



# PROTOCOLO PARA LA PROPAGACIÓN DE *Bernardia macrocarpa*, una especie del bosque nublado

Maricela Rodríguez-Acosta  
Carmen Alvarez  
Lucio Caamaño  
Arturo Parra  
Allen J. Coombes  
Michelle Xicoténcatl  
Noelia Alvarez



Imagen 1. *Bernardia macrocarpa* en su hábitat natural y semillas.

# Contenido

<b>I. Introducción</b>	<b>3</b>
<b>II. Objetivos</b>	<b>3</b>
<b>III. Colecta de material vegetal de <i>Bernardia macrocarpa</i></b>	<b>4</b>
III.1 Materiales a utilizar	4
III.2 Método	4
III.2.1 Colecta de material vegetal	4
<b>IV. Preparación de sustratos y llenado de contenedores</b>	<b>5</b>
<b>V. Propagación por semillas de <i>Bernardia macrocarpa</i></b>	<b>6</b>
<b>VI. Germinación y desarrollo de plantas</b>	<b>6</b>
VI.1 Crecimiento de <i>Bernardia macrocarpa</i>	7
<b>VII. Riego</b>	<b>7</b>
<b>VIII. Plagas y enfermedades</b>	<b>7</b>
<b>IX. Propagación vegetativa de <i>Bernardia macrocarpa</i></b>	<b>7</b>
IX.1 Colecta de material vegetal de <i>Bernardia macrocarpa</i>	8
IX.1.1 Materiales a utilizar	8
IX.2 Método	8
IX.2.1 Colecta de material vegetal	8
IX.2.2 Preparación de varetas	8
IX.2.3 Registro de datos y transporte	9
<b>X. Preparación de esquejes de <i>Bernardia macrocarpa</i></b>	<b>9</b>
X.1 Materiales a utilizar	9
X.2 Técnica	9
<b>XI. Sobrevivencia</b>	<b>11</b>
<b>XII. Establecimiento in situ y ex situ</b>	<b>11</b>
<b>XIII. Agradecimientos</b>	<b>12</b>
<b>XIV. Literatura citada</b>	<b>12</b>

# I. Introducción

*Bernardia macrocarpa* es un árbol que llega a medir hasta 15 m de altura, pertenece a la familia *Euphorbiaceae*, se caracteriza por presentar un fruto triangular con tricomas. Es una especie que habita en el bosque mesófilo de montaña de los municipios de Teziutlán, Hueytamalco y Xiutetelco en el estado de Puebla y en Acajete y Yecuatla pertenecientes al estado de Veracruz (Figura 1), crece a una altitud que va de los 1350 a los 1800 msnm, en zonas caracterizadas por presentar humedad y niebla, convive con especies como *Liquidambar sp.* y *Alnus sp.*

*Bernardia macrocarpa*, conocida comúnmente como listoncillo, es una especie sin aparente aprovechamiento, sin embargo, se ha reportado en la zona como una segunda opción de uso como leña y sus frutos son consumidos por algunas aves. En lo que concierne a su estado de conservación, es una especie categorizada como "CRITICALLY ENDANGERED (CR)" de acuerdo a "La lista roja de la IUCN", debido a la presencia disminuida de sus poblaciones, al cambio de uso de suelo y a los pocos individuos presentes en algunas zonas.

El monitoreo constante que de esta especie se ha realizado, ha permitido conocer su fenología con precisión. Esta especie tiene una buena producción de frutos, por lo que la propagación sexual es una excelente opción, cuyo procedimiento se muestra en este protocolo, técnica que se perfila como la mejor forma de conservación de esta especie.

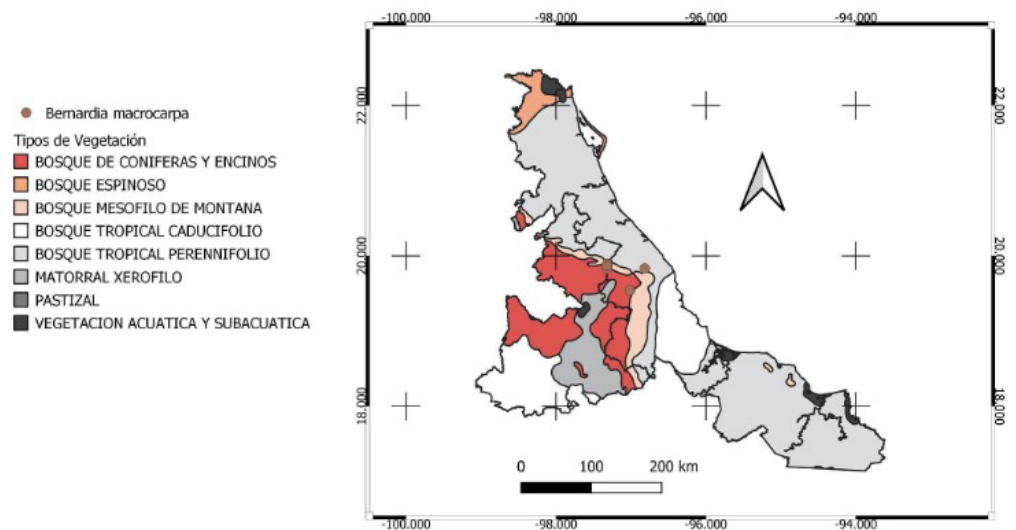


Figura 1. Distribución de *Bernardia macrocarpa* (mapa elaborado por Biol. Lucio Caamaño Onofre).

# II. Objetivos

Elaborar el protocolo de propagación de *Bernardia macrocarpa*, para su cultivo y conservación.

Demostrar la técnica de propagación vegetativa, como una técnica alternativa a la propagación por semillas.

Mostrar la forma de adaptación y crecimiento que en condiciones *in situ* esta planta tiene.

## III. Colecta de material vegetal de *Bernardia macrocarpa*

### III. 1 Materiales a utilizar

A continuación se presentan los materiales utilizados para la colecta de frutos:

Manta o tela para el sustrato  
Bolsas transparentes con cierre o negras  
Recipiente de plástico  
Agua para limpiar los frutos

### III.2 Método

#### III.2.1 Colecta de material vegetal

El primer paso para la propagación de *B. macrocarpa* es la colecta de frutos maduros en campo, los cuales pueden ser de color verde o amarillento, provenientes de árboles vigorosos; esta actividad se realiza en los meses de marzo y abril. Posteriormente se ponen los frutos a secar al sol para que abran y poder limpiarlos fácilmente. De cada fruto se pueden obtener de 1 a 3 semillas, seleccionando aquellas que no presenten daños mecánicos, y descartando las que hayan sido comidas por insectos o animales (Figura 2a,b y c).

Una vez obtenidas las semillas, estas se extienden en un recipiente a la sombra por 12 horas (si los frutos fueron obtenidos directamente del árbol), para después seleccionar las más vigorosas e iniciar la siembra. (Figura 2d). Si los frutos fueron colectados del suelo solamente se realiza el manejo de obtención y selección de las semillas y se siembran lo más pronto posible debido a que la semillas de *B. macrocarpa* son recalcitrantes, no deben perder humedad en exceso por que se disminuye la viabilidad de las semillas y se afecta su porcentaje de germinación.



Figura 2. a y b) superior e inferior izquierda. Frutos colectados de *B. macrocarpa* c) Medio. Frutos ya maduros y d) derecho. Semillas limpias y listas para sembrar.

## IV. Preparación de sustratos y llenado de contenedores

Como segundo paso, de manera paralela a la colecta de frutos y a la obtención de las semillas, se inicia con la preparación de la mezcla o sustrato para el llenado del almácigo o de los envases de plástico donde se pondrán a germinar (Imagen 2).



Imagen 2. Envases llenos con plántulas de *B. macrocarpa*.

*Bernardia macrocarpa* puede ser propagada mediante semilleros o siembra directa en contenedores. Si se propaga en almácigo o semillero en campo, este se debe preparar con una mezcla utilizando materiales de la región, la característica que debe tener esta mezcla es que sea porosa, que no se compacte y que retenga humedad, como se muestra en el siguiente cuadro (Cuadro 1) (mezcla utilizada en el vivero del ejido Hueytamalco, Puebla, México).

**Cuadro 1. Ejemplo de mezcla de sustratos utilizados para la propagación de *B. macrocarpa*.**

Mezcla de sustratos a utilizar para la propagación en almácigo o semillero de <i>Bernardia macrocarpa</i>	
Sustrato	Porcentaje (%)
Tierra de hoja (monte)	40
Ceniza	20
Aserrín	20
Abono	10
Arena rosa	10

La mezcla se coloca en una cama con medidas mínimas de 1 m de largo por 60 cm de ancho y 30 cm de profundidad (Figura 3).

La propagación directa en envase se hace en bolsas o contenedores (macetas), de 20 cm de alto por 15 cm de ancho; utilizando una mezcla similar a la anterior o preparando el que se muestra en el siguiente cuadro (Cuadro 2) (Mezcla utilizada en el vivero del Jardín Botánico, BUAP).



Figura 3. Camas rústicas de propagación, se muestran plántulas de *B. macrocarpa*.

## Cuadro 2. Ejemplo de sustratos para siembra directa.

Mezcla de sustratos para siembra directa de <i>B. macrocarpa</i>		
Sustrato	Porcentaje (%)	Altura (cm)
Peat moss	15	5
Fibra de coco u hoja de pino	15	
Agrolita	50	
Composta o lombricomposta	20	
* Cacahuatillo (hormigón, tepojal, piedra pómez)		

\*En el caso del cacahuatillo se utiliza en la base a manera de filtro.

Un aspecto muy importante es verificar que la mezcla tenga un pH ligeramente ácido (6.5 – 6.8) de lo contrario se deberá ajustar para que la planta de *B. macrocarpa* se desarrolle mejor. El ajuste del pH se debe hacer agregando un poco más de sustratos orgánicos que son más ácidos o los calizos que son más alcalinos.

## V. Propagación por semillas de *Bernardia macrocarpa*

La semilla se coloca en el contenedor a 1 o 2 cm de profundidad de manera horizontal, colocando los contenedores en un lugar que cuenten con el 50% de sombra para que al germinar encuentre condiciones adecuadas en su desarrollo (Figura 4), no se recomienda ubicarlas a sol directo ya que las plántulas se estresan limitando su crecimiento.



Figura 4. Semillas sembradas de *Bernardia* mostrando la radícula emergiendo.

## VI. Germinación y desarrollo de plantas

La germinación de las semillas inicia en un período de 10 a 15 días cuando se observan las primeras semillas con radícula (Figura 5).



Imagen 3. Plántula de 10 cm de altura.



Figura 5. Semillas de *B. macrocarpa* que muestran radícula.

En el vivero del Jardín Botánico BUAP se pudo observar hasta un 95% en la germinación de esta especie lo cual nos dice que esta especie no presenta ningún problema de germinación, y que donde se debe tener especial cuidado es en la selección de la semilla para obtener altos porcentajes de germinación. A los 30 días después de haber sido sembradas en contenedor las plantas presentaban una altura de 10 cm (Imagen 3).

## VI.1 Crecimiento de *Bernardia macrocarpa*

Un aspecto importante es que el vivero donde se estén desarrollando las plantas debe estar protegido de la luz directa del sol, se recomienda 50% sombra.

Las tallas de las plántulas se midieron de manera regular durante 6 meses, los datos obtenidos se pueden observar en la siguiente tabla (Tabla 1):

Tabla 1. Tallas alcanzadas por <i>B. macrocarpa</i> durante 6 meses en el vivero del Jardín Botánico BUAP.		
Fecha de medición	Altura	Incremento mensual
30/04/2022	siembra	
15/05/2022	germinación	
30/05/2022	10 cm	
15/06/2022	25 cm	15 cm
30/06/2022	35 cm	10 cm
15 /07/2022	45 cm	10 cm
30/07/2022	65 cm	20 cm
15/08/2022	75 cm	10 cm
30/08/2022	85 cm	10 cm
15/09/2022	90 cm	5 cm
30/09/2022	90 cm	0 cm

En esta tabla se puede observar que durante primavera y verano la planta tuvo un desarrollo estable debido a las temperaturas constantes y a la humedad en el ambiente, en cuanto las condiciones climáticas cambiaron con la entrada del otoño, las plantas detuvieron su desarrollo preparándose para el invierno. Es importante remarcar que la ubicación geográfica del jardín Botánico BUAP presenta condiciones diferentes de altitud y clima de la zona natural de crecimiento de esta especie.

## VII. Riego

Los riegos se realizan de manera frecuente aplicando un riego moderado cada semana durante los meses de abril a agosto, duplicándose a partir del mes de septiembre.

## VIII. Plagas y enfermedades

También se debe realizar un control preventivo de plagas y enfermedades manteniendo el área bien ventilada para evitar la incidencia de plagas y enfermedades que se presentan en los viveros de producción de plantas. De presentarse alguna plaga o enfermedad se debe identificar e iniciar con el tratamiento recomendado por el técnico en manejo de agroquímicos agrícolas.

## IX. Propagación vegetativa de *Bernardia macrocarpa*

Ante el desconocimiento del comportamiento de esta especie, se optó por probar también con la siembra a través de esquejes, en este apartado se muestra el proceso.

## IX.1 Colecta de material vegetal de *Bernardia macrocarpa*

### IX.1.1 Materiales a utilizar

A continuación se muestran los materiales a utilizar para la colecta de material vegetal.

Tijeras de podar  
Papel absorbente  
Garrocha  
Bolsas de plástico  
GPS  
Ligas o cinta para amarrar  
Hielera  
Cinta masking  
Alcohol y algodón  
Libreta de campo  
Agua  
Lápiz y marcador permanente

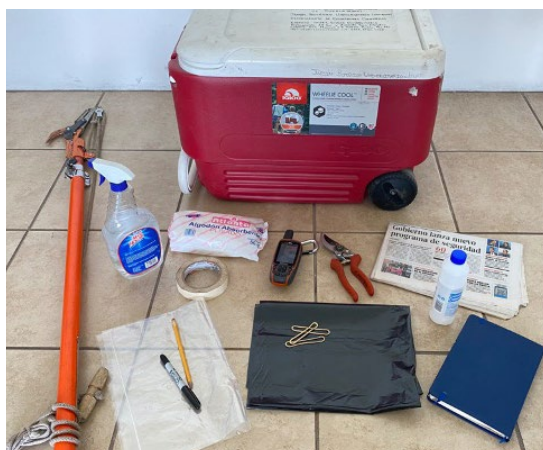


Imagen 4. Materiales para la colecta de material vegetal.



Imagen 5. Varetas colectadas y depositadas en bolsas.

## IX.2 Método

### IX.2.1 Colecta de material vegetal

Lo primero que se debe hacer es ubicar a los individuos de *Bernardia macrocarpa* (3 a 5 árboles, dependiendo del tamaño de la población) en su hábitat natural.

Posteriormente se debe realizar una inspección para identificar las partes de los árboles que presenten:

- 1) Crecimiento nuevo en la región apical
- 2) Que la madera sea suave y semiflexible, es decir que pueda doblarse sin romperse
- 3) Cortar ramas con tallos de entre 0.5 y 0.7 cm de diámetro.

Una vez realizado lo anterior, se procede a realizar la colecta de material en ramas altas con la garrocha y en ramas bajas con ayuda de las tijeras de podar. Una vez cortadas las ramas se debe cortar las varetas seleccionadas, en tamaño de 30 cm aproximadamente.

### IX.2.2 Preparación de varetas

Una vez colectado el material vegetal de los individuos seleccionados se procede a preparar el material para su transporte al sitio en donde se realizará el plantado. La preparación consiste en homogeneizar el tamaño de las varetas, envolver con periódico húmedo hasta 20 cm desde la base, y corte de las hojas hasta una tercera parte de ella y se sujetan las varetas con liga. Una vez colectado el material, inmediatamente se procede a introducir las varetas en bolsas de plástico y se sellan para mantener toda la humedad posible y no se deshidraten (Imagen 5).

Posteriormente se rotulan las bolsas de plástico con marcador permanente para identificar y diferenciar las muestras de cada árbol y de esta manera tener una correcta identificación y seguimiento de los individuos. Para ello se recomienda que las varetas de un mismo árbol vayan en la misma bolsa y las varetas de diferente árbol guardarlas en bolsa diferente, para evitar así confusión al momento de su propagación.



### IX.2.3 Registro de datos y transporte

Es importante tomar datos de colecta del material vegetal como lo son, datos ecológicos de la especie y del sitio (GPS) para su registro y orientación para mantener las condiciones más adecuadas para la propagación exitosa del material.

Las muestras se colocan en una hielera, para mantenerlas aproximadamente a 4°C y enviar las muestras lo antes posible para su procesamiento. El éxito del enraizamiento de los esquejes tiene que ver también con el tiempo transcurrido entre el momento de la colecta y su siembra, entre menor tiempo haya pasado, mayores probabilidades de sobrevivencia existen.

## X. Preparación de esquejes de *Bernardia macrocarpa*

A continuación se muestra la preparación de esquejes de esta especie, incluyendo los materiales a utilizar.

- Varetas colectadas de *Bernardia macrocarpa*
- Alcohol y Algodón
- Sustratos: Agrolita, Turba y Cacahuatillo
- Bolsas de plástico transparentes
- Macetas de 6 pulgadas
- Palitos de madera
- Radix 10 000
- Etiquetas
- Tijeras de podar
- Lapicero
- Cutter
- Marcador permanente

### X.2 Técnica

Una vez que se han recibido las estacas colectadas de campo, debidamente preparadas, se procede a plantarlas lo antes posible. Para ello, primero se debe preparar el sustrato de la siguiente manera.

El sustrato requerido debe de ser ligero, y consiste de utilizar agrolita, cacahuatillo y turba en proporciones 1:1:1, lo que les permite retener el agua pero sin saturar y darles soporte a los esquejes. Se llenan las macetas con el sustrato preparado, humedecido, dejando un espacio libre en la parte superior de 2 cm de alto.

Posteriormente se toman las varetas colectadas de aproximadamente 30 cm de largo y se cortan de 2 a 3 esquejes de 10 a 12 cm por vareta, con un corte diagonal realizado con una navaja fina para no maltratar los tejidos, se pueden utilizar tijeras de podar o cutter muy afilados previamente esterilizados con alcohol y algodón, para evitar la contaminación de tejidos. La parte basal se cubre con Radix 10 000, regulador de la iniciación y crecimiento de las raíces, contiene Ácido Indol-3-Butírico al 1.0 % (recomendado para especies leñosas).

### X.1 Materiales a utilizar



Figura 6. Materiales utilizados para la siembra de esquejes.

Para plantarlos se realiza un pequeño orificio de 2 cm de profundidad aproximadamente en el sustrato con ayuda de un palito de madera para evitar el daño del esqueje. Se inserta el esqueje, se cubre con más sustrato y se presiona para que no se muevan los esquejes, los cuales pueden plantarse en número de 2 a 5 esquejes en cada maceta, dependiendo de la optimización del espacio y se riegan (Imagen 6).



Imagen 6. Esquejes sembrados en maceta de *Bernardia macrocarpa*.

Es importante etiquetar con marcador permanente las macetas, que incluya datos como nombre científico, número de acceso, número de maceta y fecha de propagación, así como asignarle un número a cada esqueje para darles un correcto seguimiento, posteriormente se cubren las macetas con bolsa de plástico perforada ligeramente, transparente, para mantener una buena humedad (sin caer en la saturación), sosteniendo con palos pequeños la bolsa para que no caiga sobre los esquejes y evitar la contaminación de las muestras (presencia de hongos), posteriormente se acomodan en la mesa de propagación (Figura 7a y b). Una vez realizado este proceso, se monitorean constantemente para llevar a cabo el riego pero evitando el exceso de humedad.

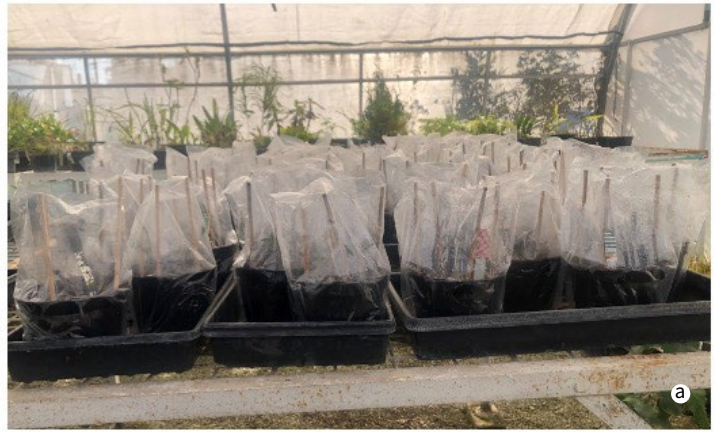


Figura 7. a) macetas acomodadas en charolas y depositadas en mesas de propagación b) maceta cubierta con bolsa transparente y sostenida por palos de madera.

La toma de datos y los cambios que se muestran en el proceso es importante, para conocer las características y comportamiento de la especie, lo que muestra un panorama completo para la toma de decisiones en relación a su conservación (Imagen 7).



Imagen 7. Monitoreo de los esquejes sembrados.

## XI. Sobrevivencia

La propagación asexual a través de esquejes de esta especie requiere de condiciones de alta humedad, que permitan mantenerlos con la humedad del sustrato y del ambiente requerida. En las condiciones que aquí se les proporcionaron se obtuvo un porcentaje muy bajo de éxito (10 %), y su desarrollo no obtuvo una altura favorable para el establecimiento de estas plántulas. Dada su baja respuesta en comparación con las germinación del 95 % de las semillas y del 90% de sobrevivencia de las plántulas, no cabe duda que el segundo caso es el mejor recomendado para garantizar la conservación de esta planta.

---

## XII. Establecimiento in situ y ex situ

Plantas de *Bernardia macrocarpa* fueron plantadas en diferentes sitios dentro de su área natural de distribución. En todos los casos se observó una alta tasa de sobrevivencia, mayor del 70% en campo, alcanzando tallas de hasta 2.30 a 2.50 m de alto en 10 meses (Imagen 8).



Imagen 8. Los señores Armando y Reyes Zavaleta Méndez, en una plantación de *Bernardia*, con su siempre acompañante.

Los casos en donde se tuvo menor tasa de sobrevivencia de las plantas, fue en las zonas más expuestas al sol, donde se requiere replantar. El plantado en condiciones *ex situ*, dentro de la misma zona, se observó un 100% de sobrevivencia, sin embargo no se observó las grandes alturas de las plantas que se alcanzaron *in situ*.

## XIII. Agradecimientos

Agradecemos infinitamente el apoyo y colaboración del Sr. Armando Zavaleta Méndez ejidatario responsable del vivero comunitario y del Sr. Reyes Zavaleta Méndez Comisario Ejidal, ambos del Ejido de Hueytamalco, por su apoyo incondicional para la realización de este proyecto.

Así también a la Fundación FRANKLINIA, la que en conjunto con GTC- BGCI apoyaron financieramente este proyecto, y al Jardín Botánico de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, que brindó las facilidades para el desarrollo de este mismo.

---

## XIV. Literatura citada

Cervantes Angelica & Flores Olvera Hilda. (2005). Six new mexican species of *Bernardia* (Euphorbiaceae). *Botanical Journal of the Linnean Society* 149, 241-256.