which is part of the diet of some communities in Mexico. The objective of this paper was to evaluate the effect of four substrates considered as treatments (T1, T2, T3, T4) on the growth and development of *P. peltilimba* under nursery conditions. A Randomized Complete Block Design (RCDB) was used. The variables evaluated were rooting percentage, number of shoots, number of leaves, heigh of plant, dry weight and fresh weight of the whole plant. The hypothesis was that at least one treatments favors the growth and development of *P. peltilimba* cuttings. The results indicated that the substrate made with coffee fruit pulp compost was the treatment that generated the highest number of shoots, the highest dry weight and the highest fresh weight, compared to the other treatments at 228 days after transplanting the seeds. cuttings.

**Keywords:** coffee pulp, tequelite, cutting, vegetative propagation.

## 7.1. Introducción

La familia Piperaceae incluye plantas herbáceas con un número indeterminado de especies, se distribuyen en las regiones tropicales y subtropicales del mundo (Cházaro-Basáñez *et al.*, 2012). En esta familia se encuentra el género *Peperomia* sp., presente en México, en este país se han realizado estudios principalmente sobre su riqueza y distribución geográfica (DGRU, 2021).

En la Sierra Norte de Puebla (SNP), *Peperomia peltilimba* C. Dc. Ex trelease es conocida en la lengua totonaca como Xalaktsu kuksasan y en castellano como tequelite chico (Guerra-Ramírez *et al.*, 2020), se comercializa en los mercados locales mediante pequeños manojos o rollos como un condimento para elaborar diferentes guisos y como sustituto del cilantro (*Coriandrum sativum*). Su obtención se basa en la recolección en su hábitat natural como un quelite silvestre no cultivado ni manejado (Mota-Cruz, 2009; Vergara-Rodríguez y Kromer, 2011). La recolección excesiva de la misma, el cambio por el uso de suelo por actividades agrícolas y asentamientos humanos, el cambio climático y otras acciones antropogénicas; pueden comprometer la disponibilidad de este recurso genético que forma parte de la alimentación de algunas comunidades locales de la SNP (Vergara-Rodríguez, 2013; Guerra-Ramírez *et al.*, 2020).

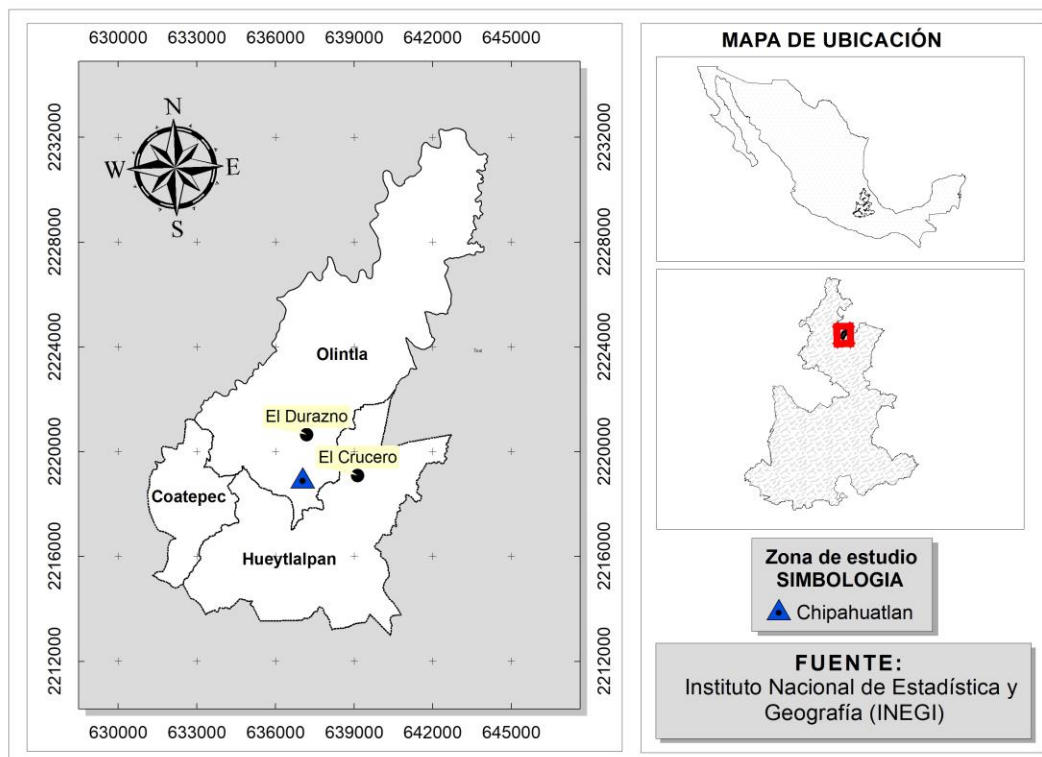
En México no se tienen registros sobre estudios enfocados en la propagación de *P. peltilimba* a pesar de ser considerada por Samain y Tebbs (2020) una especie vulnerable a la extinción. Lo anterior, se requieren esfuerzos para contribuir a su conservación, así como para su aprovechamiento. Vergara-Rodríguez y Kromer (2011) consideran que la especie es de fácil crecimiento y manejo por sus características vegetativas, además, proponen diversas materias primas útiles para su buen desarrollo. En este sentido, la hipótesis del presente capítulo es que al menos un sustrato elaborado con materiales disponibles en la SNP favorece el crecimiento y desarrollo de esquejes de *P. peltilimba*. Por tal motivo, el objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de cuatro sustratos en el crecimiento y desarrollo de *P. peltilimba* bajo condiciones de vivero.

## 7.2. Materiales y métodos

### 7.2.1 Descripción del área de estudio

El experimento se realizó en la comunidad de Chipahuatlán, la cual está situada en el municipio de Olintla en el Estado de Puebla, México; a una altura de 900 msnm. La comunidad colinda al norte con la colonia el Durazno de la Junta Auxiliar de Bibiano Hernández perteneciente al municipio de Olintla, al oeste con el municipio de Coatepec, al noroeste con un asentamiento denominado el Arenal del municipio de Olintla, al este con la comunidad el Crucero del municipio de Hueytlalpan y al sur con la cabecera municipal de Hueytlalpan (INEGI, 2010) (**Figura 3**).

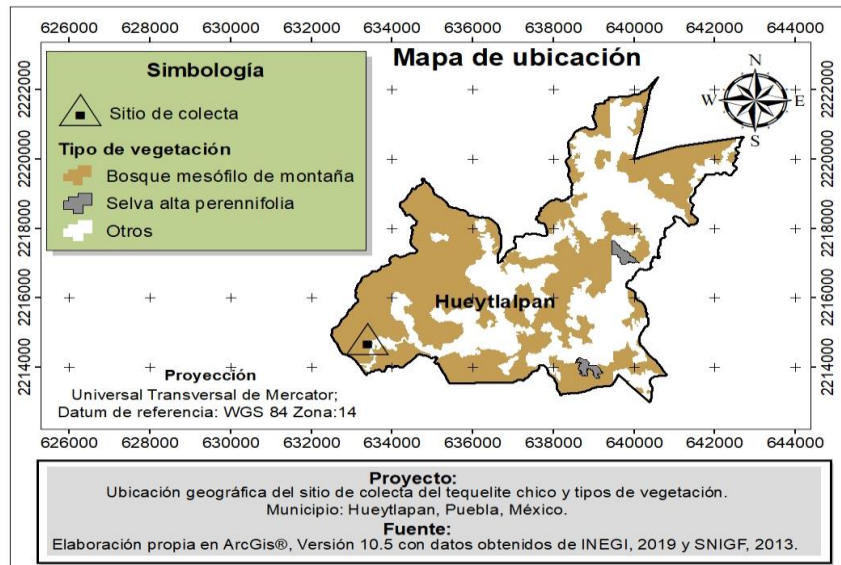
El clima que predomina es el semicálido húmedo con lluvias todo el año (ACf), y la temperatura media anual oscila entre 18 - 24°C, con precipitaciones de 2400 a 3600 mm (INEGI, 2010; INEGI, 2017).



**Figura 3.** Ubicación del área de estudio: Chipahuatlán, Olintla, Puebla, México. Elaboración propia con datos obtenidos de INEGI, 2019. Mapa elaborado en ArcGis® Versión 10.5.

## 7.2.2 Ubicación del sitio de colecta

El sitio de colecta se ubicó en el municipio de Hueytlalpan, Puebla y tuvo características de un bosque mesófilo de montaña. Se ubicó mediante un GPS (Garmin®, modelo Gpsmap 64s) con las coordenadas geográficas 20° 1'32.14" de latitud Norte y los 97°43'28.99" de latitud Oeste, con 1015 msnm (**Figura 4**).



**Figura 4.** Ubicación geográfica del sitio de colecta del tequelite chico (*P. peltimba*). Archivo personal. Elaboración propia en ArcGis® Versión 10.5 con base en datos obtenidos de INEGI, 2019 y SNIGF, 2013.

Los ejemplares fueron colectados e identificados como *P. peltimba*, mediante sus características botánicas (Cházaro-Basáñez *et al.*, 2012) y el uso de una clave taxonómica de acuerdo con lo indicado por Samain y Tebbs (2020) (**Figura 5**).



**Figura 5.** Hábitat natural de *P. peltimba*. A) Vista panorámica del hábitat natural, B) Georreferenciación, C) Características en hoja (*P. peltimba*), D) Ejemplar de *P. peltimba*.



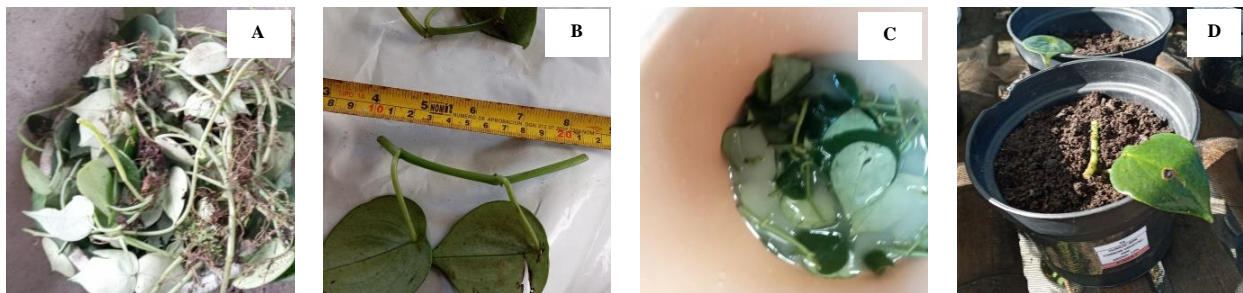
### 7.2.3 Material vegetal

La colecta se realizó en plantas madre que no presentaban síntomas de enfermedades y para evitar los daños físicos de hojas y tallos del material vegetal, este mismo se almacenó en una bolsa Glad® color negro para conservar su estado natural.

Del material vegetal colectado, se obtuvieron 80 esquejes con dos nudos y dos hojas, con un promedio de 4-9 cm de largo y 4-6 cm de ancho (**Figura 6 A, B**). Los fragmentos del tequelite chico se resguardaron por tres días en un lugar fresco y seco para la cicatrización de los cortes.

#### 7.2.3.1. Desinfestación de esquejes

Los esquejes se desinfectaron en una solución de hipoclorito de sodio al 3.5 % (CLARASOL®, Industrias Jlc, S.A. de C. V.) mediante inmersión por 2 minutos ( $5\text{ml L}^{-1}$ ). Posteriormente, se trataron con N-triclorometiltio-4-ciclohexeno-1,2- dicarboximida (CAPTAN 50 WP®) ( $2\text{g L}^{-1}$ ) mediante inmersión por 10 minutos (Cañizares y Jaramillo, 2015; Durango-Ballesteros y Humanez-Álvarez, 2017) (**Figura 6 C**). Después del tiempo transcurrido, se colocaron en un frasco previamente desinfectado con hipoclorito de sodio, por último, se trasplantaron en las macetas de 6" (**Figura 6 D**).



**Figura 6.** Material vegetal.

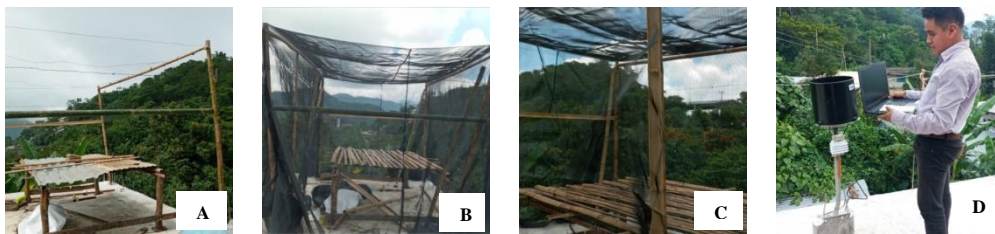
A) Colecta de material vegetal, B) Esqueje, C) Desinfección de esquejes, D) Trasplante de esquejes.

## 7.2.4 Establecimiento del experimento

### 7.2.4.1. Construcción del vivero

El experimento se realizó bajo condiciones de vivero donde se proporcionó la sombra mediante tres capas de malla sombra, cada una de 50 %. Las dimensiones de la estructura fueron de 2.5 m de altura, con 5.0 m de largo y 2.8 m de ancho. En el interior se instaló una mesa de (2.0 m de ancho y 4.0 m de largo) donde se colocaron las macetas de 6" (**Figura 7 A, B, C**).

Para medir la temperatura (°C) y humedad relativa (%) se instaló una microestación meteorológica (WatchDog serie 1000, marca Spectrum Technologies®) (**Figura 7 D**). Los datos almacenados en el datalogger se descargaron a un equipo de cómputo y la descarga se realizó hasta la conclusión del experimento. (**Figura 7 E**).



**Figura 7.** Diseño del vivero e instalación de la estación meteorológica.

A) Muestra panorámica de la estructura del vivero, B) Estructura cubierta con malla sombra al 50%, C) Vista panorámica al interior del vivero, D) Construcción de la base o sostén de los equipos (estación meteorológica), E) Descarga de información.

### 7.2.4.2. Sustratos y tratamientos

Para la preparación de los sustratos se utilizaron los siguientes insumos: composta de la pulpa del fruto del café (CPC), estiércol de vaca (EV), carbón vegetal (CV) y arena (A) en diferentes proporciones. Estas materias primas se cribaron en malla de 3 mm con la finalidad de separar las partículas de mayor tamaño. Cabe mencionar, estos son recomendados y utilizados para la propagación de especies del género *Peperomia* (Pérez-Montesino *et al.*, 2006; Mayol y Molina, 2014; Ponce-Alfonso *et al.*, 2014) (**Figura 8 A-F**).



**Figura 8.** Materias primas para la elaboración de los sustratos.  
 A) Composta de la pulpa del fruto del café cernida, B) Muestra de una porción de carbón vegetal, C) Carbón vegetal cernido, D) Estiércol de vaca cernido, E) Arena cernida, F) Preparación del sustrato.

Los tratamientos (T) evaluados fueron los siguientes:

- T1:** Composta de la pulpa del fruto de café (CPC) (100%).
- T2:** Composta de la pulpa del fruto de café (CPC) (60%), estiércol de vaca (EV) (30%) y arena (A) (10%).
- T3:** Estiércol de vaca (EV) (60 %), carbón vegetal (CV) (30%) y arena (A) (10%).
- T4:** Composta de la pulpa del fruto de café (CPC) (80%), carbón vegetal (CV) (10 %) y arena (A) (10 %).

### 7.2.4.3. Desinfección de los sustratos y macetas

Los sustratos se trataron mediante ebullición durante 30 minutos, esta técnica consiste en la colocación del bulto de sustrato en un recipiente con agua hirviendo (Álvarez, 2011) (**Figura 9 A, B**). Cada sustrato se procuró el cambio de agua entre un tratamiento y otro, al término se almacenó en un espacio limpio o cuarto de resguardo del material, donde se conservó por siete días para orear (Álvarez, 2011). Finalmente, los bultos fueron etiquetados para su identificación, clasificación y uso.

Las macetas de 6" se lavaron con 10 g L<sup>-1</sup> de detergente biodegradable en polvo (Roma®, Fabrica de Jabón La Corona S.A. de C. V.) realizando tres enjuagues con agua. Posteriormente se sumergieron en una mezcla de agua con hipoclorito de sodio al 3.5 % durante 10 minutos (5 ml L<sup>-1</sup>).

Adicionalmente, las macetas se sumergieron en agua hirviendo durante 20 minutos y una vez transcurrido el tiempo, se retiraron y se resguardaron en una bolsa de polietileno color negro (**Figura 9 C, D**).



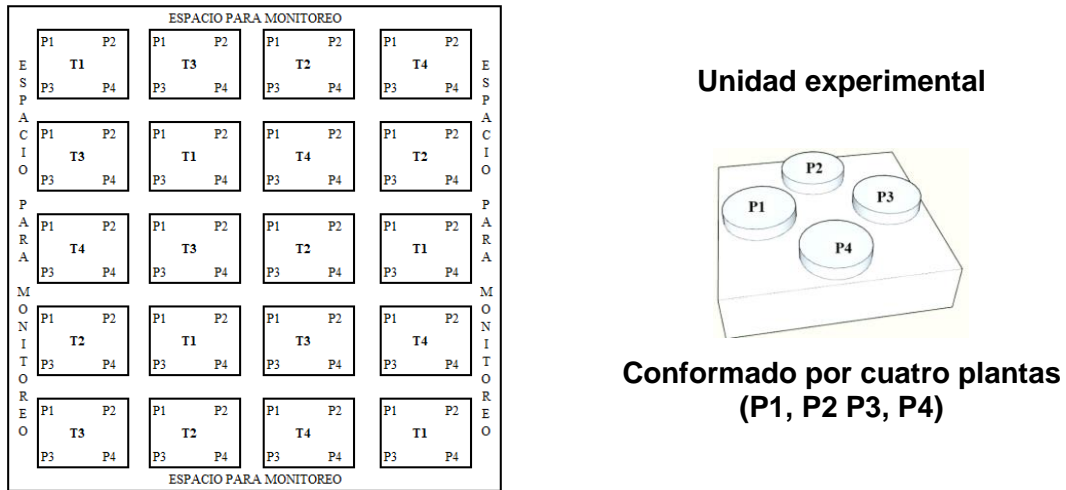
**Figura 9.** Esterilización de sustratos y macetas.

A) Colocación del recipiente en el fogón, B) Colocación del bulto de sustrato en el recipiente, C) Colocación de macetas en el recipiente con agua, D) Retiro de macetas tratadas (esterilizadas).

### 7.2.4.4. Diseño experimental

En este estudio se utilizó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con cuatro tratamientos (sustratos), cinco repeticiones, con un total de 20 unidades experimentales, cada una compuesta por cuatro plantas (Quintero-Sánchez *et al.*, 2008; Ordoñez *et al.*, 2012) (**Figura 10**). Este diseño experimental se considera útil cuando el material es heterogéneo o de diversos tratamientos, debido a la posibilidad de agrupar las unidades experimentales de cada tratamiento, y estos en bloques con

todos los tratamientos (Chaves-Vargas *et al.*, 2020). Este diseño se ha utilizado en investigaciones bajo condiciones de vivero en especies como *Abies religiosa*, *Coffea* sp. y *Tagetes patula* (Jaulis y Pacheco, 2015; Gallardo-Salazar *et al.* 2019).



**Figura 10.** Diseño experimental con Bloques Completamente al Azar (DBCA) con cuatro tratamientos (T1, T2, T3, T4) y cinco repeticiones. Elaboración propia.

La distribución de las macetas se etiquetaron incluyendo la composición de los sustratos utilizados (CPC, EV, CV y A) así como el número de tratamiento correspondiente (**Figura 11 A**). Finalmente se colocaron bajo el diseño experimental propuesto. (**Figura 11 B-C**).



**Figura 11** Preparación y llenado de macetas  
 A) Colocación de etiquetas, B) Ubicación de macetas por tratamiento, C) Colocación de etiquetas (Tipo T).

El riego se realizó mediante un aspersor manual (7 ml de agua por planta) en un horario de 6:00 a.m. a 7:00 a.m. cada tercer día. La aplicación del riego fue con la



finalidad de conservar la humedad en las macetas y evitar la deshidratación de los sustratos (Pérez-Montesino *et al.*, 2006).

#### 7.2.4.5. Caracterización físicoquímica de sustratos

El análisis físicoquímico de los sustratos se realizó por el Laboratorio de Análisis de Suelo de la empresa Fertilab S. de R.L. Las características físicas y químicas de cada sustrato se indican en el **cuadro 1**.

**Cuadro 1.** Características físico-químicas de los sustratos utilizados en la propagación vegetativa de *P. peltolimba*.

TRAT	CE (m <sup>-1</sup> )	(dS)	pH	HCO <sub>3</sub> (me/L)	Cl (me/L)	S-SO <sub>4</sub> (me/L)	N-NO <sub>3</sub> (me/L)	P-PO <sub>4</sub> (me/L)	Ca (me/L)	Mg (me/L)	Na (me/L)	K (me/L)	Fe (ppm)	Cu (ppm)
T1	2.81		7.46	1.88	0.83	2.15	20.76	1.46	14.96	7.18	0.88	5.22	0.679	0.02
T2	2.1		7.88	3.29	3.46	2.71	9.78	0.94	9.18	5.67	1.44	4.71	0.494	0.024
T3	2.37		7.91	4.32	3.8	3.85	9.99	0.85	10.95	7.74	1.24	3.88	0.679	0.032
T4	3.41		7.77	3.01	1.58	5.82	21.8	1.05	18.52	9.78	1.46	4.42	0.93	0.025
	Mn (ppm)	Zn (ppm)	B (ppm)	H (%)	DR (g/cm3)	DA (g/cm3)	EPT (%)	CA (%)	AFD (%)	AR (%)	ATD (%)	CRA (mL/L)	ADD (%)	
T1	0.205	0.094	0.623	68.59	1.82	0.53	70.88	4.78	4.55	7.81	12.36	661	53.74	
T2	0.143	0.076	0.379	45.8	1.94	0.64	67.01	1.66	10.74	7.1	17.83	653.5	47.52	
T3	0.176	0.093	0.33	26.91	1.94	0.45	76.74	6.29	3.94	5.49	9.43	704.55	61.03	
T4	0.218	0.104	0.418	47.33	1.97	0.65	67.01	1.96	3.01	4.22	7.23	650.5	57.82	

Tratamiento=Trat., CE=Conductividad eléctrica, pH= Potencial hidrógeno, Co=Colbato, HCO<sub>3</sub> = Bicarbonato, Cl= Cloro, S-SO<sub>4</sub> = Sulfato, N-NO<sub>3</sub> = Nitratos Ca=Calcio, P-PO<sub>4</sub>=Fosfatos, Mg=Magnesio, Na= Sodio, K=Potasio, Fe= Hierro, Cu= Cobre, Mn= Manganeseo, Zn= Zinc, B= Boro, H= Humedad, DR=Densidad real, DA= Densidad aparente, EPT= Espacio poroso total, CA= Capacidad de aireación, AFD= Agua fácilmente disponible, AR= Agua de reserva, ATD= Agua total disponible, CRA= Capacidad retención de agua, ADD= Agua difícilmente disponible.

#### 7.2.5 Variables evaluadas

**Número de esquejes enraizados.** Corresponde al número de esquejes en los que se observó la presencia de un brote radical del esqueje sin importar el número y la longitud de la misma. Se contabilizó a partir de los 28 días y posteriormente a los 39, 43, 47, 53, 67 y 104 días después del trasplante (**ddt**) de los esquejes.

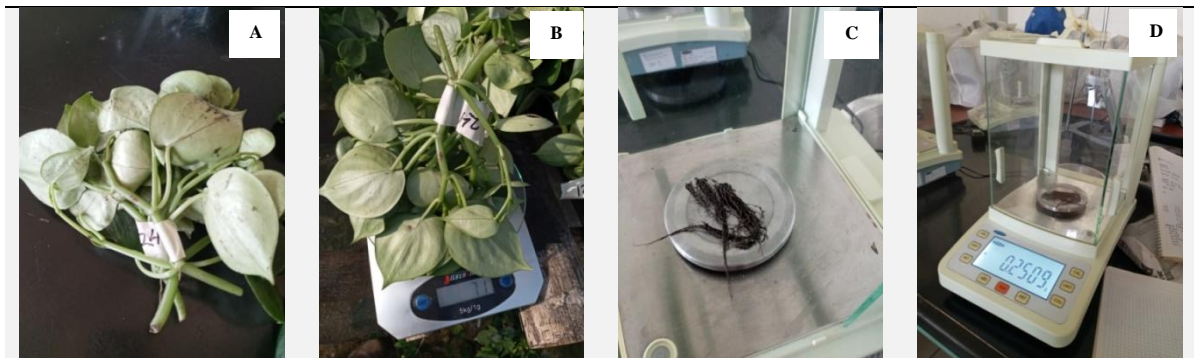
**Número de brotes por esqueje.** Se consideró como brote, la presencia de un nuevo tejido que sobresale de las yemas del esqueje. Se contaron el número presente de la misma a los 41, 46, 52, 59, 67, 74, 81, 88, 96,102,109, 116, 123, 130, 137, 145, 151, 158, 172, 180, 186, 193, 201, 208 y 228 ddt.

**Altura total de las plantas.** Es la longitud de la planta en forma vertical expresada en centímetros. Se contabilizó a partir de los 67, 74, 81, 88, 96,102,109, 116, 123, 130, 137, 145, 151, 158, 172, 180, 186, 193, 201, 208, 228 ddt.

**Número de hojas por planta.** Es la presencia de fascículas presentes en cada una de las plantas y esta se contabilizó en las mismas fechas correspondientes de la altura total de las plantas.

**Peso biomasa aérea (fresco y seco):** El peso fresco de la biomasa se obtuvo considerando la planta cortada a partir del tallo y posteriormente pesada en gramos en una báscula digital marca Silverline de 5 kg (**Figura 12 A, B**). Para obtener la biomasa seca se utilizó un horno de secado (ECOSHEL®, modelo 053-A) donde se colocó el material vegetal durante 48 horas a 70°C, posteriormente la biomasa seca se pesó en una báscula digital. El peso de biomasa fresco y seco se evaluó únicamente a los 228 ddt.

**Peso fresco y seco de raíz:** El peso fresco del sistema radicular (expresado en gramos) se obtuvo a los 228 ddt. Posteriormente, la raíz se secó durante 48 horas a 70°C en un horno de secado y se registró el peso seco (**Figura 12 C, D**).



**Figura 12.** Peso de biomasa foliar y raíz.

A) Etiquetado de biomasa, B) Peso de biomasa foliar, C) Peso de raíz, D) Evaluación del peso de la raíz.

### **7.2.6 Análisis de los datos**

Se realizó un análisis de varianza para el número de esquejes enraizados, porcentaje de esquejes enraizados, número de brotes, número de hojas por planta, altura total de la planta, peso fresco y peso seco de biomasa y raíz de la planta con el PROC ANOVA del programa de Sistema de Análisis Estadístico (SAS) por sus siglas en inglés. Para determinar las diferencias estadísticas entre tratamientos se utilizó el procedimiento PROC MEANS del programa SAS, las medias se compararon mediante la prueba de Duncan ( $\alpha=0.05$ ).

Para determinar el grado de relación de las variables anteriormente mencionadas con las características físicoquímicas de los sustratos, así como la humedad relativa y temperatura del área de estudio se utilizó el PROC CORR del programa SAS.



### 7.3. Resultados y discusión

#### 7.3.1 Enraizamiento de esquejes

La observación de esquejes enraizados se inició a partir de los 28 días después del trasplante (ddt), en esta fecha se observaron esquejes con raíces en todos los tratamientos sin diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) (**Cuadro 2**). En otras especies del género *Peperomia* como son *Peperomia cubensis*, *P. galioides*, *P. glabella*, *P. guadaloupensis*, *P. hirta*, *P. verticillata* y *P. wrightiana* se han observado la emisión de nuevas plántulas a los 3 y los 21 días utilizando estacas apicales (Pérez-Montesino *et al.*, 2006).

En las fechas posteriores (39, 43, 47, 53 y 67 ddt) se observaron diferencias significativas entre los tratamientos ( $p < 0.05$ ), la prueba de medias indicó que los fragmentos de la especie trasplantados en el sustrato (T4) que consistió en la mezcla de composta de la pulpa del fruto de café (80 %) + carbón vegetal (10%) + arena (10%) alcanzó el 100% de emisión de sus raíces a partir de los 39 ddt (**Cuadro 2**).

En la última fecha de evaluación del enraizamiento (104 ddt) no se tuvieron diferencias significativas entre los tratamientos ( $p > 0.05$ ). Sin embargo, el tratamiento 1 obtuvo el 95 % de enraizamiento, el tratamiento 2 el 85 % y el tratamiento 3 un 80 %. Por lo tanto, todos los tratamientos favorecieron la emisión de raíces en esquejes de *Peperomia* a los 28 ddt, sin embargo, el tratamiento 4 fue el único que alcanzó el 100 % de enraizamiento de esquejes a los 39 ddt (**Cuadro 2**).

Lo anterior, fue similar a la conclusión de Ferriani y Krinski (2019) quienes determinaron que el uso de diferentes sustratos influyó en el porcentaje de enraizamiento así como en la longitud de las raíces de *Peperomia pariparoba*. En otro estudio realizado en Cuba por Pérez-Montesino *et al.* (2006), se reportó que las estacas de seis especies de *Peperomia* alcanzaron el 100 % de enraizamiento a partir del uso de gravilla fina como sustrato. En el presente estudio el uso de C. P. C + C.V. + A en *P. peltimba* permitió obtener un mayor porcentaje de enraizamiento en menor tiempo, en comparación con los demás tratamientos. Sin embargo, cualquiera de los

cuatro sustratos permitió alcanzar niveles aceptables de enraizamiento (80 %) a los 104 ddt.

**Cuadro 2** Porcentaje promedio de enraizamiento de los esquejes de *P. peltlimba* en los diferentes días después de trasplante de esquejes en cuatro sustratos.

Trat	Composición	Enraizamiento (%)						
		Días después del trasplante						
		28	39	43	47	53	67	104
1	CPC.	60±12.7 a	85 ±6.1 ba	90±6.1 ba	90±6.1 ba	90±6.1 ba	95±5.0 a	95±5.0 a
2	CPC + EV + A	60±12.7 a	65±12.7 b	75±7.9 bc	80±5.0 ba	85±6.1 ba	85±6.1 ba	85±6.1 a
3	EV + CV + A	50±7.9 a	65±10 b	65±10.0 c	70±9.4 b	75±7.9 b	75±7.9 b	80±9.4 a
4	CPC + CV + A	85±10.0 a	100±10 a	100±0.0 a	100±0.0 a	100±0.0 a	100±0.0 a	100±0.0 a

Trat= Tratamiento, CPC=Composta de pulpa del fruto de café, EV=Estiércol de Vaca, CV=Carbón Vegetal y A=Arena. Valores con la misma letra en la misma columna son iguales estadísticamente (Duncan,  $p \leq 0.05$ ).

El análisis de correlación entre las características químicas de los sustratos y la variable enraizamiento indicó una fuerte correlación positiva entre el contenido de nitratos ( $N-NO_3$ ) y el porcentaje de enraizamiento ( $r=0.96$ ,  $p < 0.05$ ) (**Cuadro 3**) (**Figura 13**). Los resultados indicaron que a mayor contenido de ( $N-NO_3$ ) (21.8 me/L) en el sustrato fue mayor el porcentaje de enraizamiento de los esquejes de *P. peltlimba*. Mientras que las características físicas de los sustratos no tuvieron correlación con el porcentaje de enraizamiento.

**Cuadro 3.** Coeficiente de correlación entre las características químicas de los sustratos utilizados en el enraizamiento de esquejes de *P. peltlimba*.

		Enraizamiento de esquejes y características químicas														
	CE ( $dS\ m^{-1}$ )	pH	$HCO_3$ (me/L)	Cl (me/L)	S- $SO_4$ (me/L)	N- $NO_3$ (me/L)	P- $PO_4$ (me/L)	Ca (me/L)	Mg (me/L)	Na (me/L)	K (me/L)	Fe (ppm)	Cu (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)	B (ppm)
<b>C</b>	0.89	-0.62	-0.73	-0.90	0.38	<b>0.96</b>	0.62	0.91	0.60	-0.08	0.52	0.70	0.00	0.80	0.63	0.60
<b>p</b>	0.11	0.38	0.27	0.10	0.62	<b>0.04</b>	0.38	0.09	0.40	0.92	0.48	0.30	1.00	0.20	0.37	0.40

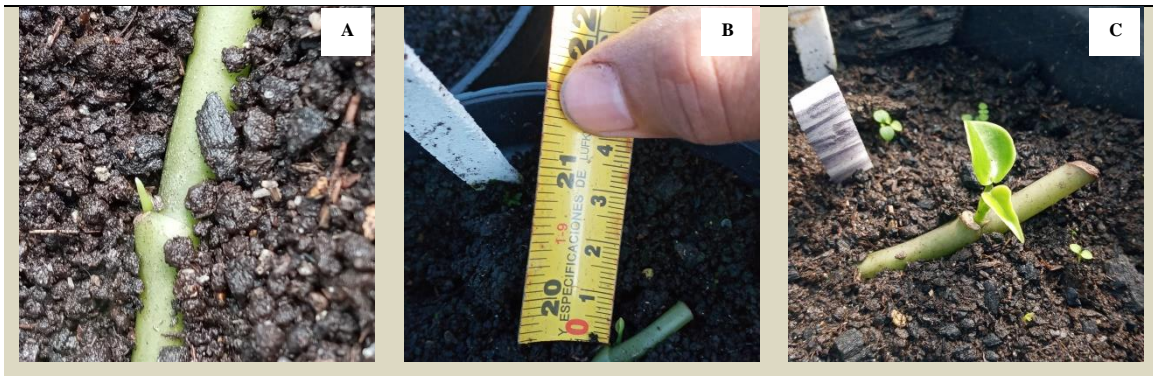
C=Coeficiente de correlación. p=significancia ( $\leq 0.05$ ).



**Figura 13.** Enraizamiento de esquejes de *P. peltlimba* a los 28 días después del trasplante. A) Raíz adventicia, B) Longitud de las raíces, C) Emisión de las raíces a partir del esqueje.

### 7.3.2 Número de brotes de esquejes

Los nuevos crecimientos vegetativos de los esquejes, en los diferentes sustratos, se observaron a los 41 ddt, donde el T1 tuvo 0.45 brotes en promedio, mientras que los demás tratamientos tuvieron valores menores a 0.40 (T2=0.15, T3=0.25 y T4=0.40) pero sin diferencias significativas entre los tratamientos en esta fecha ( $p>0.05$ ) (**Cuadro 4**) (**Figura 14**).



**Figura 14.** Brotes del tequelite chico (*P. peltilimba*) a los 41 días después del trasplante. A) Brote inicial, B) Longitud de un brote en crecimiento, C) Brote desarrollados.

En los muestreos posteriores que corresponden a los 46, 52, 59, 67, 74, 81, 88, 96, 102, 109, 116, 123, 130 y 137 ddt de los esquejes no se observaron diferencias entre los tratamientos ( $p>0.05$ ) (**Cuadro 4**). Después de 8 días de la última fecha anteriormente enlistada, fue a partir que el análisis de varianza indicó diferencias entre los tratamientos ( $p<0.05$ ), donde el tratamiento testigo fue superior a los demás tratamientos con 2.20 brotes. Cabe mencionar, que este tratamiento alcanzó un valor de 2.35 brotes a los 228 ddt. Mientras que el tratamiento 4, conformado por la mezcla de composta de la pulpa del fruto de café (80 %) + carbón vegetal (10%) + arena (10%), permaneció con 2.15 brotes (**Cuadro 4**).

Los resultados descritos anteriormente pueden deberse a que tanto la CPC como la mezcla de CPC+CV+A tuvieron los mayores contenidos de  $N-NO_3$  (20.8 me/L y 21.8 me/L respectivamente). Según Gallegos-Vázquez *et al.* (2000) la absorción de  $N-NO_3$  en las plantas favorece su crecimiento así como la producción de materia seca. En este mismo sentido, Bracho *et al.* (2009) reportaron que el pergamino de café molido y cernido puede ser utilizado como sustrato para la producción de hortalizas debido a

que sus características físicas y químicas favorecen el crecimiento y desarrollo de las plantas.

**Cuadro 4.** Número de brotes de esquejes de *P. peltimba* en diferentes días después de trasplante de esquejes en cuatro sustratos.

Trat	Composición	Número de Brotes							
		Días después del trasplante							
		41	46	52	59	67	74	81	88
1	C.P.C	0.45±0.18a	0.50±0.18a	0.50±0.18a	0.70±0.09a	1.20±0.21a	1.20±0.21a	1.35±0.36a	1.85±0.31a
2	C.P.C+E.V+A	0.15±0.06a	0.30±0.14a	0.35±0.15a	0.45±0.14a	0.85±0.22a	0.85±0.21a	1.00±0.32a	1.25±0.37a
3	E.V+C.V+A	0.25±0.11a	0.30±0.12a	0.40±0.10a	0.60±0.13a	0.90±0.17a	0.95±0.14a	1.10±0.19a	1.10±0.19a
4	C.P.C+C.V+A	0.40±0.10a	0.55±0.05a	0.75±0.08a	0.75±0.08a	1.30±0.14a	1.30±0.14a	1.55±0.21a	1.80±0.17a
		<b>96</b>	<b>102</b>	<b>109</b>	<b>116</b>	<b>123</b>	<b>130</b>	<b>137</b>	<b>145</b>
1		1.85±0.31a	1.95±0.34a	1.95±0.34a	2.00±0.32a	2.15±0.31a	2.15±0.31a	2.15±0.31a	2.20±0.29a
2		1.30±0.35a	1.30±0.35a	1.30±0.35a	1.30±0.35a	1.30±0.35a	1.30±0.35a	1.30±0.35a	1.35±0.32ba
3		1.15±0.23a	1.25±0.21a	1.25±0.21a	1.25±0.21a	1.25±0.21a	1.25±0.21a	1.25±0.21a	1.25±0.21b
4		1.90±0.13a	1.90±0.19a	2.05±0.15a	2.15±0.17a	2.15±0.17a	2.15±0.17a	2.15±0.17a	2.15±0.17ba
		<b>158</b>	<b>172</b>	<b>180</b>	<b>186</b>	<b>193</b>	<b>201</b>	<b>208</b>	<b>228</b>
1		2.20±0.29a	2.25±0.29a	2.25±0.28a	2.30±0.27a	2.30±0.27a	2.30±0.27a	2.30±0.27a	2.35±0.26a
2		1.35±0.32ba	1.40±0.30ba	1.40±0.30ba	1.40±0.30b	1.40±0.30b	1.40±0.30b	1.40±0.30b	1.40±0.30b
3		1.25±0.21b	1.25±0.21b	1.25±0.21b	1.30±0.20b	1.30±0.20b	1.30±0.20b	1.30±0.20b	1.30±0.20b
4		2.15±0.17ba	2.15±0.17a	2.15±0.17a	2.15±0.17ba	2.15±0.17ba	2.15±0.17ba	2.15±0.17ba	2.15±0.17ba

Composta de pulpa del fruto de café (C.P.C.), Estiércol de Vaca (E.V.), Carbón Vegetal (C.V.) y Arena (A). Valores con la misma letra en la misma columna son iguales estadísticamente (Duncan,  $p \leq 0.05$ ).

Por otra parte, el análisis de correlación indicó una fuerte correlación positiva entre el contenido de nitratos (N-NO<sub>3</sub>) con el número de brotes ( $r=0.97$ ,  $p<0.05$ ) y una fuerte correlación negativa entre el número de brotes y el cloro ( $r=-0.99$ ,  $p<0.05$ ) (**Cuadro 5**).

**Cuadro 5.** Coeficiente de correlación entre las características químicas de los sustratos y la brotación de esquejes de *P. peltimba*.

Número de brotes y características químicas																
CE	pH	HCO <sub>3</sub>	Cl	S-SO <sub>4</sub>	N-NO <sub>3</sub>	P-PO <sub>4</sub>	Ca	Mg	Na	K	Fe	Cu	Mn	Zn	B	
(dS m <sup>-1</sup> )		(me/L)	(me/L)	(me/L)	(me/L)	(me/L)	(me/L)	(me/L)	(me/L)	(me/L)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	
<b>C</b>	0.79	-0.87	-0.87	-0.99	0.08	0.97	0.87	0.84	0.46	-0.47	0.67	0.57	-0.16	0.83	0.61	0.85
<b>p</b>	0.21	0.13	0.13	<0.05	0.92	0.03	0.13	0.16	0.54	0.53	0.33	0.43	0.84	0.17	0.39	0.15

C=Coeficiente de correlación. p=significancia ( $\leq 0.05$ ).

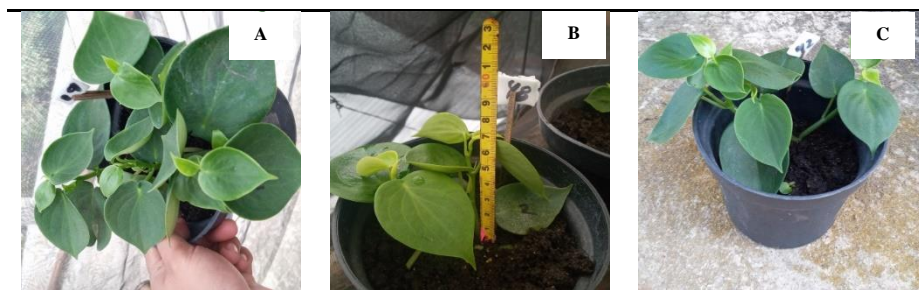
Lo anterior, indicó que a mayor contenido de nitratos en el sustrato se favoreció el número de brotes del tequelite chico, estos resultados coinciden con lo reportado por Rodríguez-Yzquierdo *et al.* (2020), quienes en un estudio sobre maracuyá (*Passiflora edulis*) concluyeron que a mayores dosis de nitrógeno se obtuvieron mayores valores en altura, número de hojas, precocidad de planta y calidad en la fruta.

Respecto al cloro, Wege *et al.* (2017) indicaron que este elemento es un macronutriente vegetal beneficioso para las plantas, sin embargo, para la producción de mayores números de brotes de *P. peltilimba* se requiere una dosis baja en cloro.

### 7.3.3 Altura de las plantas

La altura de las plantas evaluadas a los 67 ddt fue similar entre los tratamientos (T1=11.55, T2=5.65, T3=7.40, T4=9.25;  $p>0.05$ ), es decir, en esta fecha no se detectaron diferencias significativas. En las fechas posteriores de muestreo que fueron los días 74, 81, 88, 96, 102, 109, 116, 123, 130 y 137 ddt, el análisis de varianza indicó que no se presentaron diferencias entre los tratamientos, sin embargo, fue a partir a los 145 ddt cuando se identificaron diferencias significativas entre los tratamientos ( $p<0.05$ ), la prueba de medias indicó que el T4 (composta de la pulpa del fruto de café (80 %) + carbón vegetal (10%) + arena (10%)) fue superior a los demás tratamientos a los 145 ddt. A partir de esta fecha de muestreo y hasta el 208 ddt el T4 fue superior a los demás tratamientos respecto a esta variable ( $p<0.05$ ) (**Cuadro 6**).

En la última fecha de observación que fue a los 228 ddt, la prueba de medias indicó que los sustratos T1 (CPC) y T4 (CPC+CV+A) tuvieron plantas con alturas similares entre sí (107.65 mm y 127.80 mm respectivamente) (**Cuadro 6**). Estos resultados indicaron que los tratamientos que tuvieron un mayor contenido de composta elaborada con pulpa del fruto de café (T1=100 % y T4=80 %) propiciaron una mayor brotación en los esquejes de *Peperomia*. En este sentido, Rivas-Nichorzon y Silva-Acuña (2020) concluyeron que la relación entre las características físicas y químicas de las compostas elaboradas con pergamino de café molido y cernido es adecuada para su uso como sustrato (**Cuadro 6**) (**Figura 15**).



**Figura 15.** Altura de las plantas del tequelite chico cultivadas en diferentes sustratos, en Chipahuatlan, Olintla, Puebla.  
A) Planta completa, B) Altura de la planta, C) Planta de *P. peltilimba* en maceta.

**Cuadro 6.** Altura promedio de plantas de *P. peltilimba* en los diferentes días después de trasplante de esquejes en cuatro sustratos.

Trat	Composición	Altura total de planta (mm)						
		Días después del trasplante						
		67	74	81	88	96	102	109
1	CPC	11.55±3.20a	14.55±4.19a	19.10±5.24 a	22.80±5.60 a	24.65±5.87a	29.55±6.34a	34.15±7.16a
2	CPC+EV+A	5.65±2.13a	7.60±2.65a	10.85±3.69a	13.60±4.44 a	14.45±4.52a	18.10±5.65a	21.15±6.08a
3	EV+CV+A	7.40±1.35a	9.30±1.51a	11.70±2.03a	14.20±2.40a	14.80±2.33a	18.10±3.04a	19.60±2.94a
4	CPC+CV+A	9.25±1.78a	11.60±2.55a	16.65±3.10a	20.20±3.93a	22.90±4.23a	28.65±5.68a	34.90±5.26a
		<b>116</b>	<b>123</b>	<b>130</b>	<b>137</b>	<b>145</b>	<b>151</b>	<b>158</b>
1		38.35±7.99a	43.40±8.92a	46.40±9.16a	53.75±10.19a	57.85±11.44ba	63.75±11.17ba	67.00±12.15ba
2		23.40±6.77a	26.50±7.53a	27.35±7.79a	31.30±8.81a	34.05±8.55b	37.65±9.62b	39.65±10.14b
3		21.85±3.37a	25.70±4.53a	27.35±4.84a	31.20±5.25a	34.75±6.05b	37.05±6.69b	40.45±7.56b
4		39.20±6.16a	46.55±7.50a	48.80±7.45a	57.40±8.71a	65.55±10.30a	71.70±11.26a	79.60±11.04a
		<b>180</b>	<b>186</b>	<b>193</b>	<b>201</b>	<b>208</b>	<b>228</b>	
1		76.75±12.04ba	81.20±12.88ba	85.65±12.73ba	90.75±13.23ba	91.25±12.88ba	107.65±12.13a	
2		48.70±9.95b	51.55±10.81b	56.50±11.33b	60.60±11.55b	62.45±11.64b	78.05±12.44b	
3		49.15±8.69b	52.75±8.80b	57.15±8.63b	61.05±8.96b	62.05±9.78b	78.25±10.55b	
4		91.10±11.56a	95.75±12.10a	101.20±11.99a	105.55±11.41a	107.55±12.08a	127.80±12.36a	

Trat= Tratamiento, CPC=Composta de pulpa del fruto de café, EV=Estiércol de Vaca, CV=Carbón Vegetal y A=Arena. Valores con la misma letra en la misma columna son iguales estadísticamente (Duncan,  $p \leq 0.05$ ).

Adicionalmente, se identificó una fuerte correlación positiva entre la CE ( $r=0.98$ ,  $p < 0.05$ ), el contenido de calcio ( $r=0.98$ ,  $p < 0.05$ ) y el contenido de nitratos ( $N-NO_3$ ) ( $r=0.96$ ,  $p < 0.05$ ) con la altura de planta (**Cuadro 7**). Estos resultados coinciden con lo reportado por Getachew (2017) al determinar que la combinación de cascara de café más composta favoreció el crecimiento de plantas de lechuga (*Lactuca sativa*) debido a que mejoró la temperatura, la aireación, el contenido de humedad y la composición química del sustrato. Mientras que Mencia-Guevara (2018) reportó un mayor crecimiento foliar-radicular y rendimiento en plantas de lechuga al utilizar la pulpa del fruto de café como sustrato. Mientras que Castillo (2017) atribuyó este tipo de respuesta a que los sustratos que contienen composta con la pulpa del fruto de café tienen una mayor capacidad para retener agua y humedad. En el presente estudio la

CE en los tratamientos varió entre 2.1 y 3.41, el contenido de nitratos varió entre 9.78 y 21.8, mientras que el contenido de calcio varió entre 9.18 y 18.5 me/L.

**Cuadro 7.** Coeficiente de correlación entre las características químicas de los sustratos y la altura de plantas de *P. peltilimba*.

Altura de planta y características químicas															
CE (dS m <sup>-1</sup> )	pH	HCO <sub>3</sub> (me/L)	Cl (me/L)	S-SO <sub>4</sub> (me/L)	N-NO <sub>3</sub> (me/L)	P-PO <sub>4</sub> (me/L)	Ca (me/L)	Mg (me/L)	Na (me/L)	K (me/L)	Fe (ppm)	Cu (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)	B (ppm)
<b>C 0.98</b>	-0.53	-0.58	-0.84	0.55	<b>0.96</b>	0.52	<b>0.98</b>	0.78	-0.05	0.31	0.86	0.24	0.9	0.8	0.49
<b>p 0.02</b>	0.47	0.42	0.16	0.45	<b>0.04</b>	0.48	<b>0.02</b>	0.22	0.95	0.69	0.14	0.76	0.1	0.2	0.51

C=Coeficiente de correlación. p=significancia ( $\leq 0.05$ ).

Los resultados indicaron que a mayor CE y mayor contenido de nitratos y calcio se obtuvieron plantas con mayor altura. Sin embargo, es recomendable realizar estudios sobre el efecto de la concentración de sales en sustratos utilizados para la propagación de *P. peltilimba*, ya que en otras especies el aumento de la CE provoca una disminución en la longitud de raíces, lo que puede afectar la altura y el desarrollo de las plantas, este el caso de pastos, plantas de conejito (*Antirrhinum majus*) y pensamiento (*Viola x wittrockiana*) (Sánchez-Bernal *et al.*, 2020; Gallardo y Valenzuela, 2003). Para el calcio, se ha identificado que altos contenidos de este elemento favorece mayor concentración foliar en las plantas, así como el número de raíces (González *et al.*, 2020), lo anterior, es similar al comportamiento de las plantas de *P. peltilimba*, y probablemente el contenido bajo de Ca en el tratamiento 3 y 4 (78.05 y 78.25 me/L) afectó las alturas de las plantas del tequelite chico.

### 7.3.4 Número de hojas

A los 67, 74, 81, 88, 96, 102, 109, 116, 123, 130, 137 y 145 ddt no se obtuvieron diferencias significativas entre los tratamientos ( $p > 0.05$ ) para la variable número de hojas (**Cuadro 8**). Sin embargo, fue a partir del 151 ddt cuando el análisis de varianza indicó diferencias significativas ( $p < 0.05$ ), la prueba de medias mostró que el T4 (composta de la pulpa del fruto de café (80 %) + carbón vegetal (10%) + arena (10%)) fue superior a los demás tratamientos (T4= 8.90,  $p < 0.05$ ). El número de hojas incrementó en los muestreos subsecuentes, a los 228 ddt el T4 y el T1 fueron estadísticamente similares entre sí, pero superiores a los demás tratamientos (T4=18.75 y T1=18.35;  $p < 0.05$ ) (**Cuadro 8**).

Los resultados de los últimos dos muestreos indicaron que las plantas del T1 y T4 tuvieron mayor número de hojas con respecto a los demás tratamientos (**Cuadro 8**). Estos resultados coinciden con los obtenidos por Ulsido y Meng (2016) y Getachew (2017) donde se identificó que la composta de pulpa del fruto de café propició el crecimiento vegetativo en plantas de lechuga y de garbanzo. El sustrato (T3) elaborado con estiércol de vaca (60%), carbón vegetal (30%) y arena (10%) registró un menor número de hojas, con una disminución de hasta 8 hojas respecto al tratamiento 4, lo que representa una reducción del 44 % en la producción de hojas. Esto pudo deberse al contenido de carbón vegetal, ya que Chalker-Skott (2014) menciona que el uso de carbón puede afectar el desarrollo de las plantas, debido a que tiene un efecto alcalinizante del sustrato.

**Cuadro 8.** Número de hojas promedio en plantas de *P. peltolimba* en los diferentes días después de trasplante de esquejes en cuatro sustratos.

Trat	Composición	Número de hojas						
		Días después del trasplante						
		67	74	81	88	96	102	109
1	CPC	1.25±0.45 a	1.50±0.45 a	1.95±0.55 a	2.20±0.62a	2.55±0.64 a	3.45±0.83 a	3.90±0.80a
2	CPC+EV+A	0.85±0.40a	1.00±0.42 a	1.45±0.49 a	1.75±0.70 a	1.90±0.68 a	2.25±0.67 a	2.45±0.69 a
3	EV+CV+A	0.70±0.18 a	1.00±0.19 a	1.40±0.27 a	1.55±0.24 a	1.95±0.34 a	2.35±0.38a	2.40±0.43a
4	CPC+CV+A	1.25±0.21 a	1.45±0.21 a	2.40±0.26 a	2.80±0.24 a	3.15±0.26 a	3.50±0.34a	4.25±0.31 a
		<b>116</b>	<b>123</b>	<b>130</b>	<b>137</b>	<b>145</b>	<b>151</b>	<b>158</b>
1	5.15±1.18a	5.60±1.13a	5.85±1.05a	6.35±1.12a	7.00±1.14a	7.80±1.23ba	9.50±1.60a	10.95±1.73a
2	3.30±0.98 a	3.50±1.05a	3.65±1.04a	4.10±1.27a	4.40±1.29 a	5.05±1.43b	6.00±1.77a	7.00±1.81a
3	3.15±0.61a	3.65±0.63a	3.60±0.75a	3.80±0.78a	4.55±0.72a	4.95±0.88b	5.95±1.14a	6.75±1.28a
4	5.25±0.22a	5.90±0.30a	6.20±0.32a	6.90±0.30a	7.00±0.38a	8.90±0.52a	10.30±0.62a	11.90±0.54a
		<b>180</b>	<b>186</b>	<b>193</b>	<b>201</b>	<b>208</b>	<b>228</b>	
1	10.95±1.73a	13.55±2.09ba	14.30±2.12ba	15.35±2.21ba	15.90±2.14a	18.35±2.23a		
2	7.00±1.81a	7.95±2.12b	8.75±2.37b	9.25±2.42ba	9.90±2.65ba	11.45±2.99ba		
3	6.75±1.23a	7.80±1.37b	8.25±1.37b	8.95±1.49b	9.15±1.55b	10.55±1.82b		
4	11.90±0.54a	14.25±0.78a	15.25±0.87a	15.80±0.80a	16.50±0.83a	18.75±0.59a		

Trat= Tratamiento, CPC=Composta de la pulpa del fruto de café, EV=Estiércol de Vaca, CV=Carbón Vegetal y A=Arena. Valores con la misma letra en la misma columna son iguales estadísticamente (Duncan, p<0.05).

El análisis de correlación indicó una fuerte correlación positiva entre el contenido de nitratos (N-NO<sub>3</sub>) y el número de hojas en las plantas de *P. peltolimba* (r=0.995, p<0.05) y el cloro fue (r=-0.97, p<0.05) (**Cuadro 9**).

Estos resultados coinciden con lo reportado por Rodríguez-Yzquierdo *et al.* (2020), quienes indicaron que a mayores dosis de nitrógeno se obtuvieron mayores valores en altura en plantas de maracuyá (*Passiflora edulis*). Para el cloro, Koch *et al.* (2021) indicaron que el cloruro favorece la hidratación así como la eficiencia del uso del agua en las plantas, lo que favorece su crecimiento y desarrollo, sin embargo los mismos



autores encontraron que en algunas especies como la papa son sensibles a este elemento. Lo anterior, se asume que alto contenido del cloro afectó el número de hojas de las plantas del tequelite chico.

**Cuadro 9.** Coeficiente de correlación entre las características químicas de los sustratos y el número de hojas de *P. peltolimba*.

Número de hojas y características químicas																
	CE (dS m <sup>-1</sup> )	pH	HCO <sub>3</sub> (me/L)	Cl (me/L)	S-SO <sub>4</sub> (me/L)	N-NO <sub>3</sub> (me/L)	P-PO <sub>4</sub> (me/L)	Ca (me/L)	Mg (me/L)	Na (me/L)	K (me/L)	Fe (ppm)	Cu (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)	B (ppm)
C	0.88	-0.76	-0.80	<b>-0.97</b>	0.26	<b>0.99</b>	0.76	0.92	0.58	-0.30	0.57	0.69	-0.03	0.87	0.68	0.74
p	0.12	0.24	0.20	<b>0.03</b>	0.74	<b>&lt;0.01</b>	0.24	0.08	0.42	0.70	0.43	0.31	0.97	0.13	0.32	0.26

C=Coeficiente de correlación. p=significancia ( $\leq 0.05$ ).

### 7.3.5 Peso fresco de biomasa aérea y de raíz

El peso fresco de la biomasa aérea y el peso fresco de la raíz presentaron diferencias significativas entre tratamientos ( $p < 0.05$ ), la prueba de medias indicó que el T1(CPC) fue superior a los demás tratamientos para las variables antes mencionadas, por lo tanto, la composta elaborada con pulpa del fruto de café permitió obtener mayor biomasa fresca por planta (37.05 g) y mayor producción de raíz por planta (2.56 g) ( $p < 0.05$ ) (**Cuadro 10**). Blandón-Castaño *et al.* (1999) reportaron que la pulpa y mucílago del fruto del café son adecuados para ser utilizados como fertilizantes biológicos. Similarmente, Castillo (2017) indicó que la composta de pulpa del fruto del café promueve la retención de agua y ayuda a elevar el porcentaje de humedad, lo que favorece el desarrollo de las plantas.

**Cuadro 10.** Peso fresco de biomasa y raíz de *P. peltolimba* a los 228 ddt de los esquejes.

Trat	Composición	Peso fresco	
		Biomasa aérea	Raíz
		Gramos (g)	
1	CPC	37.05±8.36 a	2.56±0.47 a
2	CPC+EV+A	18.20±5.58 bc	0.97±0.32 b
3	EV+CV+A	5.80±3.90 c	1.02±0.32 b
4	CPC+CV+A	34.30±2.38 ba	2.00±0.16 ba

Trat= Tratamiento, CPC=Composta de pulpa del fruto de café, EV=Estiércol de vaca, CV=Carbón vegetal y A=Arena. Valores con la misma letra en la misma columna son iguales estadísticamente (Duncan,  $p \leq 0.05$ ).

La variable peso fresco de biomasa aérea tuvo una fuerte correlación positiva con el contenido de nitratos (N-NO<sub>3</sub>) ( $r=0.98$ ,  $p < 0.05$ ) y una fuerte correlación negativa con el contenido de Cloro (Cl) ( $r=-0.99$ ,  $p < 0.05$ ) (**Cuadro 11**). Mientras que la variable peso fresco de raíz tuvo una fuerte correlación negativa con el contenido de Cloro (Cl) ( $r=-$

0.99,  $p < 0.05$ ) (**Cuadro 12**). Estos resultados muestran que a mayor contenido de nitratos en los sustratos aumenta el peso de la biomasa, sin embargo, para el caso particular del cloro indicó que a altos contenidos de este microelemento se afecta negativamente la obtención de la biomasa y la raíz del tequelite chico (**Cuadro 11, 12**).

**Cuadro 11.** Coeficiente de correlación entre las características químicas de los sustratos y el peso fresco de biomasa de *P. peltimiba*.

Peso fresco biomasa y características químicas																
	CE (dS m <sup>-1</sup> )	pH	HCO <sub>3</sub> (me/L)	Cl (me/L)	S-SO <sub>4</sub> (me/L)	N-NO <sub>3</sub> (me/L)	P-PO <sub>4</sub> (me/L)	Ca (me/L)	Mg (me/L)	Na (me/L)	K (me/L)	Fe (ppm)	Cu (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)	B (ppm)
C	0.81	-0.85	-0.86	<b>-0.99</b>	0.13	<b>0.98</b>	0.84	0.86	0.49	-0.42	0.65	0.6	-0.14	0.84	0.62	0.82
p	0.19	0.15	0.14	<b>0.01</b>	0.87	<b>0.02</b>	0.16	0.14	0.51	0.58	0.35	0.4	0.86	0.16	0.38	0.18

C=Coeficiente de correlación. p=significancia ( $\leq 0.05$ ).

**Cuadro 12.** Coeficiente de correlación entre las características químicas de los sustratos y el peso fresco de raíz *P. peltimiba*.

Peso fresco de la raíz y características químicas																
	CE (dS m <sup>-1</sup> )	pH	HCO <sub>3</sub> (me/L)	Cl (me/L)	S-SO <sub>4</sub> (me/L)	N-NO <sub>3</sub> (me/L)	P-PO <sub>4</sub> (me/L)	Ca (me/L)	Mg (me/L)	Na (me/L)	K (me/L)	Fe (ppm)	Cu (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)	B (ppm)
C	0.72	-0.93	-0.87	<b>-0.99</b>	-0.02	0.94	0.92	0.79	0.41	-0.62	0.67	0.52	-0.19	0.83	0.60	0.90
p	0.28	0.07	0.13	<b>0.01</b>	0.98	0.06	0.08	0.21	0.59	0.38	0.33	0.48	0.81	0.17	0.40	0.10

C=Coeficiente de correlación. p=significancia ( $\leq 0.05$ ).

Colmenero-Flores *et al.* (2019) concluyeron que el cloro aumenta la biomasa fresca, la cantidad de hojas, además produce mayor elongación de las células de la hoja y de la raíz de las plantas, debido a una mejor eficiencia del agua y del nitrógeno. Sin embargo, los mismos autores consideraron que altas concentraciones de este elemento pueden causar problemas de toxicidad, afectando el crecimiento de las plantas. Probablemente, el contenido de Cl en el T3 (3.8 me/L) causó toxicidad en las plantas del tequelite, lo que afectó la producción de biomasa.

### 7.3.6 Peso seco de biomasa aérea y raíz

El peso seco de las variables evaluadas presentaron diferencias significativas entre tratamientos ( $p < 0.05$ ), la prueba de medias utilizada indicó que el T1(CPC) fue superior a los demás tratamientos para la variable peso seco de biomasa, mientras que el peso seco de raíz fue igual estadísticamente entre el T1 (CPC) y T4 (CPC+CV+A) y además fueron superiores a los demás tratamientos ( $P < 0.05$ ) (**Cuadro 13**).

**Cuadro 13.** Peso seco de biomasa y raíz de *P. peltilimba* a los 228 ddt de esquejes.

Trat	Composición	Peso seco	
		Biomasa	Raíz
		Gramos	
1	CPC	2.60±0.63 a	0.30±0.05 a
2	CPC+EV+A	1.27±0.36 bc	0.10±0.02 b
3	EV+CV+A	1.08±0.26 c	0.10±0.02 b
4	CPC+CV+A	2.44±0.09 ba	0.22±0.01 a

Trat= Tratamiento, CPC=Composta de pulpa del fruto del café, EV=Estiércol de Vaca, CV=Carbón Vegetal y A=Arena. Valores con la misma letra en la misma columna son iguales estadísticamente (Duncan,  $p \leq 0.05$ ).

La variable peso seco de biomasa tuvo una fuerte correlación positiva en el contenido nitratos (N-NO<sub>3</sub>) (0.98,  $p=0.02$ ) y una fuerte correlación negativa en el contenido de cloro (Cl) ( $r=-0.99$ ,  $p<0.05$ ) (**Cuadro 14**).

**Cuadro 14.** Coeficiente de correlación entre las características químicas de los sustratos utilizados en de biomasa seca de *P. peltilimba*.

Peso seco biomasa, análisis químico																
	CE (ds m <sup>-1</sup> )	pH	HCO <sub>3</sub> (me/L)	Cl (me/L)	S-SO <sub>4</sub> (me/L)	N-NO <sub>3</sub> (me/L)	P-PO <sub>4</sub> (me/L)	Ca (me/L)	Mg (me/L)	Na (me/L)	K (me/L)	Fe (ppm)	Cu (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)	B (ppm)
C	0.82	-0.84	-0.85	<b>-0.99</b>	0.15	<b>0.98</b>	0.83	0.87	0.50	-0.40	0.64	0.61	-0.13	0.84	0.63	0.81
p	0.18	0.16	0.15	<b>0.01</b>	0.85	<b>0.02</b>	0.17	0.13	0.50	0.60	0.36	0.39	0.87	0.16	0.37	0.19

Análisis de correlación Pearson ( $p \leq 0.05$ ); C=Coeficiente de correlación; p=significancia ( $\leq 0.05$ ).

Los resultados indicaron que altos contenido de cloro en los sustratos no favorece la producción de biomasa en las plantas de *P. peltilimba*. Lo anterior, es similar la consideración de Colmenero-Flores *et al.* (2019), quienes mencionan que altas concentraciones de cloro pueden causar problemas de toxicidad, afectando el crecimiento de las plantas.

### 7.3.7 Temperatura y humedad relativa

De octubre de 2020 a mayo de 2021, la temperatura (T) y humedad relativa (HR) en la zona de estudio variaron entre 12 a 29 °C y de 49 a 95 % respectivamente. Se ha documentado que el mejor crecimiento y desarrollo de algunas especies del género *Peperomia* se presenta con un rango de temperatura de 15 a 21 °C, lo anterior se observó en *Peperomia caperata* (Brondum and Friis, 1990). Mientras que para *P. obtusifolia* la HR más favorable para su crecimiento y desarrollo es entre 45-82% (Boshra *et al.*, 2015). Cabe mencionar que la T promedio durante el periodo del estudio fue de 19.6 °C y la HR promedio fue de 77.8 %, la temperatura y humedad relativa tuvieron valores dentro de los rangos reportados como favorables para otras especies del género *Peperomia*. Las variables climáticas temperatura (T) y humedad relativa

(HR) registradas en el área de estudio no correlacionaron con las variables porcentaje de enraizamiento, y número de brotes. Sin embargo, el número de hojas y la altura de la planta tuvieron una moderada correlación positiva con la temperatura ( $r=0.6$ ,  $p<0.0001$ ;  $r=0.57$ ,  $p<0.0001$  respectivamente).

#### **7.4. Conclusiones**

La propagación vegetativa del tequelite chico (*Peperomia peltolimba*) mediante esquejes es factible utilizando sustratos locales disponibles en la Sierra Norte de Puebla, principalmente al utilizar composta elaborada con pulpa del fruto del café (*Coffea* sp.). El 100 % del enraizamiento de los esquejes de *P. peltolimba* se obtuvo a los 39 ddt con el tratamiento conformado por composta elaborada con pulpa del fruto del café (80%), carbón vegetal (10%) y arena (10%). Mientras que, la composta de pulpa de café sola o en mezcla (más carbón vegetal y arena) propiciaron los valores más altos para las variables enraizamiento, número de brotes, altura de planta, número de hojas, peso fresco de biomasa aérea y peso fresco de raíz.

## 7.5. Literatura citada

- Álvarez, M. 2011. Multiplicación de plantas. 1ª ed. Buenos Aires: Albatros. Disponible en: [https://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=&id=ZMua7K8HXwIC&oi=fnd&pg=PA1&dq=propagacion+con+sustratos+para+peperomia&ots=MJk1bjsKqK&sig=cEyUdnxeRozTKGQdN4KuLILjgtM&redir\\_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=&id=ZMua7K8HXwIC&oi=fnd&pg=PA1&dq=propagacion+con+sustratos+para+peperomia&ots=MJk1bjsKqK&sig=cEyUdnxeRozTKGQdN4KuLILjgtM&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false) [Accesado 13 Noviembre de 2021]
- Blandón-Castaño, G.; Dávila-Arias, T.; Rodríguez-Valencia, N. 1999. Caracterización microbiológica y físico-química de la pulpa de café sola y con mucílago, en proceso de lombricompostaje. *Cenicafé* 50(1): 5-23. Disponible en: [https://www.cenicafe.org/es/publications/arc050\(01\)005-023.pdf](https://www.cenicafe.org/es/publications/arc050(01)005-023.pdf) [Accesado 13 Noviembre de 2021]
- Boshra A. El-Sayed, Shahin S. M., Azza M. A. M. 2015. Response of *Peperomia obtusifolia* (L.) A. Dietr CV. Variegata plant to some fertilization treatments. *Scientific J. Flowers and ornamental plants* 2(1): 127-134. Disponible en: [https://journals.ekb.eg/article\\_5105\\_ed1aadec0154c4f153ecccaed85942c0.pdf](https://journals.ekb.eg/article_5105_ed1aadec0154c4f153ecccaed85942c0.pdf)
- Bracho, J. Pierre, F. y Quiroz A. 2009. Caracterización de componente de sustratos locales para la producción de hortalizas en el Estado Lara de Venezuela. *Bioagro* 21(2): 117-124. Recuperado en 01 de octubre de 2021, Disponible en: [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1316-33612009000200006&lng=es&tlng=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-33612009000200006&lng=es&tlng=es). [Accesado 13 Noviembre de 2021]
- Brondum J. J and Friis K. 1990. The influence of temperature and photoperiod on flowering of *Peperomia caperata* Yuncker. *Scientia horticulturae* 14(1990): 259-263. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/0304-4238\(90\)90008-3](https://doi.org/10.1016/0304-4238(90)90008-3)
- Cañizares, C. A. y Jaramillo, A. E. 2015. El cultivo del Maracuyá en Ecuador. 1ª ed. Universidad Técnica de Machala. Disponible en: <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/6894> [Accesado 13 Noviembre de 2021]
- Castillo, G. M. Y. 2017. Impacto ecológico de la pulpa de café fresca y composteada, sobre propiedades del suelo de plantas de café. *Visión Antataura* 1(1): 109-110. Disponible en: <https://revistas.up.ac.pa/index.php/antataura/article/view/168> [Accesado 13 Noviembre de 2021]
- Chalker-Scott, L. 2014. Biochar: A Home Gardener's Primer. Washington State University FS147E: 1-4. Disponible en: [https://ubrg.usu.edu/files/Washington\\_State\\_Biochar\\_Factsheet.pdf](https://ubrg.usu.edu/files/Washington_State_Biochar_Factsheet.pdf) [Accesado 13 Noviembre de 2021]

- Chaves-Vargas, H., Peraza-Padilla, W., Sancho-Barrantes E. 2020. Almacigos de café producidos en tubetes con diferentes sustratos en Sabanilla de Alajuela, Costa Rica”, *Perspectivas Rurales* 18(35): 78-99. Disponible en: <https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/perspectivasrurales/article/view/14828/20569> [Accesado 02 Marzo de 2022]
- Cházaro-Basáñez, M. J., Badia I Pascual, A., Vázquez-Ramírez, J. y Narave-Flores, H. 2012. Datos misceláneos sobre dos especies condimenticias de *Peperomia* de los estados de Veracruz y Puebla, México. *Bouteloua* 12(74): 11-19. Disponible en: [http://www.floramontiberica.org/Bouteloua/Bouteloua\\_12.pdf](http://www.floramontiberica.org/Bouteloua/Bouteloua_12.pdf) [Accesado 13 Noviembre de 2021]
- Colmenero-Flores, J. M., Franco-Navarro, J. D., Cubero-Font, P., Peinado-Torrubia, P. y Rosales M. A. 2019. Chloride as a Beneficial Macronutrient in Higher Plants: New Roles and Regulation. *International Journal of Molecular Sciences* 20 (4686): 1-32. Disponible en: doi: 10.3390/ijms20194686 [Accesado 13 Noviembre de 2021]
- Dirección General de Repositorios Universitarios, 2021. Portal de datos abiertos UNAM Colecciones Universitarias. Universidad Nacional Autónoma de México DGRU. Disponible en: <https://datosabiertos.unam.mx/biodiversidad/> [Accesado 13 Noviembre de 2021]
- Durango-Ballesteros, E. y Humanéz-Álvarez, A. 2017. Enraizamiento de esquejes de Caña Agria (*Cheilocostus speciosus* J. Koenig). *Rev. Colomb. Biotecnol* 19(2): 133-139. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/biote/v19n2/0123-3475-biote-19-02-00133.pdf> [Accesado 13 Noviembre de 2021]
- Ferriani, P. A. y Krinski, D. 2019. Propagation of pariparoba (Piperaceae) by different types of stem cuttings and substrates. *Acta Biológica Catarinense* 6(3): 75-80. Disponible en: <http://periodicos.univille.br/index.php/ABC/article/view/236/200> [Accesado 13 Noviembre de 2021]
- Gallardo, C. y Valenzuela, O. (2003). Influencia de propiedades físicas y químicas de diferentes sustratos sobre emergencia de especies ornamentales herbáceas anuales. *Revista Científica Agropecuaria* 7(1): 69-74. Disponible en: [http://fca.uner.edu.ar/rca/Volumenes%20Anteriores/Vol%20Ante%207/rca\\_7\\_1\\_pdf/69\\_74.pdf](http://fca.uner.edu.ar/rca/Volumenes%20Anteriores/Vol%20Ante%207/rca_7_1_pdf/69_74.pdf) [Accesado 13 Noviembre de 2021]
- Gallardo-Salazar, J. L., Rodríguez-Trejo, D. A., Castro-Zavala, S. 2019. Calidad de Plantas y supervivencia de una plantación de oyamel [*Abies religiosa* (Kunth) Schlth. et Cham]. De dos procedencias en México central. *Agrociencia* 53: 631-

643. Disponible en: <https://agrociencia-colpos.mx/index.php/agrociencia/article/view/1833> [Accesado 03 Marzo de 2022]
- Gallegos-Vázquez. C., Olivares-Sáenz, E., Vázquez-Alvarado, R., Zavala-García, F. 2000. Absorción de nitrato y amonio por plantas de nopal en hidroponía. *Terra Latinoamericana* 18(2): 133-139. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/573/57318205.pdf> [Accesado 13 Noviembre de 2021]
- Getachew, G. 2017. Optimization of Compost Maturity of Coffee Waste Mixed with agricultural wastes and evaluation of their effect on growth of Lettuce (*Lactuca sativa*). *Journal of Natural Sciences Research* 7(8): 81-92. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/234657336.pdf> [Accesado 13 Noviembre de 2021]
- González, M.; Ríos L., D.; Peña-Rojas, K.; García, E.; Acevedo M.; Cartes E.; Sánchez-Olate, M. 2020. Efecto de la concentración de fósforo y calcio sobre atributos morfo-fisiológicos y potencial de crecimiento radical en plantas de *Aextoxicon punctatum* producidas a raíz cubierta en la etapa de endurecimiento. *Bosque* 41(2): 137-146. Disponible en: DOI: 10.4067/S0717-92002020000200137 <https://bibliotecadigital.infor.cl/bitstream/handle/20.500.12220/29907/Bosque-41%282%29-137-146.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Guerra-Ramírez, D., Medrano-Hernández, J., Salgado-Escobar. I. y Hernández-Rodríguez. G. 2020. Exploración etnobotánica y caracterización preliminar de especies aromáticas silvestres de la Sierra Norte de Puebla. En: Pérez Soto, F., Figueroa Hernández, E., Godínez Montoya, L., Sepúlveda Jiménez, D. y Pérez Figueroa, R. A. Comp. Química, etnobotánica, economía y finanzas. Disponible en: <https://dicea.chapingo.mx/wp-content/uploads/2021/02/Quimica-etno-eco-y-Finanzas.pdf> [Accesado 13 Noviembre de 2021]
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2010. Compendio de información geográfica municipal 2010 Olintla, Puebla INEGI. Disponible en: [http://www3.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos\\_geograficos/21/21107.pdf](http://www3.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/21/21107.pdf) [Accesado 13 Febrero de 2022]
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2017. Anuario estadístico y geográfico de Puebla 2017 INEGI. Disponible en: [https://www.datatur.sectur.gob.mx/ITxEF\\_Docs/PUE\\_ANUARIO\\_PDF.pdf](https://www.datatur.sectur.gob.mx/ITxEF_Docs/PUE_ANUARIO_PDF.pdf) [Accesado 10 Enero de 2022]



- Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2019. Marco Geoestadístico INEGI. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/temas/mg/#Descargas> [Accesado 13 Noviembre de 2021]
- Jaulis C. J. C., Pacheco A. 2015. Producción de marigold (*Tagetes patula* cv. Durango orange) en diferentes medios de crecimiento, bajo condiciones de vivero de la Universidad Nacional Agraria la Molina. Anales científicos 76(1): 38-43. Disponible en: DOI: <http://dx.doi.org/10.21704/ac.v76i1.762> [Accesado 02 Marzo de 2022]
- Koch, M. T., Pawelzik, E., Kautz, T. 2021. Chloride changes soil- plant water relations in potato (*Solanum tuberosum* L.). Agronomy 11(736): 2-10. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/agronomy11040736>
- Mayol, M. y Molina, S. 2014. Efecto de la longitud y el diámetro de estacas de yerba mate en la supervivencia- Resultados preliminares. Ciencia y Tecnologías de los Cultivos Industriales 4(6): 53-55. <https://repositorio.inta.gob.ar/xmlui/handle/20.500.12123/1069> [Accesado el 13 de Noviembre 2021]
- Mencia-Guevara R. A. Reyes-Medina D. R. 2018. Evaluación de abonos orgánicos a base de Pulpa de café, en el cultivo de la *lechuga* cv. Kristine y Versai. Tesis Licenciatura. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano Honduras. Disponible en: <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6438/1/CPA-2018-T059.pdf> [Accesado 13 Noviembre de 2021]
- Mota-Cruz, C., Vibrans-Lindemann, H., Ortega-Paczka, R. y D. Koch S. 2009. Quelites entre Nahuas y Mazatecos en una región de bosque de mesófilo del Sureste de Puebla, México. Mera Ovando, L. M, Castro Lara, D. y Bye Boettler, R. Comp. Especies vegetales poco valoradas: Una alternativa para la seguridad alimentaria. Disponible en: [https://www.academia.edu/43619708/QUELITES\\_ENTRE\\_NAHUAS\\_Y\\_MAZATECOS\\_EN\\_UNA\\_REGION\\_DE\\_BOSQUE\\_MESOFILO\\_DEL\\_SURESTE\\_DE\\_PUEBLA\\_MEXICO](https://www.academia.edu/43619708/QUELITES_ENTRE_NAHUAS_Y_MAZATECOS_EN_UNA_REGION_DE_BOSQUE_MESOFILO_DEL_SURESTE_DE_PUEBLA_MEXICO)
- Ordoñez, U. C., Gómez, O. H., Ordoñez J. H. R., Lagos B. T. C. 2012. Evaluación de un sistema de Propagación vegetativa mediante esquejes de lulo silvestre *Solanum hirtum* Vahl, *S. marginatum* L.f., *S. sessiliflorum* Dun, *S. mammosum* L. y *S. umbellatum* Mill. En revista de ciencias agrícolas 29(1): 29-41. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5104107> [Accesado 13 Noviembre de 2021]

- Pérez-Montesino L., Lorente-Espinosa, A., Pérez-Almarales, B. 2006. "Caracterización y propagación de las Peperomias cubanas. En revista Jardín Botánico Nacional 27: 123-127. Disponible en: <http://www.rjbn.uh.cu/index.php/RJBN/article/view/349/338> [Accesado el 14 de diciembre 2020]
- Ponce-Afonso O., Rodríguez-Fuentes, A., Hernández-Padilla, E., Leiva-Sánchez, Á. T., Pérez-Montesino, L. 2014. Manual de técnicas de cultivo de plantas ornamentales. 2ª ed. Jardín Botánica Nacional. Disponible en: [http://repositorio.geotech.cu/jspui/bitstream/1234/1657/1/001-117\\_Manual%20de%20T%C3%A9cnicas%20de%20Cultivo%20de%20Plantas%20Ornamentales.pdf](http://repositorio.geotech.cu/jspui/bitstream/1234/1657/1/001-117_Manual%20de%20T%C3%A9cnicas%20de%20Cultivo%20de%20Plantas%20Ornamentales.pdf) [Accesado el 10 de diciembre 2020]
- Quintero-Sánchez, A. I., Rodríguez-Trejo, D. A., Guízar-Nolazco, E. y Bonilla-Beas, R. 2008. Propagación vegetativa de la vara de perilla (*Symphoricarpos microphyllus* H. B. K.). Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente 14(1): 21-26. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/rcscfa/v14n1/v14n1a4.pdf> [Accesado 13 Noviembre de 2021]
- Rivas-Nichorzon, M. y Silva-Acuña, R. 2020. Calidad física y química de tres compost, eloboados con residuos de jardinería, pergamino de café y bora (*Eichhorcia crassipes*). Revista Ciencia Unemi 13(32): 87-100. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/5826/582661898009/html/> [Accesado 13 Noviembre de 2021]
- Rodríguez-Yzquierdo, G. A., Pradenas-Aguila, H. E., Basso-de-Figuera, C. A., Barrios-García, M., León-Pacheco, R. I., Pérez-Macias, M. 2020. Efecto de dosis de nitrógeno en la agronomía y fisiología de plantas de maracuyá (*Passiflora edulis*). Agronomía Mesoamericana 31(1): 117-128. Doi:10.15517/am.v31i1.36815
- Samain, M. S., y Tebbs, M. C. 2020. Familia Piperaceae. Flora del Bajío y Regiones Adyacentes Fascículo 215: (1-62). Disponible en: <https://libros.inecol.mx/index.php/FB/catalog/view/2020.215/335/2300-1> [Accesado 13 Noviembre de 2021]
- Sánchez-Bernal, E. I., Santos-Jerónimo S., Ortega-Escobar, H. M., López-Garrido, S. J. y Camacho-Escobar, M. A. 2020. Crecimiento de los pastos Cayman y Cobra en diferentes niveles salinos de NaCl, en invernadero, Terra Latinoamericana 38(2): 391-401. Disponible en: DOI: <https://doi.org/10.28940/terra.v38i2.613> [Accesado 13 Noviembre de 2021]

- Sistema Nacional de Información y Gestión Forestal. 2013. Inventario Estatal de Puebla SNIGF. Disponible en: [https://snigf.cnf.gob.mx/puebla/inventario\\_puebla/](https://snigf.cnf.gob.mx/puebla/inventario_puebla/)
- Ulsido, M. D. y Meng L. 2016. Effect of organic matter from coffee pulp compost on yield response of chickpeas (*Cicer arietinum* L.) in Ethiopia. Latvia University of Agriculture 1339-1347. Disponible en: <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=LV2016030723> [Accesado 13 Noviembre de 2021]
- Vergara-Rodríguez, D. 2013. Diversidad y distribución de las especies del género *Peperomia* (Piperaceae) en el Estado de Veracruz. Tesis de maestría. Centro de Investigaciones Tropicales, Universidad Veracruzana. Disponible en: <https://www.uv.mx/met/files/2013/11/VergaraRodriguezDaniela-2013.pdf> [Accesado 13 Noviembre de 2021]
- Vergara-Rodríguez, D. y Krömer, T. 2011. Conoce usted el cilantro de monte. *ABciencia*. Universidad Veracruzana. Abril-Junio 2011. Disponible en: [https://www.uv.mx/personal/tkromer/files/2020/12/Vergara-Kromer-2011\\_Gaceta.pdf](https://www.uv.mx/personal/tkromer/files/2020/12/Vergara-Kromer-2011_Gaceta.pdf) [Accesado 13 Noviembre de 2021]
- Wege S, Gilliam M., y Henderson S. W. 2017. Chloride: not simply a cheap osmoticum, but a beneficial plant macronutrient. *Journal of Experimental Botany* 68(12): 3057-3069. Doi:10.1093/jxb/erx050

## VIII. Capítulo II. EFECTO DE REGULADORES DE CRECIMIENTO VEGETAL EN LA MULTIPLICACIÓN *in vitro* DEL TEQUELITE CHICO

### RESUMEN

*Peperomia peltilimba*, es una planta silvestre (no manejada ni cultivada) comestible y medicinal en México. El uso alimenticio y medicinal de la especie en las culturas de México, constituye un rasgo cultural aun presente. Sin embargo, actualmente esta especie es considerada como vulnerable a la extinción, y hasta la fecha, no se tienen precedentes sobre estudios enfocados a su multiplicación masiva, a pesar de que es necesario proponer alternativas que coadyuven a su conservación y manejo debido al riesgo latente de extinción. El objetivo del presente estudio fue evaluar el crecimiento de explantes de *P. peltilimba* mediante técnicas de cultivo *in vitro*. Se realizó el cultivo de explantes uninodal, lo cual se utilizaron protocolos de micropropagación de los géneros *Peperomia* y *Eryngium* adaptados para *P. peltilimba*. Los tratamientos fueron: T1= 0 mg L<sup>-1</sup> de kinetina + 0 mg L<sup>-1</sup> de ácido naftalenacético (ANA), T2= 0 mg L<sup>-1</sup> de kinetina + 1 mg L<sup>-1</sup> ANA, T3= 5 mg L<sup>-1</sup> de kinetina + 1 mg L<sup>-1</sup> ANA. Se evaluó el porcentaje de explantes con brotes, el porcentaje de explantes con oxidación y el porcentaje de explantes contaminados por hongo. La hipótesis planteada es que al menos un medio de cultivo favorece el desarrollo de explantes del tequelite chico. Los primeros brotes se presentaron a los 6 días después de la siembra. De acuerdo con los resultados obtenidos, la emisión de brotes vegetativos fue independiente de los tratamientos, mientras que la oxidación y la contaminación fúngica fueron dependientes de los tratamientos, donde el tratamiento 2 y 3 tuvieron la menor oxidación y contaminación fúngica de explantes respectivamente.

**Palabras clave:** *Peperomia peltilimba*, brotes, medio de cultivo, oxidación.

## EFFECT OF PLANT GROWTH REGULATORS ON THE *in vitro* MULTIPLICATION OF SMALL TEQUELITE

### Abstract

*Peperomia peltolimba*, is a wild (not managed or cultivated) edible and medicinal plant in Mexico. The nutritional and medicinal use of the species in the cultures of Mexico, constitutes a cultural trait still present, however, this species is currently considered vulnerable to extinction, and to date, there are no precedents on studies focused on its massive multiplication, despite the fact that it is necessary to propose alternatives that contribute to its conservation and management due to the latent risk of extinction. The objective of the present study was to evaluate the growth of *P. peltolimba* explants using *in vitro* culture techniques. The cultivation of uninodal explants was carried out, using micropropagation protocols of the genero *Peperomia* and *Eryngium* adapted for *P. peltolimba*. The treatments were: T1= 0 mg L<sup>-1</sup> de kinetin + 0 mg L<sup>-1</sup> of naphthaleneacetic acid (NAA), T2= 0 mg L<sup>-1</sup> de kinetin + 1 mg L<sup>-1</sup> NAA, T3= 5 mg L<sup>-1</sup> de kinetin + 1 mg L<sup>-1</sup> NAA. The percentage of explants with sprouts, the percentage of explants with oxidation and the percentage of explants contaminated by fungus were evaluated. The proposed hypothesis is that at least one culture medium favors the development of explants of small tequelite. The first shoots appeared six days after sowing. According to the results obtained, the emission of vegetative shoots was independent of the treatments, while the oxidation and fungal contamination were dependent on the treatments, where treatment two and three had the least oxidation and fungal contamination of explants, respectively.

**Keywords:** *Peperomia peltolimba*, buds, culture medium, oxidation

## 8.1. Introducción

*Peperomia peltimba* es una planta silvestre comestible, medicinal y nativa de México (Pérez-Nicolás *et al.*, 2018; Guerra-Ramírez *et al.*, 2020). Por su olor y sabor similar al del cilantro (*Corandium sativum*) se emplea en la preparación de diversos platillos típicos en algunas regiones de Veracruz y Puebla (Vergara-Rodríguez, 2013; Guerra-Ramírez *et al.*, 2020). Como planta medicinal se utiliza para tratar inflamaciones en los pies en algunas culturas del Estado de Oaxaca (Pérez-Nicolás *et al.*, 2018; Martínez-Bautista *et al.*, 2019).

Este recurso fitogenético se encuentra disponible en su hábitat natural de los cuales se obtiene mediante la recolección, por ser una planta no cultivada ni manejada (Vergara-Rodríguez, 2013) y hasta la fecha se considera como una especie vulnerable a la extinción (Samain y Tebbs, 2020), por lo que es necesario generar estrategias para su conservación y manejo.

Actualmente, los estudios enfocados a la multiplicación masiva de la especie son escasos tanto en México como a nivel mundial. En este sentido, la micropropagación vegetal es una herramienta útil para la conservación de especies vegetales mediante la utilización de técnicas de cultivo *in vitro*, éstas permiten el cultivo de explantes, obtenidos mediante micropropagación en condiciones de asepsia, libres de patógenos, a bajo costo y condiciones controladas en cámaras de cultivo (Lima-Jiménez *et al.*, 2018; Bonilla-Morales *et al.*, 2015). Para Cabello-Moreno (2016), el cultivo *in vitro* es una técnica de cultivo eficaz en la conservación *ex situ*, pero también puede ayudar a cumplir múltiples objetivos como el mejoramiento de cultivos agrícolas, estudios de microorganismos presentes en las plantas, estudios de especies vegetales en peligro de extinción, entre otros (Alcántara-Cortes *et al.*, 2017).

Se tienen antecedentes de casos exitosos en la propagación *in vitro* de explantes de *Peperomia albobittata*, *P. galioides* y *P. obtusifolia* en Egipto y Perú (Hany y Amira, 2014; Rojas-Idrogo *et al.*, 2020). En estas investigaciones los autores reportaron que el uso de diferentes explantes y la combinación de reguladores de crecimiento favorecen

la regeneración de nuevas plantas en menor tiempo, así mismo mencionaron que es posible disminuir la presencia de problemas comunes como la contaminación microbiana, vitrificación, pardeamiento fenólico entre otras (Rojas-Idrogo *et al.*, 2020).

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la influencia de kinetina y ácido naftalenacético en la brotación de explantes de *P. peltimba* bajo condiciones de cultivo *in vitro*.

## 8.2. Materiales y métodos

### 8.2.1 Área experimental

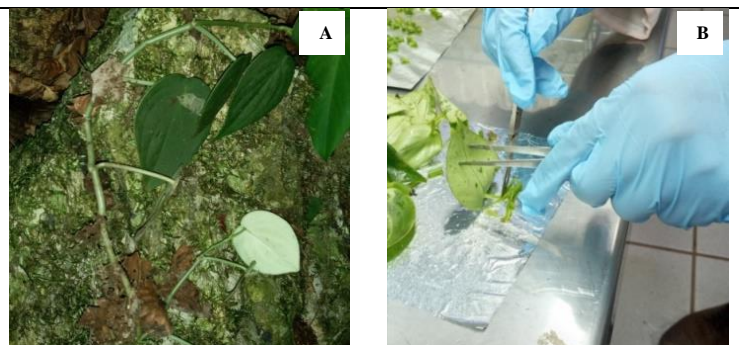
La micropropagación de *Peperomia peltilimba* mediante cultivo *in vitro* se llevó a cabo en el Laboratorio de Biología de la Universidad Intercultural del Estado de Puebla (UIEP) con calle principal a Lipuntahuaca S/N, Lipuntahuaca, Huehuetla, Puebla, México.

### 8.2.2 Material vegetal

#### 8.2.2.1. Sitio de colecta

El material vegetal se colectó en un de bosque mesófilo de montaña del municipio de Hueytlalpan, Puebla (**Figura 16 A**). El sitio geográficamente se ubicó con un GPS (Garmin®, modelo GPSMAP 64s) a 20° 1'32.14" de latitud Norte y los 97°43'28.99" de latitud Oeste con 1015 msnm.

Durante la colecta del material vegetal se consideraron los siguientes criterios: a) visiblemente sanas, b) con grosor del tallo entre 3 a 4 mm de diámetro, c) que se ubicaran en el tercio medio de la planta, y d) que presentaran hojas completamente desarrolladas. El material vegetal colectado se almacenó en una bolsa Glad® color negro y posteriormente se transportó al laboratorio donde se extrajeron 84 explantes nodales con aproximadamente 1.7 cm de longitud cada uno, este procedimiento se realizó con ayuda de un bisturí previamente desinfectado (Araque-Barrera *et al.*, 2018) (**Figura 16 B**).



**Figura 16.** Material vegetal colectado.

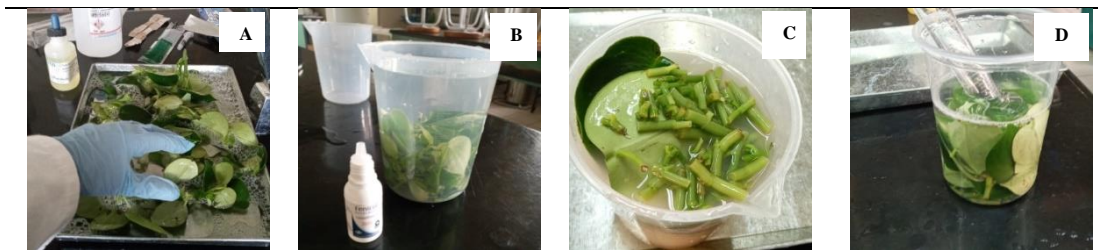
A) Ejemplar de *P. peltilimba*, B) Disección del material vegetal.



### 8.2.2.2. Desinfección

Los 84 explantes obtenidos de la planta madre del tequelite chico, inicialmente se lavaron con agua para eliminar residuos de los materiales orgánicos procedentes del hábitat natural. Posteriormente se sumergieron en agua con detergente biodegradable en polvo (Roma®, Fabrica de Jabón La Corona S.A. de C. V.) por 10 minutos ( $2 \text{ g. L}^{-1}$ ), luego se enjuagaron tres veces con agua destilada (AD) (**Figura 17 A**). Adicionalmente, se procedió a realizar la inmersión del material vegetal en cloranfenicol ( $2.5 \text{ mg.mL}^{-1}$ ) durante 4 horas y después con el fungicida Captan 50 ( $2 \text{ g.L}^{-1}$ ) por 10 minutos, en ambos tratamientos se aplicaron tres enjuagues con AD (**Figura 17 B, C**).

Finalmente, los explantes se sumergieron en alcohol etílico (70%) (0.5 L) por 30 segundos, una vez pasado este tiempo los explantes se trasladaron a la campana de flujo laminar para continuar con el procedimiento de desinfección (**Figura 17 D**).



**Figura 17.** Desinfección del material vegetal.

A) Limpieza, B) Inmersión de explantes (IE) en cloranfenicol, C) IE en fungicida Captan 50, D) IE en alcohol etílico.

El siguiente paso se realizó el enjuague de los explantes con agua destilada esterilizada (ADE) tratada a 18 psi por 20 minutos y por último, el material vegetal se trató con hipoclorito de sodio al 5 % (0.5 L) mediante inmersión por 10 minutos más tres enjuagues con ADE (Hany y Amira 2014; Rojas-Idrogo *et al.*, 2020).

## 8.2.3 Material de laboratorio

### 8.2.3.1. Desinfección y esterilización de equipos e instrumentos

La limpieza y desinfección de la campana de flujo laminar se procedió inicialmente a purgar los filtros de este equipo durante 10 minutos, así mismo las partes o componentes se limpiaron con detergente en polvo de multiusos (Roma®, Fabrica de Jabón La Corona S.A. de C. V.) e hipoclorito de sodio (CLARASOL®, Industrias Jlc, S.A. de C. V.) y al final se aplicó alcohol etílico (70%) dentro y fuera del equipo.

Los matraces, tubos de cultivo y vasos de precipitado se lavaron con detergente biodegradable en polvo (Roma®, Fabrica de Jabón La Corona S.A. de C. V.) y posteriormente se enjuagaron con agua destilada (AD). Adicionalmente, por 25 minutos se sumergieron con hipoclorito de sodio al 5% (3 L) y se aplicó tres enjagues con AD; finalmente estos materiales se conservaron en el área de trabajo de la campana de flujo laminar para su posterior uso (**Figura 18 A**).

Adicionalmente, los tubos de cultivo de 22x175 mm se esterelizaron a una presión de 18 libras por pulgada cuadrada (psi) durante 20 minutos, el tiempo se inició a contar cuando el medidor de vapor (manómetro) alcanzó la presión y la temperatura requerida. En este proceso se utilizó una olla express y los tubos se recubrieron con papel estraza (**Figura 18 B, C**).



**Figura 18.** Desinfección y esterilización de los tubos de cultivo 22x175 mm.  
A) Limpieza, B) Recubrimiento de los tubos con papel estraza, C) Esterilización.

### 8.2.4 Protocolo para la elaboración del medio de cultivo

En el presente estudio se utilizaron protocolos de micropropagación desarrollados para los géneros *Peperomia* y *Eryngium* (Héctor *et al.*, 2005; Hany y Amira, 2014; Rojas-Idrogo *et al.*, 2020). A partir de estos se realizaron adaptaciones para *P. peltimba*.

El medio de cultivo se preparó a base de solidificados de medio de MS (Murashige y Skoog, 1962) complementados con sacarosa y agar (**Cuadro 15**) (Albarracín *et al.*, 2012; Hany y Amira, 2014). Para el control de agentes microbianos principalmente la oxidación de los explantes, el medio se suplementó 250 mg L<sup>-1</sup> de Polivinilpirrolidona (PVP) y 35 mg L<sup>-1</sup> de ácido ascórbico y 30 µg de cloranfenicol para bacterias (**Cuadro 15**) (Albarracín *et al.*, 2012 y Rojas-Idrogo *et al.*, 2020).

La influencia de los reguladores de crecimiento (kinetina y ácidonaftalenacético) en la micropropagación de *P. peltimba* se evaluó mediante tres combinaciones considerando cada una de ellas como tratamiento, las cuales se describen en la sección que corresponde a los tratamientos y diseño experimental.

### 8.2.5 Tratamientos y diseño experimental

Para elaborar cada medio de cultivo, los reguladores de crecimiento y otros insumos se mezclaron como se muestra en el cuadro 15, para lo cual, se pesaron de manera separada en una balanza analítica de precisión (Velab® Modelo: VE-204) y se agregaron en los matraces previamente clasificados por tratamientos (T1, T2, T3) (**Cuadro 15**) (**Figura 19 A, B**).

En el **Cuadro 15** se muestran los tratamientos evaluados (Albarracín *et al.*, 2012; Hany y Amira, 2014).

**Cuadro 15.** Tratamientos para la inducción de brotes a partir de segmentos nodales de *P. peltimba*.

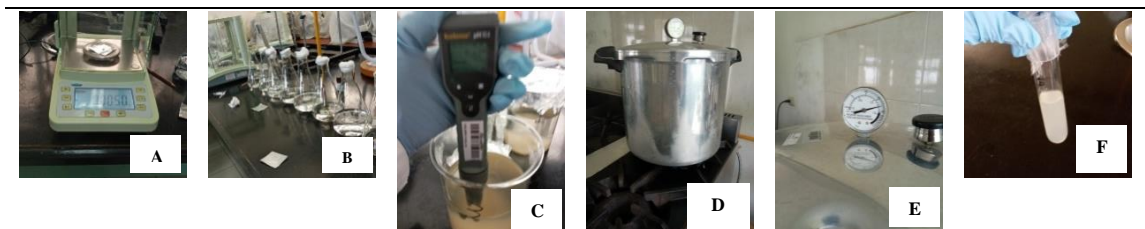
Trat	Kinetina (mg L <sup>-1</sup> )	ANA (mg L <sup>-1</sup> )	MS (g L <sup>-1</sup> )	Sucrose (g L <sup>-1</sup> )	Agar (g L <sup>-1</sup> )	PVP (mg L <sup>-1</sup> )	Ácido ascórbico (mg L <sup>-1</sup> )	Cloranfenicol (µg.mL <sup>-1</sup> )
1	0	0						
2	0	1	4.43	30	8	250	35	30
3	5	1						

Trat= Tratamiento, ANA= Ácido naftalenacético, PVP= Polivinilpirrolidona.

Además, cada matraz se colocó en baño María para eliminar los grumos en el medio de cultivo. Adicionalmente, se midió el pH en cada medio de cultivo mediante un potenciómetro (EcoSense® Modelo: pH/EC1030A) y se ajustó entre 5 y 6 con ácido clorhídrico e hidróxido de sodio (**Figura 19 C**).

Posteriormente, los matraces con el medio de cultivo se recubrieron con papel estraza y se colocaron en una olla exprés para su esterilización a una presión de 18 Psi durante 20 minutos (Araque-Barrera *et al.*, 2018) (**Figura 18 D, E**). Al final del tiempo programado, los medios esterilizados se retiraron de la olla exprés y se trasladaron en la campana de flujo laminar (CFL).

Finalmente en la CFL, cada medio de cultivo se repartió en 28 tubos de 25 x 150 mm (**Figura 19 F**). En esta etapa se utilizó un mechero de alcohol con la finalidad de flamear la boca de los tubos de cultivo antes y después de verter el medio sólido. El equipo de protección personal se utilizó bata, careta, cofia, cubrebocas y guantes de nitrilo.



**Figura 19.** Etapas de la preparación del medio de cultivo.

A) Peso de insumos, B) Disolución de insumos en matraz, C) Verificación del pH, D) Colocación de la olla exprés en la estufa, E) Muestra del manómetro, F) Medio de cultivo

Es así como, se tuvieron tres tratamientos (T1= 0 mg L<sup>-1</sup> de kinetina + 0 mg L<sup>-1</sup> de ácido naftalenacético (ANA), T2= 0 mg L<sup>-1</sup> de kinetina + 1 mg L<sup>-1</sup> ANA, T3= 5 mg L<sup>-1</sup> de kinetina + 1 mg L<sup>-1</sup> ANA), con 28 repeticiones cada uno, donde la unidad experimental estuvo conformada por un tubo con el explante (Gil-Clavijo *et al.*, 2016). Se utilizó un diseño experimental completamente al azar.

### 8.2.5.1. Establecimiento del cultivo *in vitro*

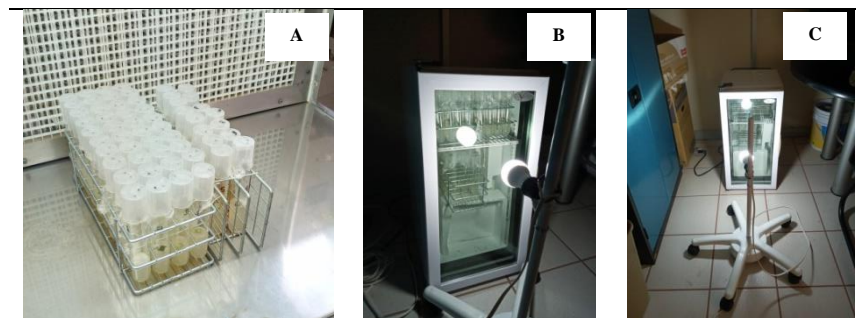
Para el cultivo de los explantes nodales de 1.7 cm, inicialmente se realizaron cortes en la parte superior e inferior de cada explante dañados por el hipoclorito de sodio (**Figura 20 A**), finalmente se conservaron en papel de aluminio previamente desinfectado con alcohol etílico (70%).

La inserción del tejido vegetal en los tubos de cultivo (25 x 150 mm) se realizó con una pinza de disección de punta curva (**Figura 20 B**). Este instrumento inmediatamente después de cada cultivo se sumergió en alcohol y luego se flameó en un mechero de alcohol para eliminar posibles contaminantes, principalmente de microorganismos. Esta etapa se realizó en la campana de flujo laminar, previamente desinfectada (**Figura 20 C**).



**Figura 20.** Etapas del cultivo de explantes.  
A) Disección, B) Inserción, C) Sellado.

Finalmente los tubos con explante se colocaron en una incubadora de crecimiento a una temperatura de 22 °C y con un fotoperiodo de 12 horas de luz blanca (**Figura 21**).



**Figura 21.** Micropropagación de *P. peltimba*.  
A) Cultivo *in vitro*, B) Incubadora, C) Establecimiento e instalación.

### 8.2.6 Variables evaluadas

El registro de las variables se realizó en cinco momentos, el primero se llevó a cabo a los 3 días después de la siembra (dds) de los explantes y los siguientes fueron a los 6, 10, 13 y 15 dds. Las variables evaluadas en cada tratamiento fueron:

- a) Porcentaje de explantes con brotes, mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{ EB} = (\text{NEB} \times 100) / n$$

**Dónde:** % EB= Porcentaje de explantes con brotes, **NEM**=Número de explantes con brotes, **n**=28.

- b) Porcentaje de explantes con oxidación, mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{ EO} = (\text{NEO} \times 100) / n$$

**Dónde:** %EO= Porcentaje de explantes con oxidación, **NEO**=Número de explantes con oxidación, **n**=28.

- c) Porcentaje de explantes con hongos, mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{ EH} = (\text{NEH} \times 100) / n$$

**Dónde:** % EH= Porcentaje de explantes con hongos, **NEH**=Número de explantes con hongos, **n**=28.

### 8.2.7 Análisis de datos

Los datos de brotación, oxidación y contaminación microbiana se analizaron mediante la prueba Chi-Cuadrada con un nivel de confianza del 95% para determinar la independencia y no independencia de las variables. Se utilizó el software estadístico SAS® (Statistical Analysis System) versión 9.0 mediante el procedimiento proc freq y la opción chisq.

### 8.3. Resultados y discusión

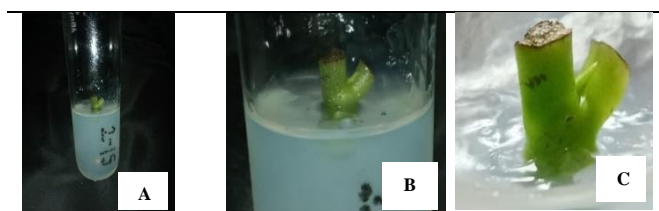
#### 8.3.1 Explantes con brotes

Los primeros brotes en los explantes de *P. peltilimba* se observaron a partir de los 6 días después de la siembra (dds) en los tratamientos 1 y 3 (**Cuadro 16**) (**Figura 22**). En un estudio realizado por Rojas-Idrogo *et al.* (2020), los primeros brotes de *Peperomia albobittata* se observaron hasta los 15 días después de la siembra de los explantes. El resultado de Rojas-Idrogo *et al.* (2020) contrasta con lo observado en este estudio, ya que la brotación se presentó en menor el tiempo. Con base en la prueba de chi-cuadrada se observó que la brotación de los explantes fue independiente del medio de cultivo, este resultado fue similar a los 10, 13 y 15 dds (**Cuadro 16**).

**Cuadro 16.** Frecuencias observadas con y sin brote de los explantes de *Peperomia peltilimba* en los diferentes días después de trasplante de los explantes en diferentes tratamientos (medio de cultivo).

dds	Trat	Composición	Brotes de explantes	
			Con	Sin
6	I	0 mg L <sup>-1</sup> de kinetina + 0 mg L <sup>-1</sup> de ANA	1	27
	II	0 mg L <sup>-1</sup> de kinetina + 1 mg L <sup>-1</sup> de ANA	0	28
	III	5 mg L <sup>-1</sup> de kinetina + 1 mg L <sup>-1</sup> de ANA	1	27
			X <sup>2</sup> = 1.0 ; p = 0.59	
10	I	0 mg L <sup>-1</sup> de kinetina + 0 mg L <sup>-1</sup> de ANA	13	15
	II	0 mg L <sup>-1</sup> de kinetina + 1 mg L <sup>-1</sup> de ANA	8	20
	III	5 mg L <sup>-1</sup> de kinetina + 1 mg L <sup>-1</sup> de ANA	7	21
			X <sup>2</sup> = 3.32 ; p = 0.19	
13	I	0 mg L <sup>-1</sup> de kinetina + 0 mg L <sup>-1</sup> de ANA	15	13
	II	0 mg L <sup>-1</sup> de kinetina + 1 mg L <sup>-1</sup> de ANA	11	17
	III	5 mg L <sup>-1</sup> de kinetina + 1 mg L <sup>-1</sup> de ANA	9	19
			X <sup>2</sup> = 2.74 ; p = 0.25	
15	I	0 mg L <sup>-1</sup> de kinetina + 0 mg L <sup>-1</sup> de ANA	16	12
	II	0 mg L <sup>-1</sup> de kinetina + 1 mg L <sup>-1</sup> de ANA	12	16
	III	5 mg L <sup>-1</sup> de kinetina + 1 mg L <sup>-1</sup> de ANA	11	17
			X <sup>2</sup> = 2.01 ; p = 0.37	

dds= días después de la siembra de los explantes; Trat= Tratamiento; ANA: ácido naftalenacético



**Figura 22.** Inducción de brote.

A) Cultivo *in vitro*, B) Explante nodal, C) Formación de brote en yema axilar.

Lo anterior, indicó que la brotación de los explantes uninodales del tequelite chico no depende del medio de cultivo (Tratamiento). Sin embargo, se observó que a los 15 dds

el tratamiento testigo tuvo el 57 % de esquejes con brotes, mientras que el tratamiento 2 y 3 tuvieron un 43 y 39 % respectivamente. Lo anterior pudo deberse a que se utilizó una baja concentración de ANA (0 a 1 mg L<sup>-1</sup>). En un estudio realizado por Gil-Clavijo *et al.* (2016) reportaron una mayor muerte de protocormos (cerca al 90%) en *Prosthechea sp*, cuando disminuyeron la concentración de ANA en el medio de cultivo (1.5 a 0 mg L<sup>-1</sup>) para la germinación de explantes de dicha especie. Los mismos autores reportaron que cuando utilizaron una concentración de 1,5 mg L<sup>-1</sup> obtuvieron el 80 % de regeneración de protocormos de *Prosthechea sp*.

### 8.3.2 Oxidación fenólica de explantes

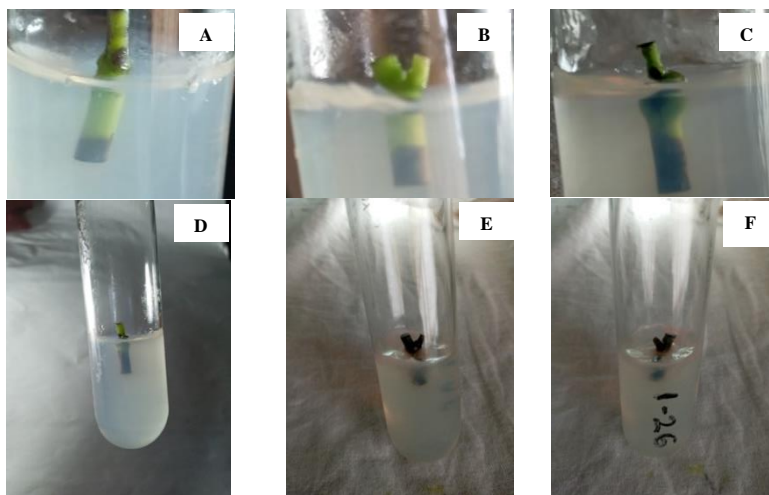
El ennegrecimiento de los explantes se registró a los 3 días después del cultivo de los explantes (dds) en todos los tratamientos, este proceso de oscurecimiento de tejidos en su mayoría se observó inicialmente en la parte inferior o base del explante (**Cuadro 17**) (**Figura 23**). La prueba utilizada para determinar la dependencia o independencia de las variables en diferentes tiempos de evaluación indicó que el oscurecimiento de los explantes (oxidación) fue dependiente de los tratamientos (**Cuadro 17**).

**Cuadro 17.** Frecuencias observadas con y sin oxidación de los explantes de *Peperomia peltilimba* en los diferentes días después de trasplante de los explantes en diferentes tratamientos (medios de cultivo).

dds	Trat	Composición	Oxidación de explantes	
			Con	Sin
3	I	0 mg L <sup>-1</sup> de kinetina + 0 mg L <sup>-1</sup> de ANA	15	13
	II	0 mg L <sup>-1</sup> de kinetina + 1 mg L <sup>-1</sup> de ANA	1	27
	III	5 mg L <sup>-1</sup> de kinetina + 1 mg L <sup>-1</sup> de ANA	3	25
			X <sup>2</sup> = 23.40; p < 0.0001	
6	I	0 mg L <sup>-1</sup> de kinetina + 0 mg L <sup>-1</sup> de ANA	20	8
	II	0 mg L <sup>-1</sup> de kinetina + 1 mg L <sup>-1</sup> de ANA	1	27
	III	5 mg L <sup>-1</sup> de kinetina + 1 mg L <sup>-1</sup> de ANA	3	25
			X <sup>2</sup> = 38.15; p < 0.0001	
10	I	0 mg L <sup>-1</sup> de kinetina + 0 mg L <sup>-1</sup> de ANA	20	8
	II	0 mg L <sup>-1</sup> de kinetina + 1 mg L <sup>-1</sup> de ANA	1	27
	III	5 mg L <sup>-1</sup> de kinetina + 1 mg L <sup>-1</sup> de ANA	3	25
			X <sup>2</sup> = 38.15; p < 0.0001	
13	I	0 mg L <sup>-1</sup> de kinetina + 0 mg L <sup>-1</sup> de ANA	21	7
	II	0 mg L <sup>-1</sup> de kinetina + 1 mg L <sup>-1</sup> de ANA	1	27
	III	5 mg L <sup>-1</sup> de kinetina + 1 mg L <sup>-1</sup> de ANA	3	25
			X <sup>2</sup> = 41.46; p < 0.0001	
15	I	0 mg L <sup>-1</sup> de kinetina + 0 mg L <sup>-1</sup> de ANA	21	7
	II	0 mg L <sup>-1</sup> de kinetina + 1 mg L <sup>-1</sup> de ANA	2	26
	III	5 mg L <sup>-1</sup> de kinetina + 1 mg L <sup>-1</sup> de ANA	7	21
			X <sup>2</sup> = 30,18; p < 0.0001	

dds= días después de la siembra de los explantes; Trat= Tratamiento; ANA: ácido naftalenacético





**Figura 23.** Oxidación fenólica.

A) Oxidación en la base del explante, B y C) Oxidación avanzada, D) Muestra del cultivo *in vitro* y explante con oxidación, E) y F) Necrosis y muerte de explante a los 15 dds.

En este estudio, se esperaba que la adición de ácido ascórbico y de PVP en los medios de cultivo inhibieran la oxidación, debido a los resultados obtenidos por Albarracín *et al.* (2012), quienes al adicionar al medio de cultivo dichos antioxidantes lograron reducir la oxidación de explantes del cilantro extranjero (*Eryngium foetidum*). Sin embargo, este efecto no se observó en el presente estudio ( $p < 0.05$ ).

Otros factores que pudieron contribuir a la oxidación de los tejidos vegetales son: a) la acción de las enzimas oxidasas y las tirosinasas que se liberan al herirse los tejidos vegetales durante la disección, y b) la presencia de sales minerales (Jacinto-Alcazar, 2018; Frausto-Jaime *et al.*, 2019). Aunque Mc-Caughey-Espinoza *et al.* (2020) reportaron que el uso de ácido ascórbico + ácido cítrico son efectivos para el control de la oxidación de los explantes, en el presente estudio los explantes presentaron oxidación aún con la adición de ácido ascórbico en el medio de cultivo. Por tal motivo, es recomendable evaluar otros antioxidantes para *P. peltolimba* ya que esta especie posee compuestos fenólicos que inciden en la oxidación fenólica (Albarracín *et al.* 2012; Guerra-Ramírez *et al.*, 2020).

### 8.3.3 Contaminación fúngica

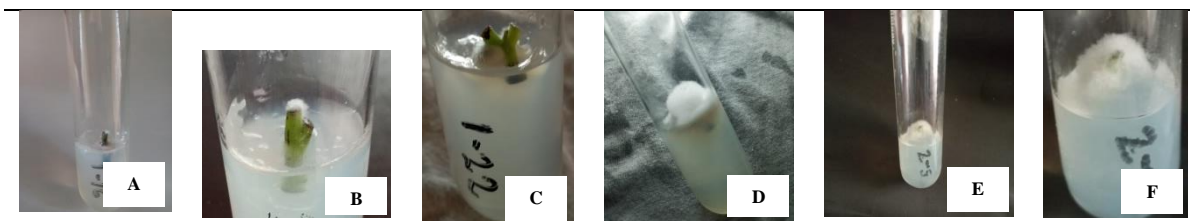
La formación de micelio se observó a partir de los 10 días después de la siembra de los explantes (dds) en todos los tratamientos, sin que se realizara la identificación de los mismos. A partir de la fecha indicada anteriormente, en el T1 se observó 57 % de explantes sin hongos y después de 5 días (15 dds), el 100 % de las unidades experimentales mostró contaminación fúngica. En esta misma fecha, los explantes de los tratamientos T2 y T3 que se observaron sin contaminación fúngica presentaron oxidación fenólica muy avanzada en la parte superior e inferior de los explantes.

En las últimas dos fechas de evaluación (13 y 15 dds), la prueba de chi-cuadrada indicó que la contaminación fúngica en los explantes dependió de los diferentes medios de cultivo utilizados para la micropropagación de *P. peltolimba*. En la última evaluación se tuvo un 100 %, 82.1 % y 67.8 % de contaminación fúngica en el T1 T2 y T3 respectivamente (**Cuadro 18**) (**Figura 24**).

**Cuadro 18.** Frecuencias observadas con y sin contaminación fungica de los explantes de *Peperomia peltolimba* en los diferentes días después de trasplante de los explantes en diferentes tratamientos (medios de cultivo).

dds	Trat	Composición	Contaminación fungica	
			Con	Sin
10	I	0 mg L <sup>-1</sup> de kinetina + 0 mg L <sup>-1</sup> de ANA	12	16
	II	0 mg L <sup>-1</sup> de kinetina + 1 mg L <sup>-1</sup> de ANA	5	23
	III	5 mg L <sup>-1</sup> de kinetina + 1 mg L <sup>-1</sup> de ANA	8	20
			X <sup>2</sup> = 4,21; p = 0.12	
13	I	0 mg L <sup>-1</sup> de kinetina + 0 mg L <sup>-1</sup> de ANA	24	4
	II	0 mg L <sup>-1</sup> de kinetina + 1 mg L <sup>-1</sup> de ANA	13	15
	III	5 mg L <sup>-1</sup> de kinetina + 1 mg L <sup>-1</sup> de ANA	16	12
			X <sup>2</sup> = 9,92; p = 0.007	
15	I	0 mg L <sup>-1</sup> de kinetina + 0 mg L <sup>-1</sup> de ANA	28	0
	II	0 mg L <sup>-1</sup> de kinetina + 1 mg L <sup>-1</sup> de ANA	23	5
	III	5 mg L <sup>-1</sup> de kinetina + 1 mg L <sup>-1</sup> de ANA	19	9
			X <sup>2</sup> = 10,46; p = 0.0054	

dds= días después de la siembra de los explantes; Trat= Tratamiento; ANA: ácido naftalenacético



**Figura 24.** Contaminación fúngica.

A) Explante contaminado, B) Formación de micelio en la parte superior del explante, C) Formación de micelio después de la brotación, D) E) y F) Micelio blanco algodonoso en explante de *P. peltlimba*.

La presencia de hongos pudo deberse a la edad del material utilizado, el tipo de desinfectante utilizado y a la forma de trabajar en la campana de flujo laminar (Brenes-Madriz y Guillen-Watson, 2014). En este sentido, el procedimiento y/o manejo de los materiales e instrumentos utilizados en cada fase del cultivo *in vitro*, incluyendo la preparación del medio de cultivo y la siembra de los explantes debe realizarse de manera cuidadosa y aséptica (Jacinto-Alcazar, 2018).

Así mismo, en estudios similares de esta investigación se han recomendado el uso de antifúngicos adicionados en los medios de cultivo o para la desinfección externa de los explantes, este es el caso de Carbendazima que al ser utilizada como parte del protocolo de cultivo *in vitro* de *P. pellucida* contribuyó a la propagación masiva de esa especie sin contaminación fungica. (Ahmed *et al.*, 2020). Por lo tanto, para la propagación *in vitro* de *P. peltlimba* se recomienda evaluar otros fungicidas para mejorar el protocolo de micropropagación en esta especie.

#### **8.4. Conclusiones**

Los primeros brotes de *P. peltimba* en condiciones de cultivo *in vitro* se presentaron a los 6 dds. De acuerdo con los resultados obtenidos, la emisión de brotes vegetativos fue independiente de los tratamientos, mientras que la oxidación y la contaminación fúngica fueron dependientes de los tratamientos, donde el tratamiento 2 y 3 tuvieron la menor oxidación y contaminación fúngica de explantes respectivamente. La micropropagación de *P. peltimba* mediante el cultivo *in vitro* es viable, sin embargo, se requieren nuevos estudios que incluyan el tratamiento del material vegetal, el uso de fitohormonas, antioxidantes y antifúngicos. El protocolo desarrollado en el presente estudio es un precedente en la propagación de *P. peltimba* mediante segmentos nodales con yemas axilares, el cual puede contribuir en la conservación y manejo de esta especie considerada como vulnerable a la extinción.

## 8.5. Bibliografía citada

- Ahmed, A. B. A., Teoh L., Musthafa, M. M., Taha R. M. y Marikar, F. M. 2020. "An efficient plant regeneration, detection and identification of secondary metabolites from propagate plants of *Peperomia pellucida* (L.) for mass cultivation. Modern Phytomorphology 15: 16-13. Disponible en: <http://doi.org/10.5281/zenodo.5078526>
- Albarracin, P., Jadan, M. y Peña, C. 2012. Evaluación de un sistema de inmersión temporal frente al método de propagación convencional en la multiplicación *in vitro* de cilantro cimarrón (*Eryngium foetidum*) a partir de hojas, yemas y segmentos nodales. En repositorio Universidad de las Fuerzas Armadas. Disponible en: <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/handle/21000/5267> [Accesado el 14 de diciembre 2020]
- Alcántara-Cortes, J. S., Catillas-Pérez, M. G., Sánchez-Mora, R. M. 2017. Importancia de los cultivos vegetales *In vitro* para establecer bancos de germoplasmas y su uso en investigación. Biociencias 1(1): 71-83. Disponible en: <https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/Biociencias/article/view/2222/2382> [Accesado 13 Noviembre de 2021]
- Araque-Barrera, E. J., Bohórquez-Quintero, M. A., Pacheco-Díaz, J. E., Correa-Mora, L. Y., Urquijo-Ruiz, J. S., Castañeda-Garzón, S. L., y Pacheco-Maldonado, J.C. 2018. Propagación y tuberización *in vitro* de dos variedades de papa. Ciencia en desarrollo 9(1): 21-31. Disponible en: [https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/001/2152/1/PPS\\_862\\_Propagacion\\_tuberizacion\\_invitro.pdf](https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/001/2152/1/PPS_862_Propagacion_tuberizacion_invitro.pdf) [Accesado 13 Noviembre de 2021]
- Bonilla-Morales, M. M., Macipe-Murillo, C. y Aguirre-Morales, A. C. 2015. Conservación *in vitro*: Una perspectiva para el manejo de los recursos fitogenéticos. Revista de Investigación Agraria y Ambiental 6(1): 67-82. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5590927.pdf> [Accesado 13 Noviembre de 2021]
- Brenes-Madriz, J. A. y Guillén-Watson, A. V. 2014. Establecimiento de un protocolo *in vitro* para el cultivo de Ajo (*Allium sativum*) en Costa Rica. Tecnología en Marcha 27(4): 49-57. Disponible en: [https://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec\\_marcha/article/view/2085](https://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec_marcha/article/view/2085) [Accesado 13 Noviembre de 2021]
- Cabello-Moreno, B. 2016. Micropropagación y conservación *in vitro* de variedades españolas de *Olivo*. Tesis Doctoral. Universidad de Malanga. Disponible en:

- [https://riuma.uma.es/xmlui/bitstream/handle/10630/13820/TD\\_CABELLO\\_MORENO\\_Borja.pdf?sequence=1](https://riuma.uma.es/xmlui/bitstream/handle/10630/13820/TD_CABELLO_MORENO_Borja.pdf?sequence=1) [Accesado 13 Noviembre de 2021]
- Frausto-Jaime, K. A., Ojeda-Zacarías, M. C., Alvarado-Gómez, O. G., García-Zambrano, E. A., Rodríguez-Fuentes, H. y Rodríguez-Perez, G. 2019. Inducción de brotes a partir de varas florales de la orquídea *Phalaenopsis* ssp. (Blume) *in vitro*. Revista Mexicana Ciencias Agrícolas 10(6): 1207-1218. Disponible en: <https://doi.org/10.29312/remexca.v10i6.608> [Accesado 13 Noviembre de 2021]
- Gil-Clavijo, A. I., Contreras-Pico, D. F. y Gutiérrez-Rojas, L. C. 2016. Establecimiento *in vitro* de protocormos de *Prosthechea* sp. Bajo diferentes concentraciones de ácido naftalenacético. Revista Mutis 6(1): 6-15. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.21789/22561498.1108> [Accesado 13 Noviembre de 2021]
- Guerra-Ramírez, D., Medrano-Hernández, J., Salgado-Escobar. I. y Hernández-Rodríguez. G. 2020. Exploración etnobotánica y caracterización preliminar de especies aromáticas silvestres de la Sierra Norte de Puebla. En: Pérez Soto, F., Figueroa Hernández, E., Godínez Montoya, L., Sepúlveda Jiménez, D. y Pérez Figueroa, R. A. Comp. Química, etnobotánica, economía y finanza. Disponible en: <https://dicea.chapingo.mx/wp-content/uploads/2021/02/Quimica-etno-eco-y-Finanzas.pdf> [Accesado 13 Noviembre de 2021]
- Hany M. El-Naggar and Amira R. Osman, 2014. Micro Propagation and Organogenesis of *Peperomia obtusifolia*. En revista Asian Journal of Crop Science 6(1): 58-66. Disponible en: DOI: 10.3923/ajcs.2014.58.66
- Héctor, E; Barrón, M. L., Godoy, L., Díaz, B., Hernández, M. M., Torres, A. 2005. Un método para la desinfección y establecimiento *In vitro* de la Menta Japonesa (*Mentha arvensis* L.). Cultivos tropicales 26(1): 69-71. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/1932/193215916011.pdf> [Accesado 13 Noviembre de 2021]
- Jacinto-Alcazar, M. E. 2018. Evaluación de tres niveles de auxinas y citoquininas para la obtención de plantas madre de rosa (*Rosa* sp.) Variedad Freedom en condiciones *in vitro*. Revista Apthapi 4(2): 1073-1081. Disponible en: <http://ojs.agro.umsa.bo/index.php/ATP/article/view/239> [Accesado 13 Noviembre de 2021]
- Lima-Jiménez, N. R., Moreno-Serrano, J. A., Eras-Guaman, V. H., Michala-Patiño, J., González-Zumara, D., Yaguana-Arévalo, M., y Valarezo-Ortega, C. 2018. Propagación *in vitro* de *Cinchona officinalis* L. a partir de semillas. Investigaciones Altoandinas 20(2): 169-178. Disponible en:

- [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2313-29572018000200002](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2313-29572018000200002) [Accesado 13 Noviembre de 2021]
- Martínez-Bautista, B. G., Bernal-Ramírez, L. A., Bravo-Avilez, D., Samain, M. S., Ramírez-Amezcu, J. M. y Rendón-Aguilar, B. 2019. Traditional uses of the Piperaceae in Oaxaca Mexico. Mexico. Tropical Conservation Science 12: 1-22, Disponible en: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/1940082919879315> [Accesado 13 Noviembre de 2021]
- Mc-Caughey-Espinoza, D., Reyes-Olivas, Á., Ayala-Astorga, G., Lugo-García, G., Ochoa-Meza, A. y Pacheco-Olvera, A. 2020. Inducción *in vitro* de callogenesis y organogénesis en explantes de *Krameria erecta* Willd. Abanico agroforestal. 2: 1-13. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.37114/abaagrof/2020.5>
- Murashige, T. and Skoog, F. 1962. A Revised Medium for Rapid Growth and Bio Assays with Tobacco Tissue Cultures. Plant Physiology 15: 473-497. Disponible en <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.1962.tb08052.x>
- Pérez-Nicolás, M., Vibrans, H. y Romero-Manzanares, A. 2018. Can the use of medicinal plants motivate forest conservation in the humid mountains of Northern Oaxaca, Mexico?. Botanical Sciences 96(2): 267-285. Disponible en: DOI: 10.17129/botsci.1862
- Rojas-Idrogo, C., Olivera-Morante, M. I., Delgado-Paredes, G. E. 2020. *In vitro* propagation of *Peperomia albobittata* and *Peperomia galioides* by organogénesis. Biotecnología Vegetal 20(2): 92-103. Disponible en: <https://search.scielo.org/?lang=es&count=15&from=0&output=site&sort=&format=summary&fb=&page=1&q=%22In+vitro+propagation+of+Peperomia+albobittata+and+Peperomia+galioides+by+organog%C3%A9nesis%22> [Accesado 13 Noviembre de 2021]
- Samain, M. S., y Tebbs, M. C. 2020. Familia Piperaceae. Flora del Bajío y Regiones Adyacentes 215: 1-62 Disponible en: <https://libros.inecol.mx/index.php/FB/catalog/view/2020.215/335/2300-1> [Accesado 13 Noviembre de 2021]
- Vergara-Rodríguez, D. 2013. Diversidad y distribución de las especies del género *Peperomia* (Piperaceae) en el Estado de Veracruz. Tesis de maestría. Centro de Investigaciones Tropicales. Universidad Veracruzana. Disponible en: <https://www.uv.mx/met/files/2013/11/VergaraRodriguezDaniela-Noviembre2013b.pdf> [Accesado 13 Noviembre de 2021]

## IX. Capítulo III. CONOCIMIENTO TRADICIONAL DEL TEQUELITE CHICO EN LA SIERRA NORTE DE PUEBLA

### RESUMEN

El tequelite chico (*Peperomia peltilimba*) es una planta silvestre que se utiliza en las comunidades totonacas de la Sierra Norte de Puebla con fines alimenticios. En otras culturas de México además de tener un uso comestible se ha identificado como planta medicinal. Estos conocimientos forman parte de la herencia cultural que se ha transmitido de generación en generación. Sin embargo, actualmente las poblaciones de esta especie nativa considerada como vulnerable a la extinción, así como los conocimientos tradicionales en torno a ella se están perdiendo. El objetivo del presente estudio fue documentar el conocimiento tradicional y percepción sobre el manejo y conservación del tequelite chico en la comunidad totonaca de Chipahuatlán, Olintla, Puebla. La hipótesis es que la comunidad de Chipahuatlán conserva prácticas tradicionales y conocimientos en torno a *P. peltilimba*. Se realizaron entrevistas semiestructuradas además de recorridos en un hábitat natural de la especie. Los resultados indican que los pobladores de la comunidad poseen conocimientos ecológicos sobre el manejo y conservación de la especie. Durante la colecta del tequelite chico, los habitantes utilizan prácticas de conservación relacionadas con conocimientos entorno al crecimiento y desarrollo de la planta, las más relevantes son: la conservación de las plantas con brotes vegetativos o florales, el corte de plantas que presente hojas más desarrolladas y maduras.

**PALABRAS CLAVE:** patrimonio biocultural, *Peperomia peltilimba*, cultura totonaca, especie nativa, Totonacapan.



## TRADITIONAL KNOWLEDGE OF SMALL TEQUELITE IN THE SIERRA NORTE DE PUEBLA

### ABSTRACT

The small tequelite (*Peperomia peltilimba*) is a wild plant that is used in the Totonac communities of the Sierra Norte de Puebla with fine foods. In other cultures of Mexico, in addition to having an edible use, it has been identified as a medicinal plant. This knowledge is part of the cultural heritage that has been passed down from generation to generation. However, currently the populations of this native species considered vulnerable to extinction, as well as the traditional knowledge around it, are being lost. The objective of this study was to document the traditional knowledge and perception about the management and conservation of small tequelite in the Totonac community of Chipahuatlán, Olintla, Puebla. The hypothesis is that the community of Chipahuatlán preserves traditional practices and knowledge around *P. peltilimba*. Fifty three semi-structured interviews were conducted in addition to tours in a natural habitat of the species. The results indicate that the inhabitants of the community have ecological knowledge about the management and conservation of the species. During the collection of small tequelite, the inhabitants use conservation practices related to knowledge about the growth and development of the plant, the most relevant are: the conservation of plants with vegetative or floral shoots, the cutting of plants that present more developed leaves and mature.

**Keywords:** biocultural heritage, *Peperomia peltilimba*, totonac culture, native species.

## 9.1. Introducción

La familia Piperaceae se distribuye en las regiones tropicales y subtropicales del mundo e incluye plantas herbáceas con un número indeterminado de especies (Cházaro-Basáñez *et al.*, 2012). En esta familia se encuentra el género *Peperomia* sp. donde se han identificado aproximadamente 1,600 especies distribuidas en Centro y Sudamérica, incluyendo México. Gran parte de las especies son nativas de los Andes y de la región amazónica, mientras que otras son consideradas endémicas de México y Centroamérica (Basurto-Peña *et al.*, 1998; Vergara-Rodríguez, 2013).

Una de las especies nativas con importancia biocultural presente en México, es *Peperomia peltilimba* C. DC. Ex trelease, la cual es una hierba de sombra, epífita, rupícola, reptante y carnosa (Cházaro-Basáñez *et al.*, 2012). Se encuentra distribuida en los estados de Veracruz, Oaxaca, Chiapas, Guerrero, Hidalgo, Tabasco, Querétaro y Puebla (Guerra-Ramírez *et al.*, 2020, Martínez-Bautista *et al.*, 2019; DGRU, 2021). En este último Estado se distribuye en las regiones de Huauchinango, Huehuetla, Sierra Negra, Teziutlán, Xicotepec y Zacapoaxtla (Blancas *et al.*, 2014; Guerra-Ramírez *et al.*, 2020 y DGRU, 2021).

En la Sierra Norte de Puebla, *P. peltilimba* se conoce en la lengua totonaca como Xalaktsu kuksasan y en castellano como tequelite chico (Vergara-Rodríguez, 2013; Guerra-Ramírez *et al.*, 2020). Mientras que en la Sierra Negra de Puebla y zona centro de Veracruz se conoce como cilantrillo de monte y cilantro cimarrón en alusión a su sabor parecido al del cilantro (*Coriandrum sativum*) (Basurto-Peña *et al.*, 1998; Vergara-Rodríguez, 2013; Pérez-Nicolás *et al.*, 2018).

En la cultura Totonaca, el tequelite chico se utiliza para preparar diferentes platillos, para lo cual se ocupan las hojas y los tallos como condimento en la preparación de frijoles hervidos con ajonjolí molido, sal y chile (Vergara-Rodríguez y Krömer, 2011). Mientras que en las culturas Chinanteca y Zapoteca del estado de Oaxaca, esta especie se aprovecha como planta medicinal para tratar inflamaciones en los pies (Pérez-Nicolás *et al.*, 2018; Martínez-Bautista *et al.*, 2019).

El uso alimenticio y medicinal de *P. peltimba* es una herencia cultural transmitida de generación en generación mediante la tradición oral, lo cual es un reflejo de la coexistencia de comunidades pertenecientes a pueblos originarios y el ambiente en el que se encuentran (Vergara-Rodríguez y Krömer, 2011). Sin embargo, actualmente tanto las poblaciones de esta especie, así como los conocimientos tradicionales en torno a ella se están perdiendo gradualmente. En este sentido, el patrimonio biocultural de nuestro país merece ser valorado para la inclusión de éstos en las políticas nacionales de desarrollo, así como en aquellas de manejo y conservación de recursos y territorios donde habitan los pueblos originarios (Bernal-Ramírez *et al.*, 2019).

El objetivo del presente estudio fue documentar el conocimiento tradicional y la percepción sobre el manejo y la conservación del tequelite chico en la comunidad totonaca de Chipahuatlán, Olintla, Puebla.

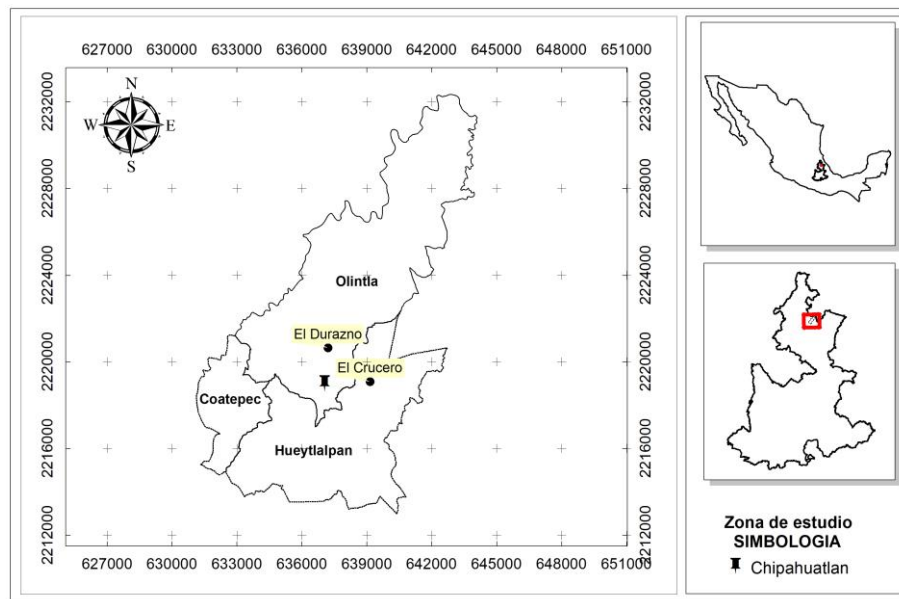
## 9.2. Materiales y métodos

### 9.2.1 Descripción del área de estudio

La comunidad de Chipahuatlán es un asentamiento de la cultura Totonaca que ha conservado sus costumbres y tradiciones como identidad, está situada en el municipio de Olintla en el Estado de Puebla, México, a una altura de 900 msnm. Esta localidad presenta un clima semicálido húmedo con lluvias todo el año, con un rango de temperatura media mensual entre 18.1 a 20.5 °C y una precipitación anual de 2400 a 3600 mm (INEGI, 2010; SMN, 2021).

La población total es de 1,148 habitantes, de los cuales 561 son hombres y 587 son mujeres. Cuenta con 236 viviendas particulares habitadas, catalogadas en un grado de marginación muy alto (SEDESOL, 2013).

La comunidad de Chipahuatlán colinda al norte con la colonia el Durazno de la Junta Auxiliar de Bibiano Hernández perteneciente al municipio de Olintla, al oeste con el municipio de Coatepec, al este con la comunidad el Crucero del municipio de Hueytlalpan y al sur con el municipio de Hueytlalpan (INEGI, 2010) (**Figura 25**).



**Figura 25.** Ubicación de la zona de estudio: Chipahuatlán, Olintla, Puebla, México.

Elaboración propia con datos obtenidos de INEGI (2019). Mapa elaborado en ArcGis® Versión 10.5.

### 9.2.2 Ubicación del sitio de observación

Se realizaron recorridos en la zona de estudio para ubicar un sitio donde crece de manera natural *P. peltilimba*, para caracterizar su hábitat. A través de un informante clave se ubicó el sitio más cercano a la comunidad de Chipahuatlán, específicamente en el municipio de Hueytlalpan. El sitio se georreferenció con un GPS (Garmin®, modelo GPSMAP 64s), las coordenadas geográficas del sitio fueron 20°1'32.14" de latitud Norte y 97°43'28.99" de latitud Oeste con 1,015 msnm. Se tomaron registros de la flora y fauna asociada a *P. peltilimba* en su hábitat natural y esta información se complementó con entrevistas semiestructuradas familias de la comunidad. Posteriormente, se realizó la identificación de la flora mediante las características botánicas e información disponibles en la Colección Biológica del Portal de Datos Abiertos de la UNAM (DGRU, 2021), así como mediante estudios etnobotánicos realizados en la Sierra Norte de Puebla (Martínez-Alfaro *et al.*, 2001). Adicionalmente, se registraron los nombres en lengua totonaca y en castellano. La identificación de la fauna se realizó a través de la Red de Conocimiento Sobre las Aves de México (AvesMx.net) de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO, 2015).

### 9.2.3 Entrevistas y tamaño de muestra

Se realizaron entrevistas semiestructuradas para documentar el conocimiento tradicional en torno a *P. peltilimba*. La entrevista estuvo conformada por las siguientes secciones: conocimiento de la especie, conservación y manejo, comercialización, así como usos y beneficios. La población estudiada fueron las 236 familias presentes de la comunidad de Chipahuatlán, Olintla.

El tamaño de la muestra se obtuvo utilizando un muestreo cualitativo mediante la ecuación presentada Castañeda- Guerrero *et al.* (2020).

$$n = \frac{NZ^2_{\alpha/2}pq}{Nd^2 + Z^2_{\alpha/2}pq}$$

**Dónde:**

**N**= Tamaño de la población (236)

**Z<sub>α/2</sub>**= 95 % de confiabilidad (1.96)

**p**= 0.5

**q**= 0.5

**d**= precisión (0.12)

Se aplicaron 53 entrevistas semiestructuradas, las cuales se tradujeron e interpretaron en Totonaco, así mismo se utilizaron fotografías del tequelite chico durante las entrevistas para mostrar gráficamente la especie de interés (*P. peltilimba*) (Rodríguez-López y Martínez-Castillo, 2018).

#### **9.2.4 Análisis de datos**

Los datos recabados en las entrevistas sobre el conocimiento local y el manejo del tequelite chico fueron sistematizados en una base de datos y posteriormente se analizaron mediante estadística descriptiva.

### 9.3. Resultados y discusión

#### 9.3.1 Conocimiento etnobotánico

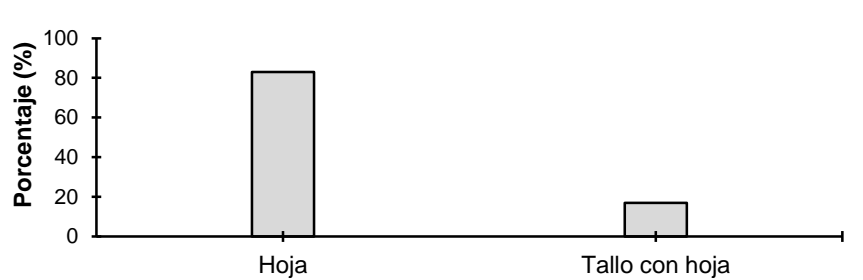
En la comunidad de Chipahuatlan, *Peperomia peltimba* es ampliamente conocida como “Xalaktsu kuksasan” en Totonaco y en castellano como tequelite chico. El uso de la palabra chico se debe a la presencia de *Peperomia maculosa*, esta especie presenta hojas más grandes en comparación con las de *P. peltimba* (UNIBIO, 2010; Villa-Ruano *et al.*, 2018). Aunque *P. maculosa* también se utiliza en la zona de estudio para la elaboración de alimentos, es menos preferida porque en algunas ocasiones provoca náuseas o malestar estomacal (Guerra-Ramírez *et al.*, 2020).

De acuerdo con los resultados de esta investigación, el tequelite chico es utilizada en la comunidad de Chipahuatlán únicamente con fines alimenticios, ya que forma parte en la elaboración de diversos platillos y degustaciones de la región como el mole, los tamales de frijoles, los tamales de carnes, otros quelites de la región de la Sierra Norte de Puebla (barbarón, cinco quelites, quintonil) y los frijoles hervidos con o sin ajonjolí. Este último guiso que incorpora el uso del tequelite chico para su preparación también se ha registrado en otras regiones de México (Mapes y Basurto, 2016; Vergara-Rodríguez y Krömer, 2011).

Lo anterior, difiere con los usos que se tienen en la cultura Zapoteca y la Chinanteca del Estado de Oaxaca, donde el tequelite chico se utiliza con fines medicinales para tratar las inflamaciones en los pies (Pérez-Nicolás *et al.*, 2018; Martínez-Bautista *et al.*, 2019). Guerra-Ramírez *et al.*, (2020) mencionan que los componentes del aceite esencial de *P. peltimba* poseen propiedades farmacológicas, sin embargo, no se han realizado estudios específicos sobre sus implicaciones medicinales (Guerra-Ramírez *et al.*, 2020). En la zona de estudio las familias entrevistadas no mencionaron el uso de la especie como planta medicinal.

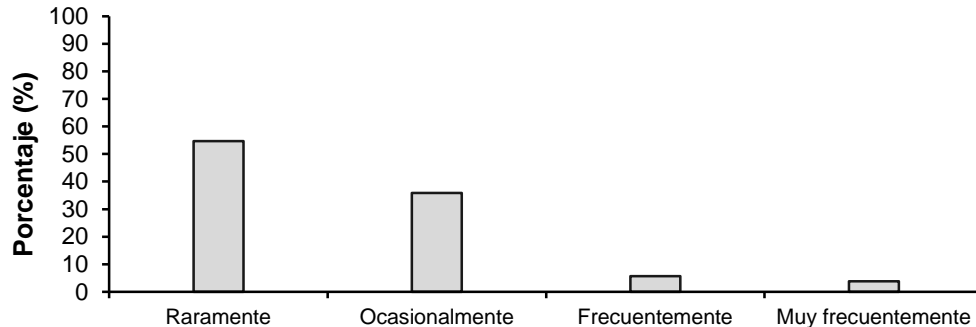
El 83 % de las familias señalaron que la principal parte de la planta fue la hoja, mientras que el 17 % de las familias utilizan las hojas junto con el tallo, en ambos casos el fin es alimenticio (**Figura 26**). Vergara-Rodríguez y Krömer, 2011 encontraron que en

Veracruz el uso de las hojas de tequelite se utiliza como sustituto del cilantro (*Coriandrum sativum*) para la elaboración de platillos regionales.



**Figura 26.** Partes del tequelite chico (*Peperomia peltolimba*) utilizadas en la comunidad totonaca de Chipahuatlán en Olintla, Puebla.

Por otra parte, el 4 % de la población mencionó que consume muy frecuentemente el tequelite chico mientras que el 36 % fue ocasionalmente y el 55% mencionó consumirlo raramente (**Figura 27**). Estos resultados indican que el consumo de este quelite en Chipahuatlán no es frecuente, lo anterior, se atribuye a la dificultad para obtenerlo, actualmente, es necesario recurrir a su hábitat natural, los cuales se encuentran en sitios de difícil acceso, o bien a través de los mercados locales.



**Figura 27.** Periodicidad de consumo del tequelite chico (*Peperomia peltolimba*) en la comunidad totonaca de Chipahuatlán en Olintla, Puebla.

Raramente = 2 veces al año, ocasionalmente = 3 a 4 veces al año, frecuentemente = 5 a 6 veces al año y muy frecuentemente = 2 a 3 veces al mes.

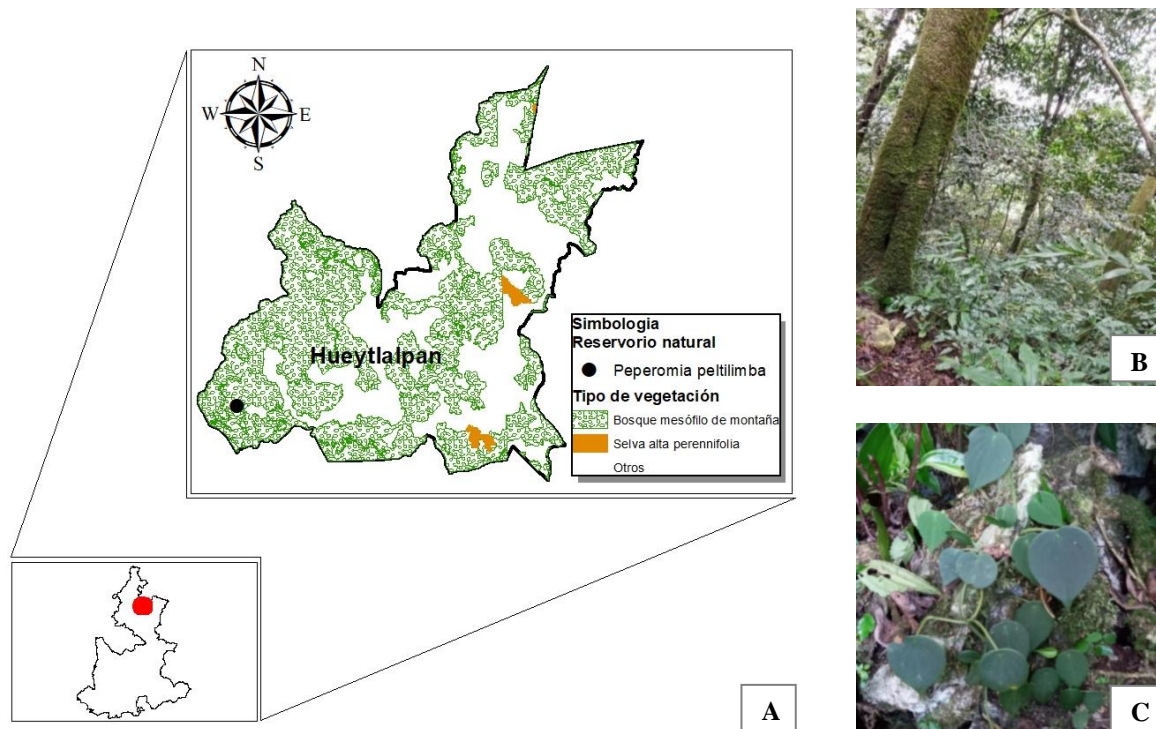
En este sentido, la principal forma en que las familias obtienen el tequelite chico es a través de la compra de manojos en los mercados de los municipios aledaños, o bien a través de las personas que se dedican a la comercialización de esta especie (58%), mientras que la segunda forma de obtención es mediante la extracción desde su hábitat natural (42%). La venta del tequelite chico en mercados locales se ha



registrado en otras regiones de México, en particular en el municipio de Huejutla de Reyes en el Estado de Hidalgo (Linares-Mazari y Bye-Boettler, 2015).

### 9.3.2 Conocimiento ecológico

Las personas entrevistadas señalaron que su hábitat natural de *P. peltolimba* regularmente se ubican en sitios moderadamente sombreadas, relativamente inaccesibles debido a las pendientes pronunciadas y la presencia de rocas. Lo anterior, coincide con las condiciones ecológicas descritas para otras especies de *Peperomia* por Mathieum *et al.* (2011). Las características del hábitat natural visitada durante la realización de esta investigación corresponden a un bosque mesófilo de montaña con proceso de cambio por actividades agrícolas (SNIGF, 2013) (**Figura 28**). La especie ha reportado en bosques caducifolios, bosques de pino-encino, así como en selvas altas y medianas (Vergara-Rodríguez y Kromer, 2011; Vergara-Rodríguez, 2013; Samain y Tebbs, 2020).



**Figura 28.** Hábitat del tequelite chico (*Peperomia peltolimba*) en Hueytlalpan, Puebla. A) Vegetación: Bosque mesófilo de montaña, B) Vegetación asociada al hábitat del tequelite chico, C). Tequelite chico en un hábitat natural. Septiembre 2019. Elaboración propia en ArcGis® Versión 10.5 con datos obtenidos de INEGI (2019) y SNIGF (2013).

En el hábitat natural, así como en los recorridos de campo se observó la siguiente vegetación arbórea: jonote (*Heliocarpus appendiculatus* Turcz.), encino (*Quercus* sp.), y sangre de grado (*Croton draco*) principalmente. Las especies arbustivas observadas fueron el capulín (*Conostegia xalapensis* (Bonpl.) D. Don ex DC.), cola de zorra amarilla (*Justicia carnea* Lindl), nogma (*Vernonia patens* HBK), dama de noche o huelle de noche (*Cestrum nocturnum* L.) y tepejilote (*Chamaedorea oblongata* Mart.) (**Cuadro 19**).

**Cuadro 19.** Conocimiento ecológico tradicional totonaca de la flora asociada al tequelite chico en Chipahuatlán, Olintla, Puebla.

Nombre común	Nombre en totonaco	Nombre científico	Observaciones
Cola de zorra amarilla	Cruz Tuwan	<i>Justicia carnea</i> Lindl	
Nogma	SD	<i>Vernonia patens</i> HBK	
Dama de noche	SD	<i>Cestrum nocturnum</i> L.	
Palma/Tepejilote	Lilhtampan	<i>Chamaedorea oblongata</i> Mart	
Capulín	Mujut	<i>Conostegia xalapensis</i> (Bonpl.) D. Don ex DC.),	
SD	Xkijit	<i>Renealmia alpinia</i> (Rottb.) Maas	
SD	Chapiso	<i>Syngonium podophyllum</i> schott	
			Especie de sombra Arbóreo
Sangre de grado	Pukglhna kiwi	<i>Croton draco</i>	
Jonote	Xunik	<i>Heliocarpus appendiculatus</i> Turcz.	
Encino	SD	<i>Quercus</i> sp	

Elaboración propia con datos de campo. SD=Sin dato.

Por otro lado, los informantes claves también mencionaron la asociación de fauna con el tequelite chico, principalmente con algunas aves quienes lo utilizan como refugio o como alimento (**Cuadro 20**).

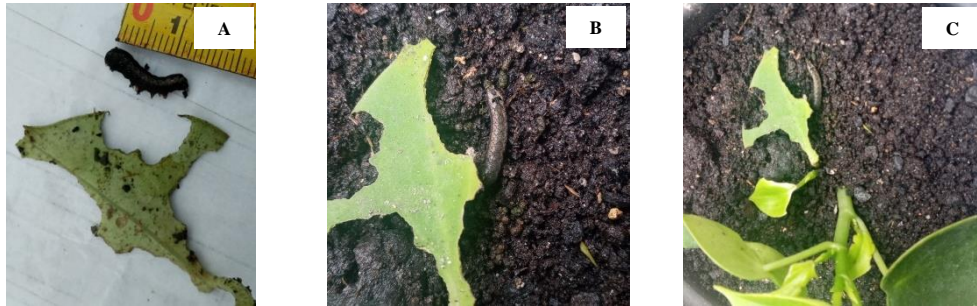
**Cuadro 20.** Conocimiento ecológico tradicional totonaca de la fauna asociada al tequelite chico en Chipahuatlán, Olintla, Puebla.

Nombre común	Nombre en totonaco	Nombre científico	Observaciones
Chachalaca	Lhpatekg	<i>Ortalis vetula</i>	Se alimenta de las hojas del tequelite chico
Pájaro negro	Chakglhna	<i>Quiscalus mexicanus</i>	
Chipe	Laktsu spitu	<i>Sethopaga</i> ssp.	Refugio
Primavera	Xtokgno	<i>Turdus grayi</i>	

Elaboración propia con datos de campo.

En un testimonio realizado por un integrante de la comunidad se señaló la presencia de defoliaciones en las plantas del tequelite chico, ocasionadas por un gusano cortador que generalmente se alimenta de las hojas tiernas y maduras y en ocasiones de la

planta completa (**Figura 29**). Childers y Rodríguez (2005) han identificado la presencia de ácaros (*Polyphagotarsonemus latus* y *Tarsonemidae*) en otras especies del género *Peperomia*, sin embargo, éstos no se observaron en el hábitat natural y tampoco fueron mencionados por las personas entrevistadas.



**Figura 29.** Daños provocados por un gusano cortador en *P. peltolimba*. A) B) Gusano cortador, C) Defoliación en brotes de tequelite chico ocasionadas por el gusano cortador.

### 9.3.3 Aprovechamiento tradicional y manejo

El tequelite chico crece de forma silvestre y de acuerdo con las entrevistas, en la comunidad de Chipahuatlán no se tiene una temporada específica o estación del año para el aprovechamiento, éste se realiza durante todo el año. Lo cual coincide con lo reportado por Guerra-Ramírez *et al.*, (2020), quienes mencionaron que esta especie está disponible durante todo el año en la Sierra Norte de Puebla.

El aprovechamiento del tequelite chico desde su hábitat natural se realiza de acuerdo con prácticas relacionadas con las etapas de crecimiento del tequelite chico, con la finalidad de evitar la pérdida del reservorio debido a la obtención de plantas o de sus hojas para consumo. Dichas prácticas se indican en el **Cuadro 21 (Figura 30)**.

**Cuadro 21.** Prácticas tradicionales realizadas en una comunidad totonaca durante la extracción del tequelite chico (*P. peltolimba*) en su hábitat natural.

Prácticas	Observaciones
Conservar las plantas con brotes	
Conservar las plantas en crecimiento	
Corte de hojas de las plantas recias	Sin observaciones
Corte de las plantas más desarrolladas	Otros términos: recias y buen tamaño
Conservar plantas con flores	Flor (inflorescencia compuesta) Esta fase se identificó el mes de febrero

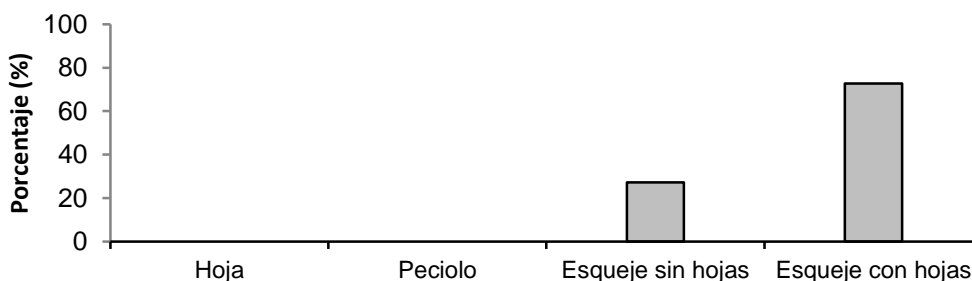
Elaboración propia con datos de campo.



**Figura 30.** Etapas de crecimiento del tequelite chico (*P. peltolimba*). A) Brotación, B) Crecimiento, C) Desarrollo, D) Inflorescencia.

Por otra parte, en la comunidad se realizan prácticas para la propagación de *P. peltolimba*, el 34% mencionó que la forma de propagación es resultado de experiencias personales, mientras que el 66 % mencionó conocer prácticas de propagación de esta especie debido al conocimiento heredado por sus padres y abuelos. Sin embargo, de estos, únicamente el 45 % ha aplicado los conocimientos heredados por sus antepasados para continuar con la propagación del tequelite chico, mientras que el 55 % no se ha interesado en propagar la especie.

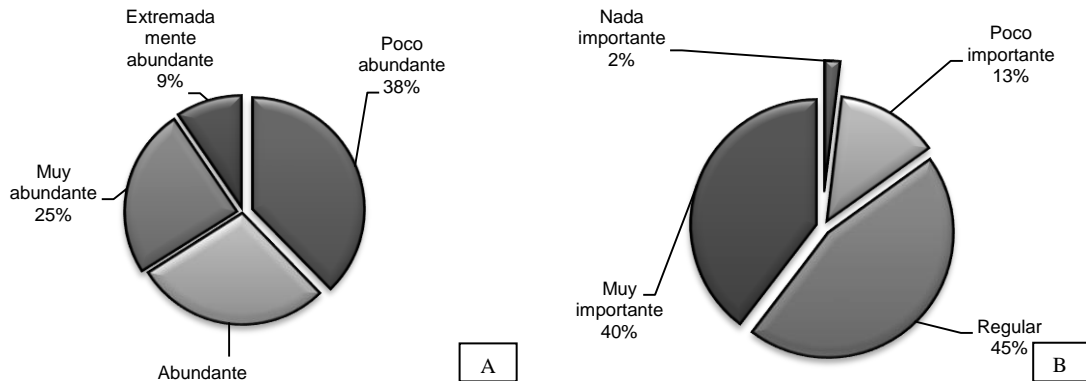
En este sentido, mencionaron que para la propagación del tequelite chico utilizan tierra de monte, troncos podridos de árboles de la región (jonote), hojas secas y corteza de árboles, ceniza, cascarilla de café composteada, abono orgánico elaborado con residuos de cocina (jitomate, chile, cebolla, entre otras) y totomoxtle. La parte de la especie más utilizada para realizar la propagación fue el esqueje con hojas (73%), seguida del esqueje sin hojas (27 %) (**Figura 31**).



**Figura 31.** Conocimiento tradicional totonaca sobre las partes utilizadas para la propagación del tequelite chico (*P. peltolimba*) en Chipahuatlan, Olintla, Puebla. Elaboración propia con datos de campo.

Respecto a la disponibilidad de la especie, el 38% de los entrevistados la consideró poco abundante, mientras que únicamente el 9% la consideró extremadamente abundante. Sin embargo el 40% de la población consideró muy importante su

conservación por su importancia cultural en la gastronomía, en la alimentación y su valor comercial (**Figura 32**).



**Figura 32.** Percepción sobre el tequelite chico (*P. peltilimba*) en la comunidad totonaca de Chipahuatlan, Olinthla.  
A) Disponibilidad, B) Conservación.

La pérdida de este recurso se ha documentado en la Sierra Negra del Estado de Puebla, donde los pobladores perciben la erosión de este recurso fitogenético (Blancas *et al.*, 2014):

“Allá en la tierra caliente se da el tequelite chico (*P. peltilimba*), en unas peñas que están siempre mojadas. Yo creo que tiene como diez años que se empezó a vender en Tehuacán. Desde Aticpac hasta Eloxochitlán se daba.... ahora ya hay que caminar...en Aticpac ya no hay.... ya se acabó. Ahora si quiere usted juntarlo para vender tiene que caminar en el monte como cuatro horas de Aticpac” (Blancas *et al.*, 2014).

Aunque en la comunidad de Chipahuatlan únicamente el 38 % considero que el tequelite chico es poco abundante, el cambio en el uso del suelo por actividades agrícolas y asentamientos humanos, la deforestación y el cambio climático, son factores que pueden ocasionar a corto plazo la disminución y escasez de esta especie considerada como vulnerable a la extinción (Samain y Tebbs, 2020).

#### **9.4. Conclusiones**

El tequelite chico es un quelite asociado a la alimentación tradicional de la población totonaca de Chipahuatlan en Olintla, Puebla. Los resultados de este estudio indicaron que en esta comunidad se conservan prácticas tradicionales y conocimientos en torno a *P. peltlimba*, de los cuales destacan mantener plantas con brotes vegetativos o florales en el hábitat natural y realizar el corte únicamente de plantas que presenten hojas más desarrolladas y maduras, también se conservan conocimientos sobre la flora y fauna asociada al tequelite chico, estos conocimientos son producto de experiencias personales y de los conocimientos heredados por sus antepasados. Adicionalmente, se identificó que existe interés por parte de la comunidad para conservar este recurso nativo, por tal motivo, es necesario promover acciones que puedan contribuir al rescate de la especie en condiciones *in situ* y *ex situ* para su conservación, manejo y aprovechamiento.

## 9.5. Literatura citada

- Basurto-Peña, F., Martínez-Alfaro, M. A., Villalobos-Contreras, G. 1998. Los quelites de la Sierra Norte de Puebla, México: Inventario y formas de preparación. Boletín de la Sociedad Botánica de México 62: 49-62. Disponible en: DOI: 10.17129/botsci.1550 [Accesado 13 Noviembre de 2021]
- Bernal-Ramírez, L. A., Bravo-Avilez, D., Fonseca-Juárez, R. M., Yáñez-Espinoza, L., Gernandt, D. S. y Rendón-Aguilar, B. 2019. Usos y conocimiento tradicional de las gimnospermas en el noreste de Oaxaca, México. Acta Botanica Mexicana 126: e1471. Disponible en: DOI: 10.221829/ abm126.2019.1471 [Accesado 13 Noviembre de 2021]
- Blancas, J., Pérez-Salicrup, D., Casas, A. 2014. Evaluando la incertidumbre en la disponibilidad de recursos vegetales. Gaia Scientia Especial: 137-160 Disponible en:  
[https://www.researchgate.net/publication/283514111\\_Evaluando\\_la\\_incetidumbre\\_en\\_la\\_disponibilidad\\_de\\_recursos\\_vegetales](https://www.researchgate.net/publication/283514111_Evaluando_la_incetidumbre_en_la_disponibilidad_de_recursos_vegetales) [Accesado 13 Noviembre de 2021]
- Castañeda-Guerrero, I.; Aliphat-Fernández, M. M., Caso-Barrera, L., Lira-Saade, R., Martínez-Carrera, D.C. 2020. Conocimiento tradicional y composición de los huertos familiares totonacas de Caxhuacan, Puebla, México. Polibotánica 49: 184-217. Disponible en: DOI: 10.18387/polibotanica.49.13
- Cházaro-Basáñez, M. J., Badia I Pascual, A., Vázquez-Ramírez, J. y Narave-Flores, H. 2012. Datos misceláneos sobre dos especies condimenticias de *Peperomia* de los estados de Veracruz y Puebla, México. Bouteloua 12(74): 11-19. Disponible en: [http://www.floramontiberica.org/Bouteloua/Bouteloua\\_12.pdf](http://www.floramontiberica.org/Bouteloua/Bouteloua_12.pdf) [Accesado 13 Noviembre de 2021]
- Childers, C. C. y Rodrigues, J. C. V. 2005. Potential pest mite species collected on ornamental plants from central America at port of entry to the United States. Florida Entomologist 88(4): 408-414. Disponible en: [http://dx.doi.org/10.1653/0015-4040\(2005\)88\[408:PPMSCO\]2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1653/0015-4040(2005)88[408:PPMSCO]2.0.CO;2) [Accesado 13 Noviembre de 2021]
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 2015. Red de Conocimiento Sobre las Aves de México (AvesMx) CONABIO. Disponible en: <http://avesmx.conabio.gob.mx/> [Accesado 13 Noviembre de 2021]
- Dirección General de Repositorios Universitarios, 2021. Portal de datos abiertos UNAM Colecciones Universitarias. Universidad Nacional Autónoma de México DGRU.

- Disponible en: <https://datosabiertos.unam.mx/biodiversidad/> [Accesado 13 Noviembre de 2021]
- Guerra-Ramírez, D., Medrano-Hernández, J., Salgado-Escobar, I. y Hernández-Rodríguez, G. 2020. Exploración etnobotánica y caracterización preliminar de especies aromáticas silvestres de la Sierra Norte de Puebla. En: Pérez Sotop, F., Figueroa Hernández, E., Godínez Montoya, L., Sepúlveda Jiménez, D. y Pérez Figueroa, R. A. Comp. Química, etnobotánica, economía y finanzas. Disponible en: <https://dicea.chapingo.mx/wp-content/uploads/2021/02/Quimica-etno-eco-y-Finanzas.pdf> [Accesado 13 Noviembre de 2021]
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2010. Compendio de información geográfica municipal 2010 Olintla, Puebla INEGI. Disponible en: [http://www3.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos\\_geograficos/21/21107.pdf](http://www3.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/21/21107.pdf) [Accesado 13 Febrero de 2022]
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2019. Marco Geoestadístico INEGI. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/temas/mg/#Descargas> [Accesado 13 Noviembre de 2021]
- Linares-Mazari, E. y Bye-Boettler, R. 2015. Las especies subutilizadas en la milpa. México. Revista Digital Universitaria 16(5): 1-22, Disponible en: <http://www.revista.unam.mx/vol.16/num5/art35/> [Accesado 13 Noviembre de 2021]
- Mapes, C. y Basurto, F. 2016. Biodiversity and Edible Plants of Mexico. En: Lira R., Casas A., Blancas J. Eds. Ethnobotany of Mexico. Disponible en: DOI 10.1007/978-1-4614-6669-7\_5 [Accesado 13 Noviembre de 2021]
- Martínez-Alfaro, M. A., Evangelista-Oliva, V., Mendoza-Cruz, M., Morales-García, G., Toledo-Olazcoga, G. y Wong-León, A. 2001. Catálogo de plantas útiles de la Sierra Norte de Puebla, México. Instituto de Biología. Disponible en: <https://books.google.com.mx/books?id=6QOEbfzMGwC&pg=PT1&dq=CAT%33%81LOGO+DE+PLANTAS+%33%9ATILES+DE+LA+SIERRA+NORTE+DE+PUEBLA,+M%33%89XICO&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwjz4r3P38XzAhWYIDQIHUHYDQIQ6AF6BAgCEAI#v=onepage&q=justicia&f=false> [Accesado 13 Noviembre de 2021]
- Martínez-Bautista, B. G., Bernal-Ramírez, L. A., Bravo-Avilez, D., Samain, M. S., Ramírez-Amezcuca, J. M. y Rendón-Aguilar, B. 2019. Traditional uses of the Piperaceae in Oaxaca Mexico. Mexico. Tropical Conservation Science 12: 1-22.



Disponible en: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/1940082919879315>  
[Accesado 13 Noviembre de 2021]

Mathieum, G., Symmank, L., Callejas, R., Wanke, S., Neinhuis, C., Goetghebeur, P. y Samain, M. S. 2011. New geophytic *Peperomia* (Piperaceae) species from Mexico, Belize and Costa Rica. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 82: 357-382. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1870-34532011000200002](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-34532011000200002) [Accesado 13 Noviembre de 2021]

Pérez-Nicolás, M., Vibrans, H. y Romero-Manzanares, A. 2018. Can the use of medicinal plants motivate forest conservation in the humid mountains of Northern Oaxaca, Mexico?. *Botanical Sciences* 96(2):267-285. Disponible en: DOI: 10.17129/botsci.1862 [Accesado 13 Noviembre de 2021]

Rodríguez-López, T y Martínez-Castillo, J. 2018. Exploración actual sobre el conocimiento y uso de la vainilla (*Vanilla planifolia* Andrews) en las tierras bajas Mayas del norte de Yucatán México. *Polibotánica* 48:169-184. Julio 2019. DOI: 10.18387/polibotanica.48.13

Samain, M. S., y Tebbs, M. C. 2020. Familia Piperaceae. *Flora del Bajío y Regiones Adyacentes* 215: (1-62). Disponible en: <https://libros.inecol.mx/index.php/FB/catalog/view/2020.215/335/2300-1> [Accesado 13 Noviembre de 2021]

Secretaria de Desarrollo Social, 2013. Catálogo de localidades (Unidad de Microrregiones) SEDESOL. Disponible en: <http://www.microrregiones.gob.mx/catloc/Default.aspx?buscar=1&tipo=nombre&campo=mun&valor=olintla&varent=>

Servicio Meteorológico Nacional, 2021. Normas Climatológicas por Estado (Puebla): Tepango de Rodríguez (21137) SMN. Disponible en: <https://smn.conagua.gob.mx/tools/RECURSOS/Mensuales/pue/00021137.TXT> [Accesado 13 Noviembre de 2021]

Sistema Nacional de Información y Gestión Forestal, 2013. Inventario Estatal de Puebla SNIGF. Disponible en: [https://snigf.cnf.gob.mx/puebla/inventario\\_puebla/](https://snigf.cnf.gob.mx/puebla/inventario_puebla/)

Unidad de Informática para la Biodiversidad, 2010. Colecciones Biológicas: "*Peperomia maculosa*" (L.) Hook. - IBUNAM: MEXU: PV354222" UNIBIO. Disponible en: <http://unibio.unam.mx/collections/specimens/urn/IBUNAM:MEXU:PV354222> [Accesado 13 Noviembre de 2021]

- Vergara, Rodríguez, D. 2013. Diversidad y distribución de las especies del género *Peperomia* (Piperaceae) en el Estado de Veracruz. Tesis de maestría. Centro de Investigaciones Tropicales, Universidad Veracruzana. Disponible en: <https://www.uv.mx/met/files/2013/11/VergaraRodriguezDaniela-Noviembre2013b.pdf> [Accesado 13 Noviembre de 2021]
- Vergara-Rodríguez, D. y Krömer, T. 2011. Conoce usted el cilantro de monte. ABciencia. Universidad Veracruzana. Abril Junio 2011. Disponible en: [https://www.uv.mx/personal/tkromer/files/2020/12/Vergara-Kromer-2011\\_Gaceta.pdf](https://www.uv.mx/personal/tkromer/files/2020/12/Vergara-Kromer-2011_Gaceta.pdf) [Accesado 13 Noviembre de 2021]
- Villa-Ruano, N., Pacheco-Hernández, Y., Zárata-Reyes, J. A., Becerra-Martínez, E., Lozoya-Gloria, E. y Cruz-Duran, R. 2018. Nutraceutical potencial y hypolipidemic properties of the volátiles from the edible leaves of *Peperomia maculosa*. Journal of Food Biochemistry e12650: 1-8. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/jfbc.12650> [Accesado 13 Noviembre de 2021]

## X. CONCLUSIONES GENERALES

Los resultados obtenidos mostraron que es factible la propagación del tequelite chico mediante el uso de sustratos locales. La composta de pulpa de café sola o en mezcla (más carbón vegetal y arena) propiciaron los valores más altos para las variables enraizamiento, número de brotes, altura de planta, número de hojas, peso fresco de biomasa aérea y peso fresco de raíz. Así mismo, se identificó viable el cultivo *in vitro* a partir del uso de explantes uninodales. Con base en los resultados obtenidos de la evaluación de medios de cultivo para la micropropagación del tequelite chico, se concluyó que la emisión de brotes vegetativos fue independiente de los tratamientos, sin embargo, la oxidación y la contaminación fúngica fueron dependientes de los tratamientos, donde el medio de cultivo con kinetina y ácido naftalenacético tuvieron la menor oxidación y contaminación fúngica de explantes respectivamente. Finalmente, se identificó que en la comunidad totonaca de Chipahuatlán, Olintla, aún se conservan diferentes técnicas enfocadas al aprovechamiento y manejo tradicional de la especie, así como conocimientos sobre la flora y fauna asociada a la misma. En esta comunidad, dicha especie se utiliza únicamente con fines alimenticios ya que forma parte de la gastronomía regional en la Sierra Norte de Puebla, como el mole, los tamales de frijoles, los tamales de carnes y otros quelites de la región. La comunidad mostró interés por conservar la especie por ser una planta nativa no manejada ni cultivada.

## XI. BIBLOGRAFIA GENERAL

- Alcantara Cortes, J. S., Acero Godoy, J., Alcántara Cortes, J. D. y Sánchez Mora, R. M. 2019. Principales reguladores hormonales y sus interacciones en el crecimiento vegetal. *Nova* 17(32): 109-129. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/nova/v17n32/1794-2470-nova-17-32-109.pdf> [Accesado 13 Noviembre de 2021]
- Anguiano-Constante, M. A, Munguia-Lino, G., Ortiz, E. Villaseñor, J. L. y Rodríguez, A. 2017. Riqueza, distribución geográfica y conservación de *Lycianthes sere Meizonodontae (Capsiceae, Solanaceae)*. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 89(2): 516-529. Disponible en: <http://revista.ib.unam.mx/index.php/bio/article/view/2340> [Accesado 13 Noviembre de 2021]
- Arellanes, Y., Casas, A., Arellanes, A., Vega, E., Blancas, J., Vallejo, M., Torres I., Rangel-Landa, S., Moreno I. A. Solís L., and Pérez-Negrón, E. 2013. Influence of traditional markets on planta management in the Tehuacan Valley México. *Journal of ethnobiology and ethnomedicine* 9(38): 2-15. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/237001594\\_Influence\\_of\\_traditional\\_markets\\_on\\_plant\\_management\\_in\\_the\\_Tehuacan\\_Valley](https://www.researchgate.net/publication/237001594_Influence_of_traditional_markets_on_plant_management_in_the_Tehuacan_Valley) [Accesado 13 Noviembre de 2021]
- Basurto-Peña, F., Martínez-Alfaro, M. A., Villalobos-Contreras, G. 1998. Los quelites de la Sierra Norte de Puebla, México: Inventario y formas de preparación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 62: 49-62. Disponible en: DOI: 10.17129/botsci.1550 [Accesado 13 Noviembre de 2021]
- Becerra-López, J. L., Romero-Méndez, U., Ramírez-Bautista, A. y Becerra-López, J. S. 2016. Revisión de técnicas para el moldeado de la distribución de las especies. *Revista Biológico Agropecuaria Tuxpan* 5(7): 1514-1525. Disponible en: [https://www.academia.edu/32099052/Revisi%C3%B3n\\_de\\_las\\_t%C3%A9cnicas\\_para\\_el\\_modelado\\_de\\_la\\_distribuci%C3%B3n\\_de\\_las\\_especies\\_Review\\_of\\_techniques\\_for\\_modeling\\_species\\_distribution?bulkDownload=thisPaper-topRelated-sameAuthor-citingThis-citedByThis-secondOrderCitations&from=cover\\_page](https://www.academia.edu/32099052/Revisi%C3%B3n_de_las_t%C3%A9cnicas_para_el_modelado_de_la_distribuci%C3%B3n_de_las_especies_Review_of_techniques_for_modeling_species_distribution?bulkDownload=thisPaper-topRelated-sameAuthor-citingThis-citedByThis-secondOrderCitations&from=cover_page) [Accesado 13 Noviembre de 2021]
- Blancas, J., Casa, A., Perez-Salicrup, D., Caballero, J., Vega, E. 2013. Ecological and socio-cultural factors influecing plant management in Nahuatl communities of the Tehuacan Valley, Mexico. *Journal of ethnobiology and ethnomedicine* 9(39): 2-22. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/237001621\\_Ecological\\_and\\_socio-cultural\\_factors\\_influencing\\_plant\\_management\\_in\\_Nahuatl\\_communities\\_of\\_the\\_Tehuacan\\_Valley\\_Mexico](https://www.researchgate.net/publication/237001621_Ecological_and_socio-cultural_factors_influencing_plant_management_in_Nahuatl_communities_of_the_Tehuacan_Valley_Mexico) [Accesado 13 Noviembre de 2021]

- Blancas, J., Pérez-Salicrup, D., Casas, A. 2014. Evaluando la incertidumbre en la disponibilidad de recursos vegetales. *Gaia Scientia Especial*: 137-160. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/283514111\\_Evaluando\\_la\\_incetidumbre\\_en\\_la\\_disponibilidad\\_de\\_recursos\\_vegetales](https://www.researchgate.net/publication/283514111_Evaluando_la_incetidumbre_en_la_disponibilidad_de_recursos_vegetales) [Accesado 13 Noviembre de 2021]
- Blancas-Vázquez, J., Beltrán-Rodríguez, L. y Caballero-Nieto, J. 2017. Los productos forestales no maderables de México. *Red Temática de Productos Forestales No Maderables de México*. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/324388331\\_Los\\_Productos\\_Forestales\\_No\\_Maderables\\_de\\_Mexico\\_Fasciculo\\_1\\_Panorama\\_general/link/5acc37b20f7e9bcd519b1783/download](https://www.researchgate.net/publication/324388331_Los_Productos_Forestales_No_Maderables_de_Mexico_Fasciculo_1_Panorama_general/link/5acc37b20f7e9bcd519b1783/download) [Accesado 13 Noviembre de 2021]
- Bonilla-Morales, M. M., Macipe-Murillo, C. y Aguirre-Morales, A. C. 2015. Conservación *in vitro*: Una perspectiva para el manejo de los recursos fitogenéticos. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental* 6(1): 67-82. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5590927.pdf> [Accesado 13 Noviembre de 2021]
- Cartaya, S., C. Anchundia y R. Mantuano, 2016. Distribución geográfica potencial de la especie *Cuniculus paca* en el occidente de Ecuador. *La Granja: Revista de Ciencias de la Vida* 24(2): 134-149. Disponible: [https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/13870/1/Lgr\\_n24\\_Cartaya\\_Ancundia\\_Mantuano.pdf](https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/13870/1/Lgr_n24_Cartaya_Ancundia_Mantuano.pdf) [Accesado 13 Noviembre de 2021]
- Castillo-Ontaneda, A. L., Moreno-Herrera, A., García-Batista, R. M. 2020. Eficiencia del sistema de inmersión temporal frente al método de propagación convencional *in vitro*. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas* 3(2): 174-182. Disponible en: <https://remca.umet.edu.ec/index.php/REMCA/article/view/284> [Accesado 13 Noviembre de 2021]
- Celis-Forero, A. (coord), 2018. Plantas de la familia de Piperaceae del Sumapaz medio y bajo occidental. Editorial de la Universidad de Cundinamarca. Disponible en: <http://repositorio.ucundinamarca.edu.co/bitstream/handle/20.500.12558/1485/VF2-PIPERACEAS%20jul%208.pdf?sequence=2#page=24>  
<https://doi.org/10.36436/9789585203204> [Accesado 13 Noviembre de 2021]
- Chávez-Suárez, L., Álvarez-Fonseca, A. y Ramírez-Fernández, R. 2012. Revisión bibliográfica: apuntes sobre algunos reguladores de crecimiento vegetal que participan en la respuesta de las plantas frente al estrés abiótico. *Cultivos tropicales* 33(3): 47-56. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v33n3/ctr07312.pdf> [Accesado 13 Noviembre de 2021]
- Cházaro-Basáñez, M. J., Badía I Pascual, A., Vázquez-Ramírez, J. y Narave-Flores, H. 2012. Datos misceláneos sobre dos especies condimenticias de *Peperomia* de

- los estados de Veracruz y Puebla, México. *Bouteloua* 12(74): 11-19. Disponible en: [http://www.floramontiberica.org/Bouteloua/Bouteloua\\_12.pdf](http://www.floramontiberica.org/Bouteloua/Bouteloua_12.pdf) [Accesado 13 Noviembre de 2021]
- Cilia-López, V. G., Aradillas, C. y Díaz-Barriga, F. 2015. Las plantas comestibles de una comunidad indígena de la Huasteca Potosina, San Luis Potosí. *Entreciencias* 3(7): 143-152. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=457644945003> [Accesado 13 Noviembre de 2021]
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 2021. Sistema Nacional de Información de la Biodiversidad (SNIB): Tepoquelite (*Peperomia peltilimba*) CONABIO. Descarga de datos KML. Disponible en: <https://enciclovida.mx/especies/166324-peperomia-peltilimba> [Accesado 13 Noviembre de 2021]
- Coombes, A. J. 1999. Dictionary of plant Names. Timber Press. Oregon. Disponible en: <https://docplayer.es/75945686-Caracterizacion-y-propagacion-de-peperomias-cubanas.html>
- Cruz-Crespo, E., Can-Chulim, M., Sandoval-Villa, R., Bugarín-Montoya, A., Robles-Bermúdez, A., y Juárez-López, P. 2013. Sustratos en horticultura. *Revista BioCiencias* 2(2): 17-26. Disponible en: <http://revistabiociencias.uan.mx/index.php/BIOCIENCIAS/article/view/31/29>
- Diario Oficial de la Federación 2018. Ley General de Vida Silvestre DOF. Disponible en: [https://www.senado.gob.mx/comisiones/medio\\_ambiente/docs/LGVS.pdf](https://www.senado.gob.mx/comisiones/medio_ambiente/docs/LGVS.pdf) [Accesado 13 Noviembre de 2021]
- Dirección General de Repositorios Universitarios, 2021. Portal de datos abiertos UNAM Colecciones Universitarias. Universidad Nacional Autónoma de México DGRU. Disponible en: <https://datosabiertos.unam.mx/biodiversidad/> [Accesado 13 Noviembre de 2021]
- Domínguez-Díaz, E. 2010. Flora de interes etnobotanico usada por los pueblos originarios: Aónikenk, Sel'nam, Kawésqar, Yaga y Haush en la Patagonia Austral. En revista *Dominguezia* 26(2): 19-29. Disponible en: <http://www.dominguezia.org/volumen/articulos/2622.pdf> [Accesado 13 Noviembre de 2021]
- Gómez-Escamilla, I. N., Espejo-Serna, A., López-Ferrari, A. R. y Kromer, T. 2019. Distribución geográfica de angiospermas epfitas de la región terrestre prioritaria Cerros Negro-Yucaño, Oaxaca Mexico. *Revista de Biología Trópic* 6(1): 118-131. Disponible en: <https://www.scielo.sa.cr/pdf/rbt/v67n1/0034-7744-rbt-67-01-118.pdf> [Accesado 13 Noviembre de 2021]
- Guerra-Ramírez, D., Medrano-Hernández, J., Salgado-Escobar. I. y Hernández-Rodríguez. G. 2020. Exploración etnobotánica y caracterización preliminar de

- especies aromáticas silvestres de la Sierra Norte de Puebla. En: Pérez Sotp, F., Figueroa Hernández, E., Godínez Montoya, L., Sepúlveda Jiménez, D. y Pérez Figueroa, R. A. Comp. Química, etnobotánica, economía y finanzas. Disponible en: <https://dicea.chapingo.mx/wp-content/uploads/2021/02/Quimica-etno-eco-y-Finanzas.pdf> [Accesado 13 Noviembre de 2021]
- Hany M. El-Naggar and Amira R. Osman, 2014. Micro Propagation and Organogenesis of *Peperomia obtusifolia*. En revista Asian Journal of Crop Science 6(1): 58-66. Disponible en: DOI:10.3923/ajcs.2014.58.66
- Hernández-Silva, D. A., Pulido-Silva, M. T., Zuria, I., Gallina-Tessaro, S. A., y Sánchez-Rojas, G. 2018. El manejo como herramienta para la conservación y aprovechamiento de la fauna silvestre: acceso a la sustentabilidad en México. Acta Universitaria 28(4): 31-41. Disponible en: DOI: 10.15174/au.2018.2171
- Kobayashi Y. H., Fuse S., Tamura, M. N. 2019. Biosystematic studies on the family piperacea (Piperales) I. Plastid DNA Phylogeny and chromosome number of *Peperomia* subgenus Micropiper. Acta phytotax 70(1): 1-17. Disponible en: <https://doi.org/10.18942/apg.201815>
- Leija-Loredo, E. G., Reyes-Hernández, H., Reyes-Pérez, O., Flores-Flores, J. L. y Sahagún-Sánchez, F. 2016. Cambios en la cubierta vegetal, usos de la tierra y escenarios futuros en la región costera del Estado de Oaxca, México. Madera y bosques 22(1): 125-140. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/mb/v22n1/1405-0471-mb-22-01-00125.pdf>. [Accesado 13 Noviembre de 2021]
- Linares-Mazari, E. y Bye Boettler, R. 2015. Las especies subutilizadas en la milpa. México", Revista Digital Universitaria 16(5): 1-22. Disponible en: <http://www.revista.unam.mx/vol.16/num5/art35/> [Accesado 13 Noviembre de 2021]
- Maciel-Mata, C. A., Manríquez-Morán, N., Octavio-Aguilar, P. y Sánchez-Rojas, G. 2015. El área de distribución de las especies: revisión del concepto. Acta universitaria 25(2): 3-19. Disponible en: DOI: 10.15174/au.2015.690. [Accesado 13 Noviembre de 2021]
- Martínez-Bautista, B. G., Bernal-Ramírez, L. A., Bravo-Avilez, D., Samain, M. S., Ramírez-Amezcuca, J. M. y Rendón-Aguilar, B. 2019. Traditional uses of the Piperaceae in Oaxaca Mexico. Mexico. Tropical Conservation Science 12: 1-22, Disponible en: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/1940082919879315> [Accesado 13 Noviembre de 2021]
- Martínez-Colín, M. A., Mark-Engleman, E., Koch, S. D. 2006. Contribución al conocimiento de *Peperomia* (Piperaceae): fruto y semilla. Boletín de la Sociedad Botánica de México 78: 83-94. Disponible en:

- <https://www.redalyc.org/pdf/577/57707807.pdf> [Accesado 13 Noviembre de 2021]
- Mota-Cruz, C., Vibrans-Lindemann, H., Ortega-Paczka, R. y D. Koch S. 2009. Quelites entre Nahuas y Mazatecos en una región de bosque de mesófilo del Sureste de Puebla, México. Mera Ovando, L. M, Castro Lara, D. y Bye Boettler, R. Comp. Especies vegetales poco valoradas: Una alternativa para la seguridad alimentaria. Disponible en: [https://www.academia.edu/43619708/QUELITES\\_ENTRE\\_NAHUAS\\_Y\\_MAZATECOS\\_EN\\_UNA\\_REGION\\_DE\\_BOSQUE\\_DE\\_MESOFILO\\_DEL\\_SURESTE\\_DE\\_PUEBLA\\_MEXICO](https://www.academia.edu/43619708/QUELITES_ENTRE_NAHUAS_Y_MAZATECOS_EN_UNA_REGION_DE_BOSQUE_DE_MESOFILO_DEL_SURESTE_DE_PUEBLA_MEXICO)
- Núñez, J., Quiala, E., De Feria, M., Mestanza, S., Teanga, S. 2017. Propagación *in vitro* de *Caesalpinia spinosa* (Mol.) o. Kuntz a partir de yemas axilares de árboles plus seleccionados. En revista Biotecnología Vegetal 17(2): 67-75. Disponible en: <https://revista.ibp.co.cu/index.php/BV/article/view/543/html> [Accesado 13 Noviembre de 2021]
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 2011. Segundo informe sobre el Estado de los Recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura en el mundo FAO. Disponible en: <https://www.fao.org/3/i1500s/i1500s00.htm> [Accesado 13 Noviembre de 2021]
- Osuna-Fernández, H. Osuna-Fernández, A. y Fierro-Álvarez A. 2016. Manual de propagación de plantas superiores. Disponible en: [https://www.casadelibrosabiertos.uam.mx/contenido/contenido/Libroelectronico/manual\\_plantas.pdf](https://www.casadelibrosabiertos.uam.mx/contenido/contenido/Libroelectronico/manual_plantas.pdf) [Accesado 13 Noviembre de 2021]
- Pardos-Salas, S. M., Aguilar-Galván, F., Hernández-Sandoval, L. 2021. Plantas silvestres comestibles de la barreta, Queretaro, México y su papel en la cultura alimentaria local. Revista Etnobiología 19(1): 41-62. Disponible en: <https://revistaetnobiologia.mx/index.php/etno/article/view/387> [Accesado 13 Noviembre de 2021]
- Pérez-Nicolás, M., Vibrans, H. y Romero-Manzanares, A. 2018. Can the use of medicinal plants motivate forest conservation in the humid mountains of Northern Oaxaca, Mexico?. Botanical Sciences 96(2): 267-285. Disponible en: DOI: 10.17129/botsci.1862. [Accesado 13 Noviembre de 2021]
- Pérez-Nicolas, M., Vibrans, H., Romero-Manzares, A., Saynes-Vázquez, A., Luna-Cavazos, M., Flores-Cruz, M., y Lira-Saade, R. 2017. Patterns of Knowledge and use of medicinal Plants in Santiago Comatlan, Oaxaca, Mexico. Economic Botany 20(10): 1-15. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/318473984\\_Patterns\\_of\\_Knowledge\\_and\\_Use\\_of\\_Medicinal\\_Plants\\_in\\_Santiago\\_Camatlan\\_Oaxaca\\_Mexico](https://www.researchgate.net/publication/318473984_Patterns_of_Knowledge_and_Use_of_Medicinal_Plants_in_Santiago_Camatlan_Oaxaca_Mexico) [Accesado 13 Noviembre de 2021]



- Pire, R., Pereira, A., 2003. Propiedades físicas de componente de sustratos de uso común en la horticultura del Estado de Lara, Venezuela. Propuesta metodológica. En revista en Bioagro 15(1): 55-64. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=85715107> [Accesado 13 Noviembre de 2021]
- Rojas-Idrogo, C., Olivera-Morante, M. I., Delgado-Paredes, G. E. 2020. *In vitro* propagation of *Peperomia albovittata* and *Peperomia galioides* by organogénesis. Biotecnología Vegetal 20(2): 92-103. Disponible en: <https://search.scielo.org/?lang=es&count=15&from=0&output=site&sort=&format=summary&fb=&page=1&q=%22In+vitro+propagation+of+Peperomia+albovittata+and+Peperomia+galioides+by+organog%C3%A9nesis%22> [Accesado 13 Noviembre de 2021]
- Samain, M. S., y Tebbs, M. C. 2020. Familia Piperaceae. Flora del Bajío y Regiones Adyacentes 215: (1-62). Disponible en: <https://libros.inecol.mx/index.php/FB/catalog/view/2020.215/335/2300-1> [Accesado 13 Noviembre de 2021]
- Shekhawat M.S. y Manokari M. 2015. Efficient *In vitro* Propagation by Ex Vitro Rooting Methods of *Artemisia absinthium* L., an Ethnobotanically Important Plant. Hindawi. ID 273405: 1-8. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1155/2015/273405>
- Soltero, R., Portillo, L. y Santacruz-Ruvalcaba, F. 2013. Manual de biotecnología Vegetal. 2ª ed. México. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/319287759\\_Manual\\_de\\_Biotecnologia\\_Vegetal](https://www.researchgate.net/publication/319287759_Manual_de_Biotecnologia_Vegetal) [Accesado 13 Noviembre de 2021]
- Torres-Hormaza, T., Baquero, A. Jaramillo, M. A., Fajardo-Gutiérrez, F. 2020. Flora de Bogotá: Piperaceae. Pérez ArbelaeZA 21(1): 50-99. Disponible en: <https://perezarbelaezia.jbb.gov.co/index.php/pa/article/view/21/163> [Accesado 13 Noviembre de 2021]
- Vázquez-Dávila, M. A., Mathieu G., y Venegas-Ramírez, Y. 2010. Especies de *Peperomia Ruiz et Pavon* (pipiraceae) comestibles de Oaxaca, México, Society for Economic Botany, June 6th-10th. Disponible en: [http://agronegocios.catie.ac.cr/images/pdf/seb\\_program.pdf](http://agronegocios.catie.ac.cr/images/pdf/seb_program.pdf) [Accesado 13 Noviembre de 2021]
- Vergara, Rodríguez, D. 2013. Diversidad y distribución de las especies del género *Peperomia* (Piperaceae) en el Estado de Veracruz. Tesis de maestría. Centro de Investigaciones Tropicales, Universidad Veracruzana. Disponible en: <https://www.uv.mx/met/files/2013/11/VergaraRodriguezDaniela-Noviembre2013b.pdf> [Accesado 13 Noviembre de 2021]

- Vergara-Rodríguez, D. 2009. El género *Peperomia* (Piperaceae) en Veracruz, un estudio preliminar. Tesis de licenciatura, Facultad de Biología, Universidad Veracruzana, Xalapa, Ver. 204.
- Vergara-Rodríguez, D. y Krömer, T. 2011. Conoce usted el cilantro de monte. ABciencia. Universidad Veracruzana. Abril-Junio 2011. Disponible en: [https://www.uv.mx/personal/tkromer/files/2020/12/Vergara-Kromer-2011\\_Gaceta.pdf](https://www.uv.mx/personal/tkromer/files/2020/12/Vergara-Kromer-2011_Gaceta.pdf) [Accesado 13 Noviembre de 2021]
- Vergara-Rodríguez, D., Mathieu, G., Samain, M. S., Armenta-Montero, S. y Kromer, T. 2017. Diversity, distribution and conservation status of *Peperomia* (Piperaceae) in the State of Veracruz, México. *Tropical Conservation Science* 10: 1-28. Disponible en: DOI: 10.1177/1940082917702383
- Villa-Ruano, N., Pacheco-Hernández, Y., Zarate-Reyes, J. A., Becerra-Martínez, E., Lozoya-Gloria, E. y Cruz-Duran, R. 2018. Nutraceutical potencial y hypolipidemic properties of the volátiles from the edible leaves of *Peperomia maculosa*. *Journal of Food Biochemistry* e12650: 1-8, Disponible en: <https://doi.org/10.1111/jfbc.12650> [Accesado 13 Noviembre de 2021]
- Wanke, S., Samain, M. S., Vanderschaeve, L., Mathieu, G., Goetghebeur, P. y Neinhuis, C. 2006. Phylogeny of the genus *Peperomia* (Piperaceae) inferred from the trnK/matK Region (cpDNA). *Plant Biology* 8(1): 93-102. Disponible en: DOI 10.1055/s-2005-873060 [Accesado 13 Noviembre de 2021]
- Zotz, G. 2016. *Plants on plants- The Biology of Vascular Epiphytes*. Springer. Disponible en: DOI 10.1007/978-3-319-39237-0\_1