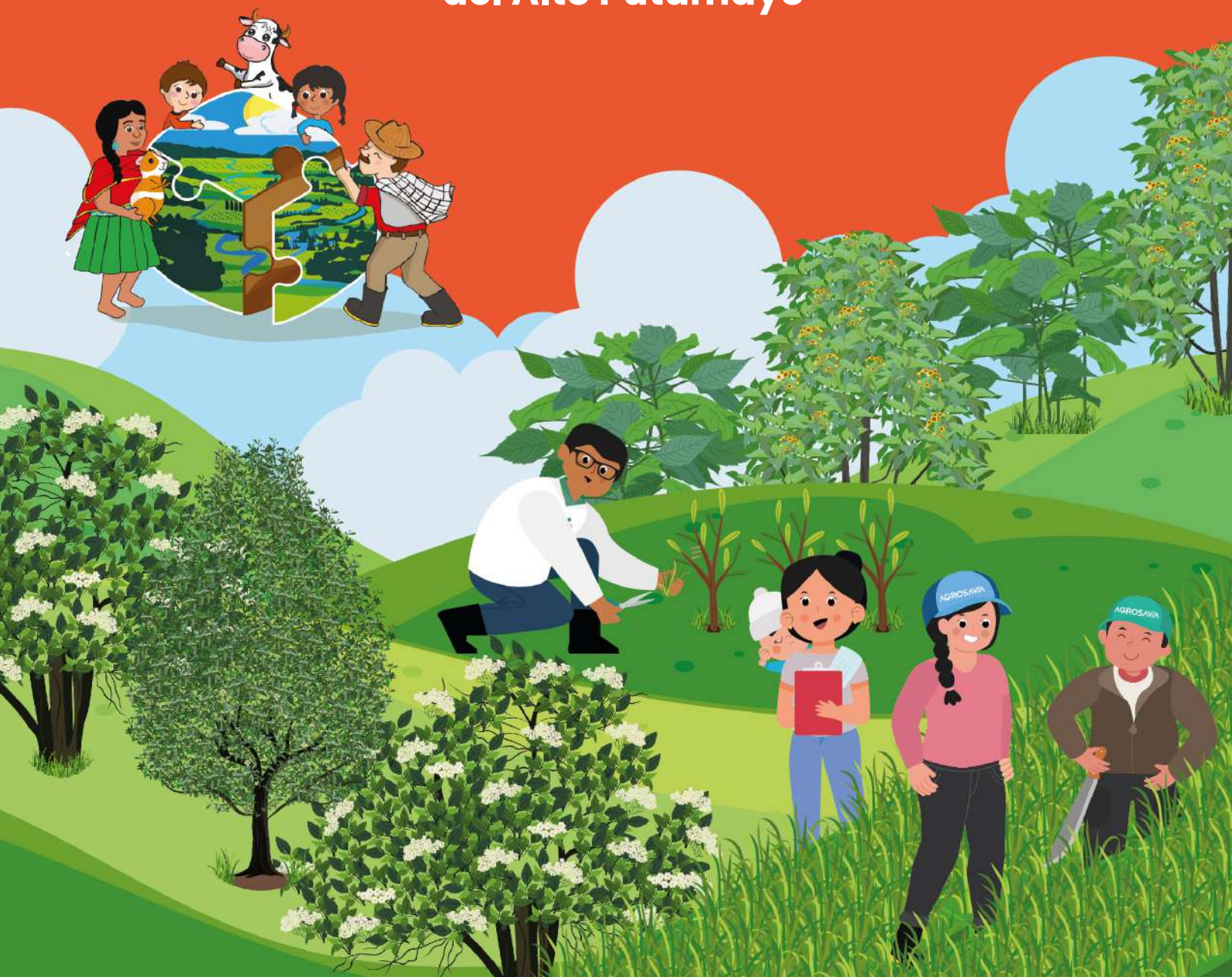


¡Aprovechemos nuestra biodiversidad!

Manual de caracterización y propagación de
especies leñosas con potencial forrajero
del Alto Putumayo





¡Aprovechemos nuestra biodiversidad!

Manual de caracterización y
propagación de especies leñosas con
potencial forrajero **del Alto Putumayo**

Pedro Pablo Bacca Acosta
Brayan Andrés Rojas Narváez
Diana Katerin Salazar Ortiz
Diana Lucía Jaramillo Arenas
Edwin Castro Rincón
Yuberlly Marisol Mancera Lombana
Bayron Giovanny Obando Enríquez
Erika Vanesa Meneses Estrada
Álvaro Mauricio Cadena Pastrana
Jhon James Borja Tintinago
Jeisson Rodríguez Valenzuela
José Carlos Montes Vergara



¡Aprovechemos nuestra biodiversidad! Manual de caracterización y propagación de especies leñosas con potencial forrajero del Alto Putumayo. / Pedro Pablo Bacca Acosta [y otros once]. - Mosquera (Colombia): AGROSAVIA, 2024.

78 páginas (Colección Alianzas AGROSAVIA)

Incluye referencias bibliográficas, ilustraciones y gráficos.

ISBN: 978-958-740-769-3

ISBN e-Book: 978-958-740-768-6

1. Forraje 2. Cobertura verde 3. Biodiversidad 4. Propagación vegetativa 5. Vivero forestal 6. Utilización de la tierra
7. Putumayo (Colombia).

Palabras clave normalizadas según Tesauro Multilingüe de Agricultura - Agrovoc

Catalogación en la publicación - Biblioteca Agropecuaria de Colombia

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - AGROSAVIA

Sede Central, Kilómetro 14 vía Mosquera-Bogotá, Mosquera, Cundinamarca. Código postal 250047, Colombia.

Centro de Investigación Obonuco, Kilómetro 5 vía Pasto-Obonuco, Nariño. Código postal 520038, Colombia.

Esta publicación hace parte de los resultados del proyecto “Fortalecimiento de la apropiación social del conocimiento y tecnologías en las cadenas cuyícola y láctea del Alto Putumayo”, financiado por el Sistema General de Regalías (SGR) y la Gobernación de Putumayo, y ejecutado por la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), en alianza con el Instituto Tecnológico Putumayo (ITP), la Institución Educativa Sucre, la Fundación Universitaria Cervantes, la Universidad Autónoma Chapingo y la Asociación Renacer de familias desplazadas (Asorenacer).

Colección: Alianzas AGROSAVIA

Tipología: Manual

Primera edición: 591 ejemplares

Impreso en Bogotá, Colombia, noviembre de 2024.

Autores

Pedro Pablo Bacca Acosta
Brayan Andrés Rojas Narváez
Diana Katerin Salazar Ortiz
Diana Lucía Jaramillo Arenas
Edwin Castro Rincón
Yuberlly Marisol Mancera Lombana
Bayron Giovanni Obando Enríquez
Erika Vanesa Meneses Estrada
Álvaro Mauricio Cadena Pastrana
Jhon James Borja Tintinago
Jeisson Rodríguez Valenzuela
José Carlos Montes Vergara

Impresión

DGP Editores

Creación de imagen del proyecto: Constanza Maigual

Diseño y diagramación: Cromáticos Estudio Gráfico

Citación sugerida: Bacca-Acosta, P. P., Rojas-Narváez, B. A., Salazar-Ortiz, D. K., Jaramillo-Arenas, D. L., Castro-Rincón, E., Mancera-Lombana, Y. M., Obando-Enríquez, B. G., Meneses-Estrada, E. V., Cadena-Pastrana, Á. M., Borja-Tintinago, J. J., Rodríguez-Valenzuela, J., & Montes-Vergara, J. C. (2024). *¡Aprovechemos nuestra biodiversidad! Manual de caracterización y propagación de especies leñosas con potencial forrajero del Alto Putumayo*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA).

<https://doi.org/10.21930/agrosavia.manual.7407686>

Cláusula de responsabilidad: AGROSAVIA no es responsable de las opiniones ni de la información recogidas en el presente texto. Los autores asumen de manera exclusiva y plena toda responsabilidad sobre su contenido, ya sea este propio o de terceros, y declaran, en este último supuesto, que cuentan con la debida autorización de terceros para su publicación; igualmente, declaran que no existe conflicto de interés alguno en relación con los resultados de la investigación propiedad de tales terceros. En consecuencia, los autores serán responsables civil, administrativa o penalmente, frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros relativa a los derechos de autor u otros derechos que se hubieran vulnerado como resultado de su contribución.



https://co.creativecommons.org/?page_id=13



Contenido



4	Introducción
6	Cobertura forestal y uso del suelo del suroccidente colombiano: caso de estudio del Alto Putumayo
8	Sauco (<i>Sambucus nigra</i> L.)
18	Tilo (<i>Sambucus nigra peruviana</i> K.)
28	Botón de oro (<i>Tithonia diversifolia</i> H.)
38	Colla negra (<i>Smilax pyramidalis</i> T.)
49	Chachafruto o balú (<i>Erythrina edulis</i>)
54	Ramio (<i>Boehmeria nivea</i> [L.] Gaud)
58	Sauce llorón (<i>Salix humboldtiana</i>)
65	Condiciones técnicas generales para la propagación de especies leñosas forrajeras en vivero temporal
72	Referencias
76	Los autores

A close-up photograph of a green leaf, showing a network of veins. The central vein runs vertically down the middle, with smaller veins branching off at an angle. The leaf has a slightly textured surface.

Introducción

La producción lechera en el Alto Putumayo es un componente fundamental de la economía local. De los 4,254 productores en el sector, se estima que el 26,8 % se dedica a esta actividad agropecuaria. Las condiciones ambientales y topográficas favorecen en cierta medida esta práctica; sin embargo, es importante señalar que la alta variabilidad en la precipitación, que oscila entre 1.750 y 4.750 mm anuales, afecta negativamente la producción, especialmente durante los meses de abril y mayo, cuando se presentan inundaciones que impactan gran parte del territorio (Acevedo-Charry, 2014; Riascos Vallejos et al., 2020).

No obstante, el manejo convencional de este sistema productivo conlleva a una disminución de la biodiversidad y de los servicios ambientales. Por lo tanto, en esta zona de alta fragilidad ecosistémica, es fundamental iniciar procesos de reconversión ganadera, utilizando sistemas productivos más amigables con el medio ambiente. Una de estas alternativas son los sistemas silvopastoriles, que no solo diversifican la oferta forrajera con alta calidad nutricional, sino que también regulan los ciclos biológicos del sistema, mitigan los efectos del cambio climático y promueven la conservación y el uso racional de los recursos naturales (Gómez et al., 2017).

Aunque existe un conocimiento ancestral y técnico sobre la agroforestería y sus beneficios, tanto para el sector agropecuario como para el medio ambiente, aún persiste una brecha en el conocimiento sobre la propagación de especies arbóreas y arbustivas con potencial forrajero. Hay un interés creciente en reconocer la diversidad de especies leñosas presentes en las fincas ganaderas como componentes útiles de los sistemas ganaderos.

Los árboles y arbustos forrajeros pueden ser una alternativa efectiva para la rehabilitación productiva y la conservación de la biodiversidad en los paisajes ganaderos (Murgueitio et al., 2011). La presencia de estas especies en los potreros puede contribuir a reducir la deforestación y la degradación de los suelos, que se ha incrementado de manera acelerada en los últimos años (Cabrera-Núñez et al., 2019).

Por lo tanto, el propósito de este manual es caracterizar algunas especies leñosas forrajeras presentes en el Alto Putumayo desde un enfoque taxonómico y morfológico, así como su potencial nutricional, las estrategias para su propagación y las recomendaciones a considerar para su establecimiento. Se espera que el lector aproveche esta contribución técnica como una herramienta para aplicar los conocimientos sobre la diversidad nutricional de los sistemas ganaderos, reducir el impacto ambiental y mejorar las condiciones económicas de la finca.



Cobertura forestal y uso del suelo del Suroccidente colombiano: caso de estudio del Alto Putumayo

La diversidad biótica del Suroccidente colombiano se caracteriza por albergar especies de flora de ecosistemas de páramo, subpáramos, bosque de niebla y bosque alto andino. Por lo tanto, estas características agroecológicas permiten el desarrollo de especies leñosas (arbóreas y arbustivas) ya sea nativas y/o introducidas, que brindan servicios ecosistémicos fundamentales para la sostenibilidad de la población rural que viven en este tipo de paisajes.

Dos de las principales actividades económicas de las comunidades rurales es la actividad pecuaria (ganado bovino de leche y especies menores), que a su vez junto con otros sectores económicos pueden representar el sustento de esta población. Sin embargo, existen desafíos socioeconómicos y ambientales que limitan la buena productividad, competitividad de los sistemas productivos vinculados al sector agropecuario y por ende la seguridad alimentaria de los productores. Un claro ejemplo de esto es la cadena de valor láctea que es de suma importancia para la zona andino amazónica, donde cada vez se hace más difícil garantizar la buena alimentación, nutrición y suplementación estratégica para el ganado bovino de leche.

De esta manera el departamento del Putumayo, muestran un uso del suelo diverso con un potencial inmenso de especies forrajeras leñosas que a través de la agroforestería podrían contribuir a optimizar los esquemas de producción pecuaria. Por lo tanto, en la figura 1 se observa la cobertura forestal y uso del suelo de los municipios Santiago, Colón, Sibundoy y San Francisco del departamento del Putumayo en la transición Andino-Amazónica, donde se despliegan mosaico de pastos con especies naturales, seguido de vegetación secundaria en transición, pastos limpios, bosque fragmentado con vegetación secundaria, bosque fragmentado con pastos y cultivos, herbazal denso de tierra firme arbolado, mosaico de cultivos y espacios naturales, pastos enmalezados, bosque denso alto de tierra firme, entre otros. Por lo anterior, algunas de las especies arbóreas y arbustivas que se encuentran en este tipo de paisaje tiene un potencial forrajero y se destacan como alternativa nutricional que podría complementar muy bien la alimentación bovina, e incluso de especies menores. El presente manual muestra algunas de las especies con un importante potencial forrajero y nutricional bajo las condiciones agroecológicas al Suroccidente del país como el Alto Putumayo.

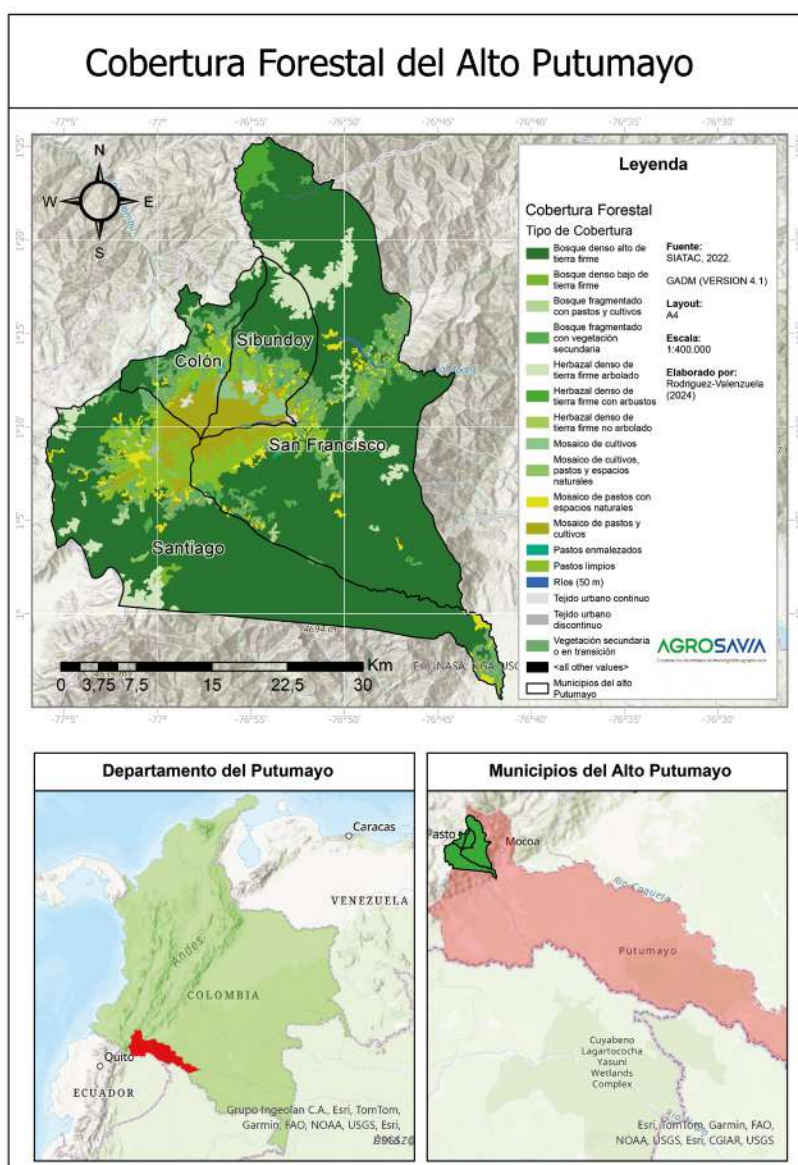


Figura 1. Cobertura forestal y uso del suelo para el caso de estudio del Alto Putumayo.
Fuente: Elaboración propia

Con base en la información anterior, se puede observar la intervención de las actividades agropecuarias en el ecosistema natural. El área de mosaico de cultivos, al igual que pastos limpios, está impactando de manera directa la zona de bosque denso alto. De igual forma, se pueden establecer áreas como mosaico de pastos en zonas naturales, lo que evidencia el impacto al ecosistema de reserva natural y de vocación conservadora; es decir, estos sectores estarían siendo intervenidos para actividades pecuarias como ganadería de leche, y ello genera deforestación, fragmentación del bosque y pérdida de biodiversidad.

Estas zonas suelen ser conservadas normalmente para la recuperación y regulación del recurso hídrico, así como para servir de hábitat a plantas nativas y fauna silvestre. En este sentido, a continuación, se describen algunas especies relevantes que pueden ser empleadas para integrarse a los sistemas ganaderos a través de diferentes sistemas silvopastoriles. Esta estrategia no solo busca interconectar los paisajes y reducir la presión sobre el bosque natural, sino que también proporciona una fuente alternativa de forraje para mejorar las condiciones nutricionales del ganado bovino y de especies menores.

Sauco

(*Sambucus nigra* L.)



CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

Tabla 1. Organización por taxones de la especie arbustiva sauco

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Dipsacales
Familia	Caprifoliaceae
Género	<i>Sambucus</i>
Especie	<i>Sambucus nigra</i> K.

Fuente: Elaboración propia

MORFOLOGÍA

Tallo y copa

Considerada dentro de las especies forrajeras como arbustiva, mide de 2 a 5 m de altura, dependiendo de las condiciones climáticas, manejo de podas, fertilización, entre otros aspectos. Presenta una copa densa, de forma redondeada y

baja, con tronco y ramas de consistencia rugosa en estado leñoso, mientras que los tallos jóvenes presentan médula en su interior que, al desprenderla, los deja huecos (Moreno, 2020).



Figura 2. Aspecto general de saucu.

Fotos: Brayan Andrés Rojas y Diana Katerin Salazar



Figura 3. Estructura de los tallos en estado joven.

Nota: Tallo joven de sauco, en el que se observan estructuras de respiración —como lenticelas— y parte interna con presencia de médula.

Fotos: Brayan Andrés Rojas y Diana Katerin Salazar



Figura 4. Estructura del tallo principal en estado leñoso.

Nota: Se observan comportamientos de corteza rugosa y ausencia de lenticelas a medida que aumenta la edad.

Fotos: Brayan Andrés Rojas y Diana Katerin Salazar

Hojas

Sus hojas son de coloración verde, son oscuras y grandes —miden alrededor de 14 cm—, las cuales tienden a caerse con el tiempo; son opuestas y con terminación en un solo foliolo —imparipinnadas—. Sus ramas están compuestas por 3 a 7 hojas de forma ovada-lanceolada,

con un margen aserrado y terminación puntiaguda —ápice agudo—. Su parte superior —haz— no presenta lanosidad, mientras que su parte inferior —envés— es poco vellosa y presenta un olor poco agradable, parecido al amoniaco (Moreno, 2020).

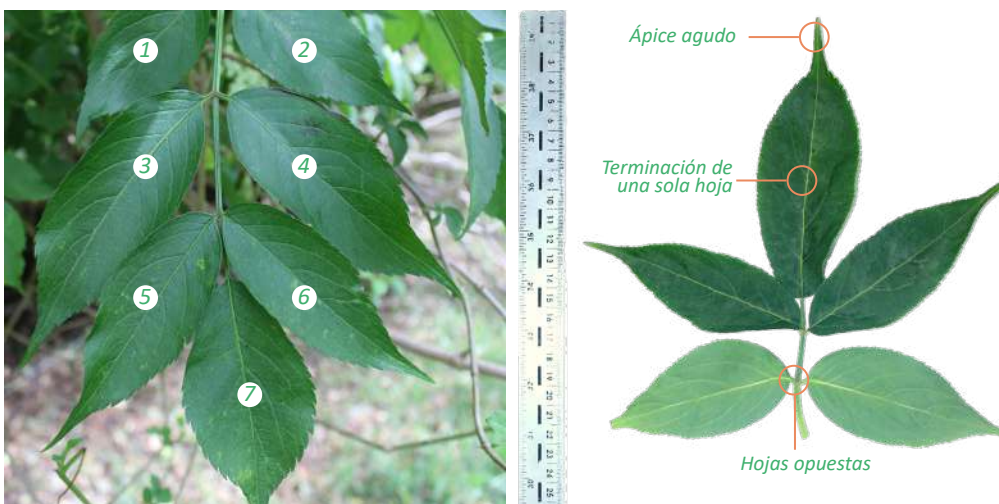


Figura 5. Estructura y medida de la ramificación de sauco.

Nota: Se observa el tamaño y número de foliolos en cada ramificación de sauco.

Fotos: Brayan Andrés Rojas y Diana Katerin Salazar

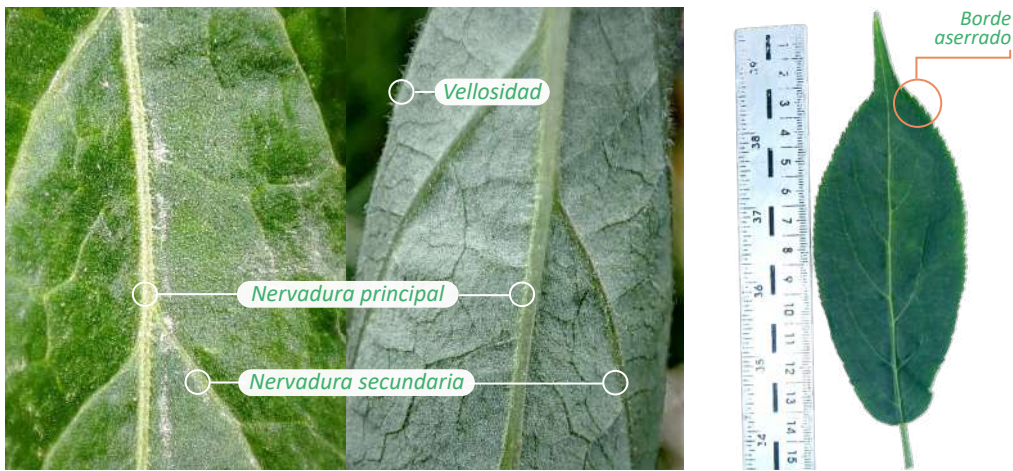


Figura 6. Estructura y medida de las hojas.

Nota: Medida de hojas e indicación de la parte superior sin presencia de pelillos y en la parte inferior poco vellosa.

Fotos: Brayan Andrés Rojas y Diana Katerin Salazar

Flores

Sus flores se presentan en inflorescencias racemosas densas, de color blanco cremoso; son pequeñas, muy vistosas y aromáticas. Su cáliz —estructura de protección y sostén de los pétalos— es pequeño y tubular, de aproximadamente 2 mm de diámetro, con 5 pequeños dientes en su extremo. Poseen una corola —4 a 6 pétalos— de 6 mm de diámetro, soldada en la base. En cuanto a su parte reproductiva sexual, el androceo presenta 5 es-

tambres —parte reproductiva masculina de la flor— con anteras oblongas amarillas —parte superior de los estambres—, y el gineceo tiene un ovario —parte reproductiva femenina de la flor— con 3-5 lóculos —cavidades huecas— y un estilo —prolongación del ovario al final de la cual presenta estigma— con 3 estigmas —puertas de entrada del polen— (Moreno, 2020).



Figura 7. Tipo y tamaño de inflorescencia.

Nota: Las flores son bastante pequeñas agrupadas en racimos densos.

Fotos: Brayan Andrés Rojas y Diana Katerin Salazar

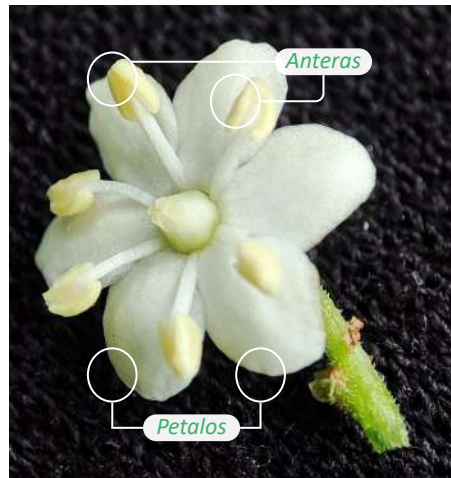


Figura 8. Estructura y tamaño de las flores de sauco.

Nota: Son bastante vistosas y presentan coloraciones de blanco a blanco cremoso.

Fotos: Brayan Andrés Rojas y Diana Katerin Salazar en 2023.



Frutos y semillas

Sus frutos son bayas y, al igual que las flores, se presentan en grupos numerosos. Son un poco más pequeños que los guisantes y de color violáceo a negro al madurar, con 4 a 5 semillas oblongas comprimidas (Moreno, 2020).

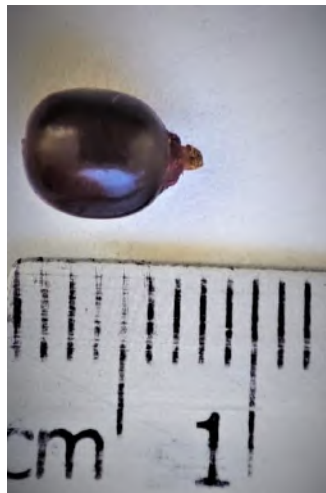


Figura 9. Estructura y medida de los frutos de sauco.

Fotos: Brayan Andrés Rojas y Diana Katerin Salazar



Figura 10. Estructura, tamaño y número de semillas por fruto.

Nota: Las semillas que contiene esta especie presentan mucílago, el cual debe retirarse para someterse a secado.

Fotos: Brayan Andrés Rojas y Diana Katerin Salazar

Todo lo indicado cumple al final con un ciclo fenológico, desde su formación hasta concluir con las semillas, de forma que se contemplan periodos bastante tardíos para realizar el proceso de reproducción sexual.



Figura 11. Estado inicial y final de la floración y fructificación de sauco.

Fotos: Brayan Andrés Rojas y Diana Katerin Salazar

DISTRIBUCIÓN

Es una especie que habita en Europa, Asia y el Norte de África, aunque también se encuentra en Sur y Centroamérica debido a su uso como especie ornamental y a su inclusión en el cuidado de animales. Tiene una buena adaptación entre los 700 y los 2.700 m s. n. m. (Herrera, 2019).

Dentro de Colombia se encuentra ampliamente distribuido en Antioquia, Caldas, Cauca, Boyacá, Huila, Cundinamarca, Meta, Nariño, Amazonas, Putumayo, Quindío, Valle y Santander (Cardona et al., 2022).

COMPOSICIÓN NUTRICIONAL

Algunos estudios realizados dentro del C. I. Obonuco han demostrado que a medida que aumenta la edad de las plantas la materia seca —como celulosa, hemicelulosa, proteína y energía neta de lactación

(ENL)— y la médula disminuyen su concentración, mientras que la lignina tiende a intensificarse proporcionalmente.

Tabla 2. Composición nutricional a través de tres edades de corte mediante la técnica de espectroscopia de reflectancia en infrarrojo cercano (NIRS)

Componente	Unidad	Edad de corte (días)		
		45	60	75
Biomasa (unidad)	kg	0,5	0,95	1,9
Materia seca	% alimento	16	16,02	18,12
Proteína cruda	% MS	28,9	26,1	25,17
Fibra detergente neutro	% MS	26,8	30,39	27,34
Fibra detergente ácido	% MS	11,8	10,64	10,12
Hemicelulosa	% MS	15	19,75	17,22
Lignina	% MS	1	1,42	1,23
Extracto etéreo	% MS	2,4	2,59	2,59
Energía bruta	MKal.kg-1 MS	4,2	4,22	4,2
Energía neta de lactancia	MKal.kg-1 MS	1,7	1,61	1,6
Cenizas	g/kg MS	11,3	11,93	11,41
Calcio	g/kg MS	0,8	0,94	0,85
Fósforo	g/kg MS	0,3	0,29	0,28
Taninos totales	g.kg-1 MS	13,73	13,10	15,54
Saponinas	g.kg-1 MS	15,16	15,94	16,89

Fuente: Cardona et al. (2022)

Nota: Especies arbustivas con potencial forrajero en el trópico altoandino. Estado nutricional indicado según estudios realizados en el C. I. Obonuco.

MÉTODOS DE PROPAGACIÓN

El sauco puede reproducirse de manera sexual —por semilla—; sin embargo, es complicado debido a condiciones de letargo de la cubierta y el embrión. Por tal razón, si se desea realizar este método, las semillas deben someterse a variedad de temperaturas para su estratificación, por lo que inicialmente se ha contempla-

do un periodo cálido de 2 meses a temperaturas de 21 °C a 30 °C, posteriormente, un periodo frío de 2 a 3 meses a temperaturas de 4 °C, lo cual se puede realizar de manera natural en la transición de verano a invierno, pero que resulta demorado y muy complicado (Ticona, 2022).

Debido al tiempo que lleva su reproducción de manera sexual, se considera que la mejor manera de propagar esta especie es por vía asexual —estacas—, que es un método de clonación a partir de partes de una planta para formar otra con las mismas características genéticas que la planta de la que se extraen las estacas. El material vegetativo debe conservar la potencialidad de multiplicarse y generar

nuevos tejidos celulares —de formar nuevos tallos, hojas y raíces—, por lo que se prefiere utilizar ramas del tercio medio de la planta, por facilidad de obtención y preparación (Ticona, 2022).

Por consiguiente, se deben tener en cuenta algunos criterios para la selección de estacas y para generar nuevas plantas vigorosas.

Obtención de material vegetal

Un primer criterio consiste en seleccionar una planta arbustiva, que debe presentar un buen estado fitosanitario, vigorosidad y follaje denso —tal como se indica en la figura 12—; nunca se debe extraer el material vegetal de una planta que presente

un mal estado de desarrollo fenológico, morfológico o fitosanitario, entre otros aspectos —como se indica en la figura 13—, debido a que presentará los mismos problemas que su antecesora.



Figura 12. Planta en buen estado fitosanitario, morfológico y fenológico.

Nota: Planta en buenas condiciones; presenta muchas ramas desnudas y algunas con poco follaje.

Fotos: Brayan Andrés Rojas y Diana Katerin Salazar

Figura 13. Planta en mal estado para obtención de material vegetal.

Fotos: Brayan Andrés Rojas y Diana Katerin Salazar

El diámetro de la estaca debe ser de entre 1,5 y 2,5 cm, debe presentar una coloración marrón clara —lo que indica un

estado semileñoso, con alta capacidad de rebrote— y, en lo posible debe ser recta y no curva.



Figura 14. Medida de diámetro estándar para una buena propagación.

Nota: Esta medida se tomó mediante el uso de un pie de rey; sin embargo, se puede estimar también con una cinta métrica o regla.

Fotos: Brayan Andrés Rojas y Diana Katerin Salazar

El corte debe ser realizado en bisel —corte diagonal—, por encima del nudo de la planta y por debajo del nudo de la estaca, mediante un corte limpio —para evitar

la propagación de plagas y/o enfermedades—; además, se deben evitar residuos de agua en la parte superior de las estacas.



Figura 15. Corte por encima del nudo para evitar daños en la planta.

Nota: Este corte se realiza cerca del nudo para evitar desgarres de la corteza. Por lo general, la herramienta debe estar afilada

Fotos: Brayan Andrés Rojas y Diana Katerin Salazar

Figura 16. Corte en bisel por debajo para evitar daños en la estaca.

Nota: El corte siempre se debe realizar por debajo del nudo de la estaca para estimular el crecimiento radicular.

Fotos: Brayan Andrés Rojas y Diana Katerin Salazar

El follaje de la rama seleccionada debe ser eliminado por completo, lo que ayuda a evitar la deshidratación de las estacas.



Figura 17. Estaca recién cortada de la planta de clonación.

Nota: La estaca en lo posible debe ser recta y presentar nudos con yemas.

Fotos: Brayan Andrés Rojas y Diana Katerin Salazar



Figura 18. Eliminación de hojas de la estaca

Nota: Todas las ramas secundarias a la rama principal deben ser eliminadas para estimular el crecimiento de nuevos brotes.

Fotos: Brayan Andrés Rojas y Diana Katerin Salazar

Figura 19. Obtención de material completamente limpio para propagación.

Nota: La estaca debe quedar completamente sin presencia de ramas secundarias para ser utilizada.

Fotos: Brayan Andrés Rojas y Diana Katerin Salazar

Las estacas deben presentar de 2 a 4 nudos —en los cuales se ubican las yemas—; este número se utiliza para facilitar el desarrollo radicular y foliar. Además, la longitud de la estaca varía dependiendo de la medida de los entrenudos, pero por lo general es de 20 a 40 cm, los cuales se alargan a medida que maduran; por tal razón, la parte óptima para sacar las estacas será

de la parte media de la planta. Adicionalmente, se considera que la parte media de la rama y las puntas tienen un mejor desarrollo y que su longitud entre yemas es más corta, por lo que al usarlas se pueden utilizar bolsas más pequeñas para su propagación y manejo adecuado.



Figura 20. Longitud perfecta para la propagación de sauco.

Nota: Este número de nudos es ideal para manejar en vivero; no se utilizan bolsas grandes.

Fotos: Brayan Andrés Rojas y Diana Katerin Salazar

Tilo

(*Sambucus nigra* L.)



CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

Tabla 3. Organización por taxones de la especie arbustiva tilo

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Dipsacales
Familia	Caprifoliaceae
Género	<i>Sambucus</i>
Especie	<i>Sambucus nigra</i>
Subespecie	<i>peruviana</i> K.
<i>Fuente: Elaboración propia</i>	

MORFOLOGÍA

El tilo —también conocido como layan, rayan, uva de sierra, uvilla del diablo y Pochko uvas— es considerado dentro de las especies forestales como arbustiva.

Mide de 3 a 6 m de alto, dependiendo de condiciones edafoclimáticas, de nutrientes y de manejos, entre otras que se presenten (Herrera, 2019).

Tallo y copa

Su tronco es ramificado desde la base del suelo. Presenta torceduras y una textura rugosa que al madurar —gran presencia de lignina— se convierte en una madera bastante fuerte. La corteza en tallos y ramas jóvenes presenta lenticelas —pequeños poros de intercambio de gases entre el exterior y tejidos interiores de la planta—, una médula esponjosa —tejido sua-

ve en medio de los tallos— que los hace poco resistentes y una coloración verde oscura con textura lisa, en comparación con tallos leñosos que presentan ligeras grietas y se tornan ásperos, con una coloración marrón. Su copa es semiglobosa, irregular, de color verde claro y, en algunas ocasiones, amarillo (Herrera, 2019).



Figura 21. Aspecto general del tilo.

Fotos: Brayan Andrés Rojas y Diana Katerin Salazar

Figura 22. Estructura de los tallos en estado joven.

Nota: Pequeñas estructuras de intercambio de gases (lenticelas) y estructura interna del tallo.

Fotos: Brayan Andrés Rojas y Diana Katerin Salazar



Figura 23. Estructura de los tallos en estado leñoso

Nota: Esta especie se caracteriza por tener bastantes ramificaciones desde la base del suelo.

Fotos: Brayan Andrés Rojas y Diana Katerin Salazar



Hojas

Sus hojas miden de 4 a 16 cm de largo y de 3 a 7 cm de ancho, con terminación puntiaguda —ápice agudo—; son opuestas y sus ramas se componen de 7 a 9 hojas con terminación en una sola —imparipinnada—, su forma es ovada-lanceolada, con borde aserrado y nervadura central acanalada. Tanto su parte superior —haz—

como la inferior —envés— presentan pilosidad y son fáciles de distinguir debido a sus hojas amarillas desde sus primeras etapas, en comparación con las hojas verdes que presenta el sauco negro (Herrera, 2019).

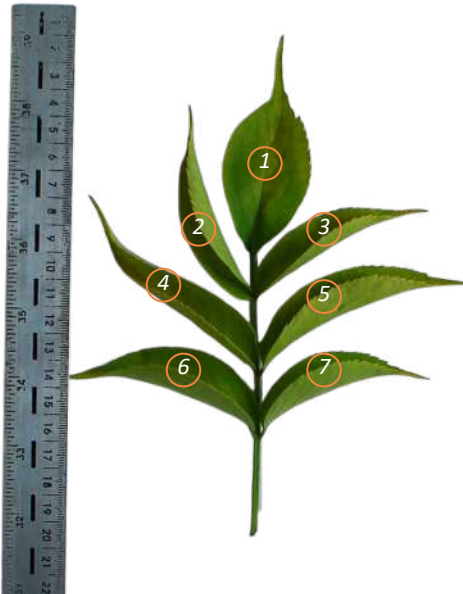
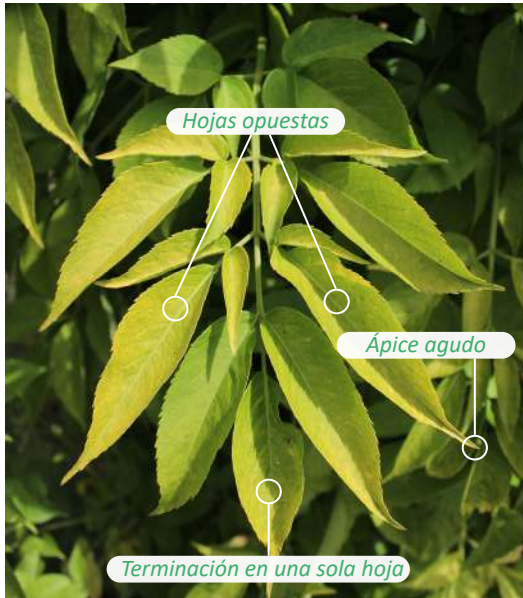


Figura 24. Estructura y tamaño de la ramificación de tilo.

Nota: Caracterizada por tener hojas color verde claro a amarillo.

Fotos: Brayan Andrés Rojas y Diana Katerin Salazar



Figura 25. Parte superior e inferior de las hojas.

Nota: Presenta una nerviación central pronunciada con nerviaciones secundarias menos perceptibles.

Fotos: Brayan Andrés Rojas y Diana Katerin Salazar

Flores

Sus flores son muy pequeñas —de 4 a 6 mm de diámetro, aproximadamente—, con una coloración blanco-amarillenta en inflorescencias racemosas densas —inflorescencia abierta— bastante vistosas, con una medida de 10 mm aproximadamente, las cuales son aromáticas debido a la presencia de metabolitos como terpenos y resinas (Herrera, 2019).

Figura 26. Estructura y tamaño de la inflorescencia.

Nota: La inflorescencia es bastante vistosa; presenta un olor poco agradable.

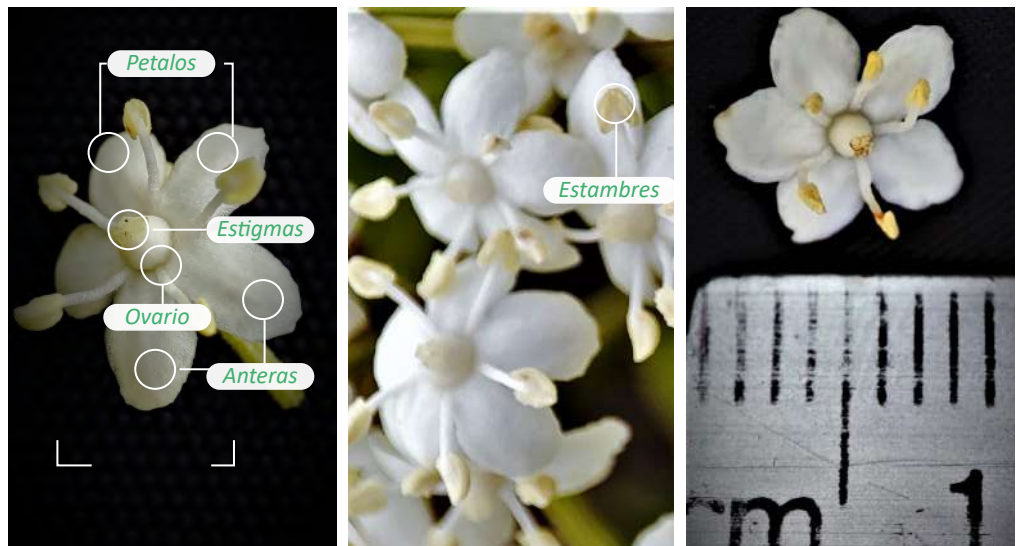
Fotos: Brayan Andrés Rojas y Diana Katerin Salazar



Figura 27. Estructura y tamaño de la flor de tilo.

Nota: Las flores individuales son bastante pequeñas; presentan de 4 a 5 pétalos, 5 estambres y un pistilo.

Fotos: Brayan Andrés Rojas y Diana Katerin Salazar



Frutos y semillas

Sus frutos son bayas esféricas de 5 a 6 mm de diámetro, jugosas, con una coloración negro violáceo de sabor agradable, las cuales en su interior se conforman de 3 a 5 semillas con una medida de 3 a 5 mm (Soto & Sánchez, 2018).



Figura 28. Tipo, tamaño y coloración del fruto.

Nota: Las bayas son comestibles, de muy agradable sabor y con buena cantidad de vitamina C.

Fotos: Brayan Andrés Rojas y Diana Katerin Salazar

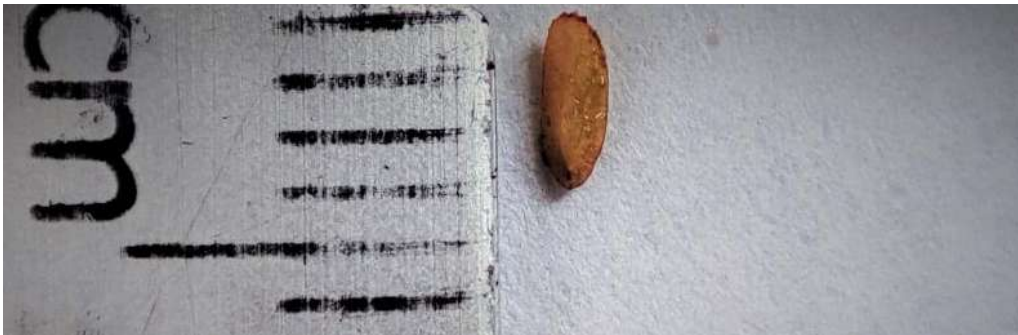


Figura 29. Estructura, tamaño y número de semillas por fruto.

Nota: La propagación por semillas es bastante demorada, por lo que se prefiere utilizar esquejes.

Fotos: Brayan Andrés Rojas y Diana Katerin Salazar

De tal manera, desde la formación de flores hasta su producto final —semillas— cumple un ciclo fenológico reproductivo, que es un proceso que contempla un tiempo bastante elevado para la obtención de la semilla; además, los procesos involucrados en la preparación de semilla y la obtención de una nueva planta son demorados.



Figura 30. Fenología reproductiva desde la formación de flores hasta la semilla.

Nota: El inicio de la floración y fructificación de tilo se demora aproximadamente de 6 a 8 meses.

Fotos: Brayan Andrés Rojas y Diana Katerin Salazar

Es así que, debido a su resistencia, fácil propagación y rebrote por esqueje, no requiere de mucho tratamiento; no obstante, se pueden agregar hormonas de crecimiento para agilizar su proceso (Soto & Sánchez, 2018).

DISTRIBUCIÓN

Esta especie es originaria de los Andes, especialmente de Andahuaylas, Ancash, entre otros valles interandinos, distribuidos desde Argentina hasta Costa Rica, razón por la que comprende un rango altitudinal bastante amplio, desde los 900 hasta los 3.900 m s. n. m.; sin embargo, el rango óptimo está entre los 3.200 y 3.800 m s. n. m. (Herrera, 2019).

COMPOSICIÓN NUTRICIONAL

El estudio realizado en el C. I. Obonuco para evaluar la composición bromatológica en el tilo contempló 2 periodos de corte —60 y 75 días— a una altura de corte de 0,5 m. Se realizó seguimiento y evaluación por 24 meses, de forma que se identificó que a medida que aumenta la edad de corte la celulosa, hemicelulosa y proteína cruda tienden a disminuir gradualmente, mientras que la lignina aumenta. Además, su forraje verde es cada vez más pronunciado, lo que es indispensable para la suplementación en sistemas de producción de carne y/o leche, debido a que presenta un porcentaje de proteína cruda del 24,15 %, en comparación con el kikuyo, que presenta aproximadamente el 20,5 %.

Tabla 4. Composición nutricional en dos edades de corte mediante la técnica de espectroscopia de reflectancia en infrarrojo cercano (NIRS)

Componente	Unidad	Edad de corte (días)	
		60	75
Biomasa forraje verde (unidad)	kg	0,8	1,4
Materia seca	% alimento	26,12	21,15
Proteína cruda	% MS	24,15	20,60
Fibra detergente neutro	% MS	26,47	29,79
Fibra detergente ácido	% MS	7,85	12,20
Hemicelulosa	% MS	18,62	17,59
Lignina	% MS	1,51	1,39
Extracto etéreo	% MS	2,71	2,19
Energía bruta	Mkal.kg-1 MS	4,10	4,09
Energía neta de lactancia	Mkal.kg-1 MS	1,50	1,45
Cenizas	g/kg MS	7,81	10,04
Calcio	g/kg MS	1,10	0,86

Fuente: Cardona et al. (2022)

Nota: Especies arbustivas con potencial forrajero en el trópico altoandino. Estado nutricional indicado según estudios realizados en el C. I. Obonuco.

MÉTODO DE PROPAGACIÓN

Según datos reportados por Herrera (2019), su propagación es por método asexual —vegetativo—, para lo que se

debe seleccionar la planta que presente un buen estado fitosanitario, con buena cantidad de follaje y ramificaciones.



Figura 31. Planta arbustiva en buenas condiciones para obtención de material vegetativo.

Nota: La planta de la que se extrae el material en lo posible no debe contener flores, concentrándose así la vitalidad en las estacas. De acuerdo al desarrollo fisiológico, se recomienda tomar las estacas presentes en la parte media del árbol.

Fotos: Brayan Andrés Rojas y Diana Katerin Salazar

Figura 32. Planta arbustiva en malas condiciones para obtención de material vegetativo.

Nota: Las estacas no se deben extraer de una planta que presente ramas desnudas o con poca abundancia de follaje.

Fotos: Brayan Andrés Rojas y Diana Katerin Salazar

El diámetro de las estacas debe ser de 1,5 a 2,5 cm. Esta medida depende de la parte de la extracción de estacas, pues entre más cerca a la punta de la rama se tome la estaca, esta medida será mucho más corta que la parte más cercana al tallo principal.



Figura 33. Diámetro adecuado de las estacas para propagación vegetativa.

Nota: Esta es la medida óptima de las ramas para extracción, de forma que conserven la vitalidad y su médula haya desaparecido casi en su totalidad.

Fotos: Brayan Andrés Rojas y Diana Katerin Salazar

Seguidamente, se debe realizar el corte en bisel —diagonal— en la parte media de la planta —tercio medio—, en ramas que deben estar en un estado semileñoso; cabe destacar que el corte se realiza por encima del nudo de la planta —para evitar dañarla—. Además, se busca que la estaca tenga brotación por medio de la yema. Posteriormente, en la estaca también se realiza el corte por debajo del nudo (Herrera, 2019).



Figura 34. Corte en diagonal por encima del nudo de la planta.

Nota: Este corte cerca del nudo de la rama ayuda a evitar posibles daños por plagas y/o enfermedades que puedan afectar a la planta.

Fotos: Brayan Andrés Rojas y Diana Katerin Salazar



Figura 35. Corte en diagonal por debajo del nudo de la estaca.

Nota: El corte por debajo del nudo de la estaca se realiza para ayudar a estimular el crecimiento de brotes radiculares.

Fotos: Brayan Andrés Rojas y Diana Katerin Salazar

El follaje de las ramas seleccionadas se debe eliminar por completo, pues esto ayuda a evitar la deshidratación de las estacas debido a que las hojas grandes favorecen la pérdida de agua, mientras que las pequeñas no producen suficientes carbohidratos; además, con ello se estimula el crecimiento de nuevos rebrotes.



Figura 36. Estaca recién cortada de planta en buenas condiciones.

Nota: Todo el follaje se elimina realizando cortes limpios para evitar el ingreso de plagas y/o enfermedades en los nuevos individuos.

Fotos: Brayan Andrés Rojas y Diana Katerin Salazar



37.



38.

Figura 37. Eliminación de hojas de la estaca.

Nota: Corte limpio.

Figura 38. Obtención de material completamente limpio para propagación.

Nota: Rama lista para realizar la división de estacas.

Fotos: Brayan Andrés Rojas y Diana Katerin Salazar

Las estacas presentan un color marrón cenizo y deben tener una medida de 20 a 30 cm, lo cual depende de la longitud de los entrenudos, siendo entre 2 a 4 nudos lo indicado para propagar —los cuales deben presentar yemas— (Soto & Sánchez, 2018).



Figura 39. Longitud y número de yemas ideal para propagación por estaca.

Nota: Cantidad de nudos adecuados para su manejo y prendimiento en vivero o campo.

Fotos: Brayan Andrés Rojas y Diana Katerin Salazar

Botón de oro

(*Tithonia diversifolia* H.)



CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

Tabla 5. Organización por taxones para el arbusto botón de oro

Reino	Plantae
División	Spermatophyta
Clase	Dicotiledoneae
Orden	Asterales
Familia	Asteraceae
Género	<i>Tithonia</i>
Especie	<i>Tithonia diversifolia</i> H.
Fuente: Elaboración propia	

MORFOLOGÍA

Es una planta arbustiva vigorosa de 1,5 a 4,0 m de altura, que presenta copa redondeada.



Figura 42. Individuo y características del botón de oro.

Nota: Individuo de botón de oro en el que se puede observar altura promedio, coloración y forma de las hojas, coloración de su flor y forma de la copa.

Fotos: Brayan Andrés Rojas y Diana Katerin Salazar

Tallo

Son simples, alternas y pecioladas, que van de 7 a 25 cm de largo por 4 a 20 cm de ancho. Tienen una terminación en punta, están divididas en tres o cinco lóbulos y poseen un borde dentado. La parte infe-

rior de la hoja —envés— está cubierta de vellosidades y la parte superior —haz— presenta puntos glandulares (Zabala-Laguna, 2021).



Figura 41. Tallo de botón de oro.

Nota: Tallo maduro y ramificado del botón de oro.

Fotos: Brayan Andrés Rojas y Diana Katerin Salazar



Figura 42. Rama tierna de botón de oro.

Nota: Estado joven del tallo en donde se observa que está cubierta de vellosidades.

Fotos: Brayan Andrés Rojas y Diana Katerin Salazar

Hojas

Son simples, alternas y pecioladas, que van de 7 a 25 cm de largo por 4 a 20 cm de ancho. Tienen una terminación en punta, están divididas en tres o cinco lóbulos y poseen un borde dentado. La parte infe-

rior de la hoja —envés— está cubierta de vellosidades y la parte superior —haz— presenta puntos glandulares (Zabala-Laguna, 2021).

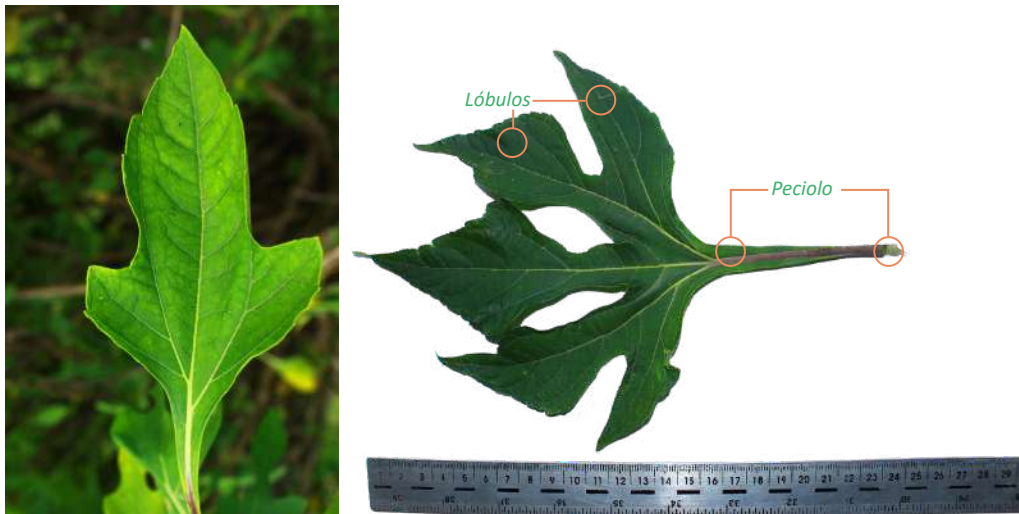


Figura 43. Estructura de la hoja de botón de oro.

Nota: Longitud aproximada y estructura de la hoja, en la que se observa la coloración, lóbulos y bordes que presenta.

Fotos: Brayan Andrés Rojas y Diana Katerin Salazar



Figura 44. Estructura de la parte superior e inferior de la hoja de botón de oro.

Nota: Cara superior (haz), que presenta puntos glandulares, y cara inferior de la hoja (envés), cubierta de vellosidades.

Fotos: Brayan Andrés Rojas y Diana Katerin Salazar

Flor, fruto y semilla

Sus flores se encuentran agrupadas en inflorescencias denominadas capítulos, que tienen un tamaño aproximado de 5 a 15 cm de diámetro; éstas tienen dos tipos florales: las flores periféricas —o liguladas— y las centrales —o tubulares—. Su fruto es un aquenio —es decir, que contiene una sola semilla y cuya envoltura externa no está unida a la misma—, cuya

forma es alargada —oblonga—, de aproximadamente 6 mm de largo y cubierto de pelillos. Sus semillas son pequeñas, livianas y abundantes, con un diámetro de aproximadamente 2,9 mm; sin embargo, generalmente presentan una baja viabilidad y rendimiento para su propagación (Zabala-Laguna, 2021).



Figura 45. Desarrollo fenológico desde la formación de la flor hasta las semillas.

Nota: Etapas de desarrollo fenológico, en las que se observa la formación del botón floral, la flor, el fruto y las semillas de botón de oro. Este proceso puede durar entre 37 y 49 días.

Fotos: Brayan Andrés Rojas y Diana Katerin Salazar



Figura 46. Inflorescencia de botón de oro.

Nota: Inflorescencia de botón de oro de coloración amarilla brillante, de aproximadamente 11,5 cm de diámetro, así como tipos de flores que presenta.

Fotos: Brayan Andrés Rojas y Diana Katerin Salazar



Figura 47. Infrutescencia que contiene los frutos de botón de oro.

Nota: Cabezuela (infrutescencia) de aproximadamente 5 cm de diámetro, que contiene los frutos (aquenio) de botón de oro.

Fotos: Brayan Andrés Rojas y Diana Katerin Salazar



Figura 48. Cabezuela con semillas de botón de oro.

Nota: Cabezuela de aproximadamente 5 cm de diámetro, que contiene las semillas de botón de oro.

Fotos: Brayan Andrés Rojas y Diana Katerin Salazar



Figura 49. Semillas de botón de oro.

Nota: Semilla de botón de oro de aproximadamente 1,5 cm de longitud y semillas totales que contiene una cabeza.

Fotos: Brayan Andrés Rojas y Diana Katerin Salazar

La forma de su raíz se encarga del anclaje, absorción y almacenamiento de nutrientes. Dependiendo de su forma de propagación, esta puede ser pivotate —raíz que crece verticalmente hacia abajo— cuando es sexual y adventicia —son gruesas, carnosas y de gran vigor, que penetran según el nudo en que se originen— cuando es asexual (Zabala-Laguna, 2021).

DISTRIBUCIÓN

Se puede encontrar desde el nivel del mar hasta los 2.500 m s. n. m., con una precipitación anual de 800 a 5.000 mm. Está distribuida en diferentes tipos de

suelo y también tolera condiciones de acidez y baja fertilidad, por lo que crece en suelos adversos o fracturados (Zabala-Laguna, 2021).

COMPOSICIÓN NUTRICIONAL

El botón de oro es considerado un arbusto multipropósito debido a que contiene un alto valor nutricional y aporta proteína, minerales y carbohidratos solubles, por lo cual es adecuado para alimenta-

ción de animales como rumiantes, aves, conejos y cuyes; además, posee una alta digestibilidad de materia seca y alta fermentabilidad (Quiñones et al., 2020).

Tabla 6. Composición nutricional en dos edades de corte mediante la técnica de espectroscopia de reflectancia en infrarrojo cercano (NIRS)

Componente	Unidad	Edad de corte (días)		
		45	60	75
Biomasa (por arbusto)	kg	0,76	2,1	3,7
Materia seca	% alimento	11,7	12,9	13
Proteína cruda	% MS	28,1	27,2	23
Fibra detergente neutro	% MS	31,3	33,1	37
Fibra detergente ácido	% MS	14	14,9	18
Hemicelulosa	% MS	17,3	18,2	19
Lignina	% MS	1,57	1,68	3
Extracto etéreo	% MS	1,9	1,88	1,9
Energía bruta	Mkal.kg-1 MS	4,14	4,15	4,1
Energía neta de lactancia	Mkal.kg-1 MS	1,62	1,6	1,5
Cenizas	g/kg MS	15,2	14,7	14
Calcio	g/kg MS	1,71	1,39	1,4
Fósforo	g/kg MS	0,36	0,35	0,3
Taninos totales	g.kg-1 MS	4,54	4,88	5,07
Saponinas	g.kg-1 MS	6,7	9,61	8,9

Fuente: Cardona et al. (2022)

Nota: Especies arbustivas con potencial forrajero en el trópico altoandino. Estado nutricional indicado según estudios realizados en el C. I. Obonuco.

MÉTODOS DE PROPAGACIÓN

Sexual (semillas): Para este tipo de propagación se toman las semillas de plantas adultas luego de la floración, las cuales deben tener más de 4 meses de edad. Aunque por este método se logra un desarrollo de las raíces mucho más rápido y vigoroso que por estacas, el porcentaje de viabilidad y rendimiento para su propagación es bajo.

Asexual (esquejes): Este método se realiza por medio de estacas, las cuales se toman directamente de la planta cuando esta llega a su punto ideal de corte. Lo más recomendable para su propagación es tomar material vegetativo proveniente de plantas jóvenes sin florecer, consistente en tallos de 30 a 50 cm de longitud aproxima-

damente, con 1 a 2,5 cm de diámetro y 4 a 7 nudos (Zabala-Laguna, 2021).

Se tiene que realizar un corte diagonal por encima de la yema de la planta y por debajo de la yema de la estaca, que evita que la estaca se pudra o pierda sus componentes. La siembra en campo se realiza de manera vertical o de manera horizontal —acostada, lo que brinda una mayor capacidad de brotación—, y desde un 1cm de profundidad. Sin embargo, se ha demostrado que cuando se siembra aproximadamente a unos 15 cm por debajo del suelo, su crecimiento y biomasa son mayores (Zabala-Laguna, 2021).

OBTENCIÓN DE MATERIAL VEGETAL

Se debe seleccionar la planta que se encuentre en las mejores condiciones: al-

tura óptima, sin daños fitosanitarios y sin daño mecánico.



50.



51.

Figura 50. Planta en mejores condiciones para propagación por estacas.

Nota: Planta vigorosa, con buen desarrollo y en buen estado.

Figura 51. Planta en malas condiciones y no viable para propagación por estacas.

Nota: Planta con mal desarrollo, poco follaje y en malas condiciones.

Fotos: Brayan Andrés Rojas y Diana Katerin Salazar

Las estacas pueden tomarse de la sección basal, media o punta del tallo; sin embargo, estudios demuestran que la parte central alcanza mayor porcentaje de germinación, seguida de la sección punta y, en menor porcentaje, la sección basal (Iriban et al., 2022).



Figura 52. División de la planta y ubicación del sitio más adecuado para extraer la estaca.

Nota: División de la planta en parte alta, media y baja, para mostrar la parte adecuada para la extracción de material vegetal.

Fotos: Brayan Andrés Rojas y Diana Katerin Salazar

El diámetro adecuado para obtener la estaca va entre 1 a 2,5 cm, y el corte se realiza en diagonal —bisel— por encima y por debajo del nudo de la rama.



Figura 53. Diámetro del tallo apto para obtención de material vegetal.

Nota: Medición del diámetro del tallo de botón de oro con pie de rey.

Fotos: Brayan Andrés Rojas y Diana Katerin Salazar



Figura 54. Ubicación y forma correcta de realizar el corte para la extracción de material vegetal.

Nota: Corte en diagonal (bisel) por encima del nudo al cortar la rama de la planta y corte por debajo del nudo de la estaca.

Fotos: Brayan Andrés Rojas y Diana Katerin Salazar



Figura 55. Rama cortada de la parte media del individuo de botón de oro.

Nota: Rama cortada y extraída de la parte media de la planta de botón de oro.

Fotos: Brayan Andrés Rojas y Diana Katerin Salazar



Figura 56. Corte de brotes y hojas para la limpieza de la rama.

Nota: Corte de brotes y hojas hasta tener una rama completamente limpia y lista para la obtención de la estaca.

Fotos: Brayan Andrés Rojas y Diana Katerin Salazar

La estaca debe tener aproximadamente entre 30 a 50 cm de longitud (4 a 7 nudos dependiendo de la distancia entre estos), esto con el fin de que brote gran cantidad de ramas.



Figura 57. Longitud y número de nudos adecuados de la estaca para la propagación del botón de oro.

Nota: Estaca extraída con una longitud de aproximadamente 31 cm y 6 nudos.

Fotos: Brayan Andrés Rojas y Diana Katerin Salazar



Colla negra

(*Smallanthus pyramidalis* T.)

CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

Tabla 7. Organización por taxones para colla negra

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Asterales
Familia	Asteraceae
Género	<i>Smallanthus</i>
Especie	<i>Smallanthus pyramidalis</i> T.

Fuente: Elaboración propia

MORFOLOGÍA

Esta especie es considerada un arbusto que posee una copa con forma piramidal, que mide entre 3 y 6 metros; sin embargo, se han encontrado individuos que miden hasta 15 metros de altura.



Figura 58. Individuo y características de colla negra.

Nota: Individuo el que se puede observar altura promedio, copa, coloración, forma y coloración de las hojas y flores.

Fotos: Brayan Andrés Rojas y Diana Katerin Salazar

Tallo

Sus tallos son rectos, cilíndricos y huecos. En estado joven o tierno posee vellosidades, que se pierden a medida que la planta madura.



Figura 59. Tallo de colla negra desde estado joven hasta estado maduro.

Nota: Cambio del tallo desde el estado joven hasta el estado maduro o leñoso. Se puede observar que en estado joven el tallo está cubierto de vellosidades.

Fotos: Brayan Andrés Rojas y Diana Katerin Salazar



Figura 60. Parte interna del tallo de colla negra.

Nota: Parte interna del tallo; se puede observar que es hueco.

Fotos: Brayan Andrés Rojas y Diana Katerin Salazar

Hojas

Son simples, pecioladas y opuestas, con borde dentado, acuminadas en el ápice —terminación en punta— y redondeada en la base, lo que hace que tenga forma

de corazón. Su longitud varía entre 20 y 50 cm de longitud, con una coloración verde claro y cubierta de vellosidades (Mendoza, 2022).



Figura 61. Estructura de la hoja de colla negra.

Nota: Longitud aproximada, estructura, borde, forma y coloración de la hoja.

Fotos: Brayan Andrés Rojas y Diana Katerin Salazar



Figura 62. Estructura de la parte superior e inferior de la hoja de colla negra.

Nota: Nervadura de la cara superior e inferior de la hoja; se pueden observar las pequeñas vellosidades que la cubren.

Fotos: Brayan Andrés Rojas y Diana Katerin Salazar

Flor, fruto y semilla

Sus flores se encuentran agrupadas en inflorescencias racemosas que miden de 2 a 3 cm de diámetro, las cuales poseen flores periféricas —o liguladas— amarillas y centrales —o tubulares— de colores verde y amarillo. El fruto, llamado aquenio, mide aproximadamente 3,7 mm x 2,5 mm de diámetro, tiene forma elip-

soidal de color café oscuro, cuenta con epidermis lisa y endocarpio sólido; además, se caracteriza por el libre desprendimiento del pericarpio con un leve frote o roce. La semilla tiene forma de pirámide, mide entre 2 y 2,5 mm, con coloración marrón oscuro (Mendoza, 2022).

Floración

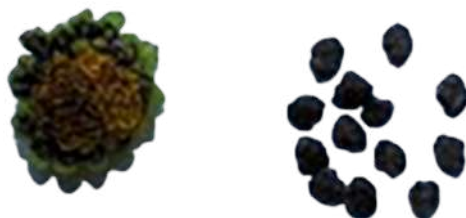


Figura 63. Desarrollo fenológico desde la formación de la flor hasta las semillas.

Nota: Etapas de desarrollo fenológico, en las que se observa la formación del botón floral, la flor, el fruto y las semillas de colla negra.

Fotos: Brayan Andrés Rojas y Diana Katerin Salazar

Fructificación



Secado del Fruto



Figura 64. Inflorescencia racemosa de colla negra.

Nota: Inflorescencia racemosa de colla negra, con longitud aproximada de 11 cm y flores de color amarillo.

Fotos: Brayan Andrés Rojas y Diana Katerin Salazar





Figura 65. Inflorescencia de colla negra.

Nota: Inflorescencia de colla negra color amarillo de aproximadamente 3 cm de diámetro y tipos de flores que presenta.

Fotos: Brayan Andrés Rojas y Diana Katerin Salazar



Figura 66. Infrutescencia que contiene el fruto maduro (aquenio) de colla negra.

Nota: Infrutescencia que contiene los frutos maduros, denominados aquenios, de aproximadamente 5mm de diámetro, con forma elipsoidal y de coloración café oscuro.

Fotos: Brayan Andrés Rojas y Diana Katerin Salazar



Figura 67. Infrutescencia que contiene el fruto maduro (aquenio) de colla negra.

Nota: Infrutescencia que contiene los frutos maduros, denominados aquenios, de aproximadamente 5mm de diámetro, con forma elipsoidal y de coloración café oscuro.

Fotos: Brayan Andrés Rojas y Diana Katerin Salazar



Figura 68. Semillas de colla negra.

Nota: Semilla de colla negra con forma piramidal y coloración marrón oscuro, de aproximadamente de 3 mm.

Fotos: Brayan Andrés Rojas y Diana Katerin Salazar

DISTRIBUCIÓN

Es propia de la zona altoandina de Colombia y se encuentra a una altura entre los 2.000 y 3.000 m s. n. m.; está distribuida desde el Perú hasta Venezuela. En el país se encuentra a lo largo de la cordi-

llera Central y Oriental, en bosque muy húmedo y húmedo montano bajo; se desarrolla a orillas de diferentes cuerpos de agua y espacios con vegetación perturbada (AGROSAVIA, 2020).

COMPOSICIÓN NUTRICIONAL

La colla negra es considerada un arbusto multipropósito, que es muy utilizado para forraje puesto que cuenta con un alto potencial de aceptabilidad para ali-

mentación animal, principalmente ganado. Además, es una especie utilizada para reforestación de cuencas y control de erosión (Quiñones et al., 2020).

Tabla 8. Composición nutricional en tres edades de corte mediante la técnica de espectroscopia de reflectancia en infrarrojo cercano (NIRS)

Componente	Unidad	Edad de corte (días)		
		60	60	75
Biomasa forraje verde (por arbusto)	kg	1,9	3,11	6,9
Materia seca (MS)	% alimento	12,2	15,6	15,7
Proteína cruda (PC)	% MS	23,4	19,7	18,42
Fibra detergente neutro (FDN)	% MS	34,2	34	34,6
Fibra detergente ácido (FDA)	% MS	13,9	12,9	12,2
Hemicelulosa	% MS	20,3	21,1	22,4
Lignina	% MS	2,4	2,6	2,6
Extracto etéreo (EE)	% MS	3,0	3,0	3,2
Energía bruta (EB)	Mkal.kg-1 MS	4,2	4,1	4,1
Energía neta de lactancia (ENL)	Mkal.kg-1 MS	1,5	1,4	1,4
Cenizas	g/kg MS	12,2	13,1	12,6
Calcio (C)	g/kg MS	1,0	1,0	0,9
Fósforo (P)	g/kg MS	0,4	0,4	0,4
Taninos totales	g.kg-1 MS	10,83	11,4	13,55
Saponinas	g.kg-1 MS	10,09	12,79	13,89

Fuente: Cardona et al. (2022)

Nota: Especies arbustivas con potencial forrajero en el trópico altoandino. Estado nutricional indicado según estudios realizados en el C. I. Obonuco.

MÉTODOS DE PROPAGACIÓN

Sexual (semillas): Hasta el momento no se ha definido un método de reproducción sexual para esta especie debido a su escasa información, sin embargo, se pueden tomar en cuenta métodos propuestos para semillas de otras especies. En general, se toman los frutos y se los expone al sol por 2 días; posteriormente, se extraen las semillas y se ponen en un recipiente con agua por 3 días. Finalmente, se siembran en un semillero hasta que las plántulas estén listas para ser trasplantadas.

Asexual (esquejes): Este método consiste en cortar brotes, ramas o raíces de la planta, las cuales se pueden tratar con un enraizante para obtener una mayor emisión de raíces y brotes en la parte aérea, y así tener una planta nueva en condiciones óptimas. En este caso, el material vegetal se obtiene de aquellas ramas maduras que corresponden a zonas basales de la misma, debido a que la garantía de prendimiento es mayor (Mendoza, 2022).

OBTENCIÓN DE MATERIAL VEGETAL

Seleccionar una planta adulta, de buen rendimiento y que se encuentre en las

mejores condiciones: altura óptima, sin daños fitosanitarios ni mecánicos.



Figura 69. Planta en buenas condiciones para la extracción de material vegetal.

Nota: Planta vigorosa, con buen desarrollo y en buen estado.

Fotos: Brayan Andrés Rojas y Diana Katerin Salazar

Figura 70. Planta en malas condiciones para la extracción de material vegetal.

Nota: Planta con mal desarrollo, poco follaje y en malas condiciones.

Fotos: Brayan Andrés Rojas y Diana Katerin Salazar

La estaca que se utiliza se debe tomar de la zona basal, de una rama madura que se corta de la parte media de la planta seleccionada.



Figura 71. División de la planta y ubicación del sitio más adecuado para extraer la estaca.

Nota: División de la planta en parte alta, media y baja, para mostrar la parte adecuada extracción de material vegetal.

Fotos: Brayan Andrés Rojas y Diana Katerin Salazar

El diámetro adecuado para la obtención de la estaca es entre 2 y 3 cm, y el corte se realiza en bisel por encima de la yema de la rama y por debajo del nudo de la estaca, para evitar que el agua se acumule en las estacas y, con ello, evitar la pudrición

de los fragmentos que se desea propagar; esto ocurre debido a que, al presentar tallos huecos, la acumulación de agua lluvia o de riego es fácil. Debido a esta situación, es indispensable realizar una buena extracción en esta especie.



Figura 72. Diámetro adecuado para la extracción de la estaca.

Nota: Medición del diámetro del tallo de botón de oro con pie de rey.

Fotos: Brayan Andrés Rojas y Diana Katerin Salazar



Figura 73. Ubicación y forma correcta de realizar el corte para la extracción de material vegetal.

Nota: Corte en diagonal (bisel) por encima del nudo al cortar la rama de la planta y corte por debajo del nudo de la estaca.

Fotos: Brayan Andrés Rojas y Diana Katerin Salazar



Figura 74. Rama cortada de la parte media del individuo de colla negra.

Nota: Rama cortada y extraída de la parte media de la planta de colla negra.

Fotos: Brayan Andrés Rojas y Diana Katerin Salazar



Figura 75. Corte de brotes y hojas para la limpieza de la rama.

Fotos: Brayan Andrés Rojas y Diana Katerin Salazar



Figura 76. Rama totalmente limpia y lista para extracción de la estaca.

Nota: Rama cortada y extraída de la parte media de la planta de colla negra.

Fotos: Brayan Andrés Rojas y Diana Katerin Salazar

La estaca que se utiliza se debe tomar de la zona basal, de una rama madura que se corta de la parte media de la planta seleccionada.



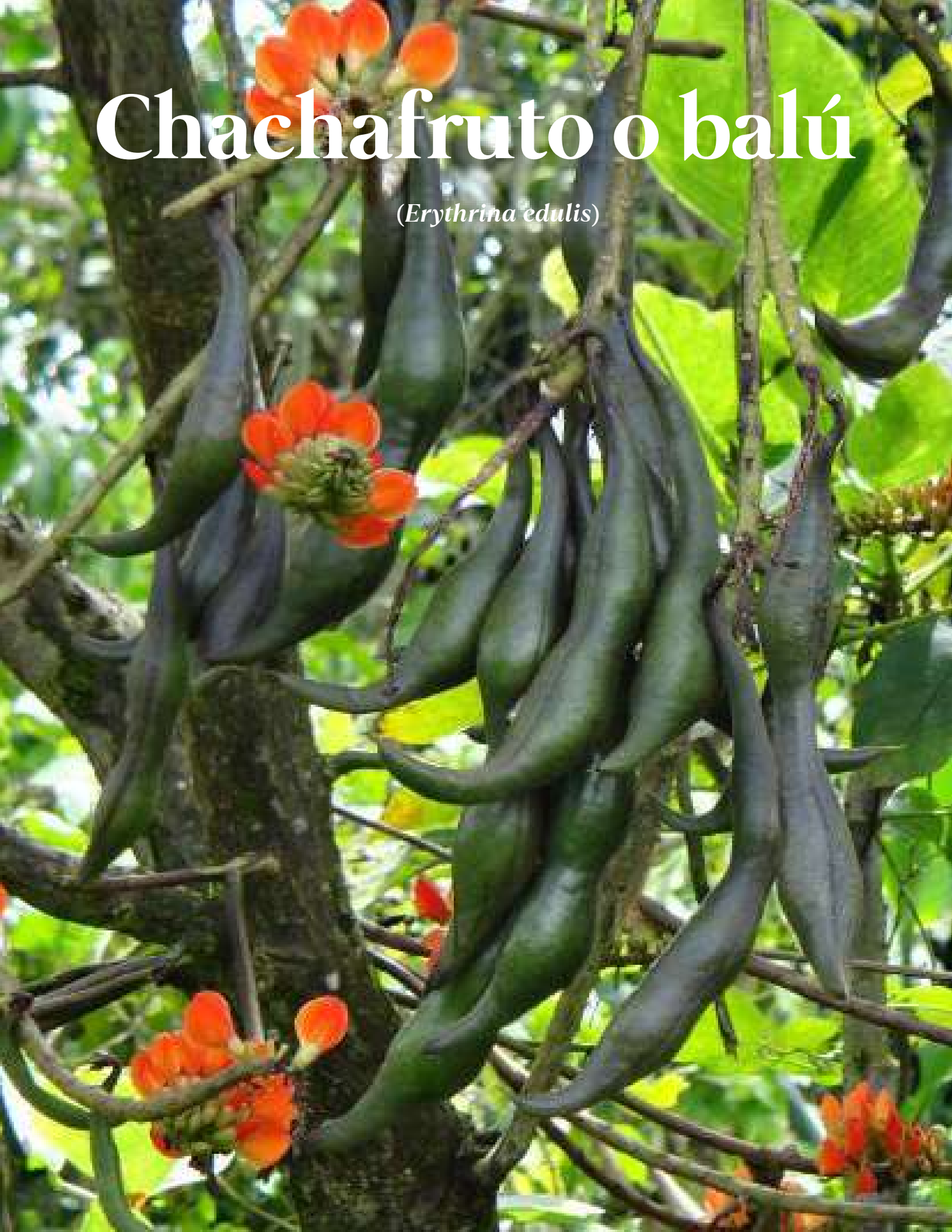
Figura 77. Medida adecuada para la obtención de estacas de colla negra.

Nota: Estaca extraída con una longitud de aproximadamente 40 cm y 6 nudos.

Fotos: Brayan Andrés Rojas y Diana Katerin Salazar

Chachafruto o balú

(*Erythrina edulis*)



CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

Tabla 9. Organización por taxones para chachafruto o balú	
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Fabales
Familia	Fabales
Género	<i>Erythrina</i>
Especie	<i>Erythrina edulis</i>
Fuente: Elaboración propia	

MORFOLOGÍA

Tallo y copa

Las especies que pertenecen a este género generalmente presentan un tallo leñoso con pequeñas espinas y/o aguijones, observándose las mismas características morfológicas en sus ramificaciones secundarias (Inciarte et al., 2015; Boni-

lla-Sánchez, 2014; Velásquez-Holguín et al., 2019). Así mismo, su copa es redonda, con un diámetro de más de 6 metros, y su tallo en individuos de árboles adultos llega a presentar un diámetro de más de 60 cm (Bonilla-Sánchez, 2014).



Figura 78. Morfología de tallo y copa del árbol de chachafruto (finca Bellavista, Sibundoy, Putumayo). a. Textura del tronco y ramas secundarias; b. Vista a la copa del árbol.

Fotos: Mariana Tobar Velasco

Hojas

Los árboles pertenecientes a esta especie son de hoja caduca (Velásquez-Holguín et al., 2019). Las características de las hojas son alternas, pinnadas, trifoliadas y con estipulas, llegan a medir más de 25

cm de largo por 20 cm de ancho, y tienen forma de triángulo y terminación puntiaguda con un borde entero (Bonilla-Sánchez, 2014; Cardona, 2012).

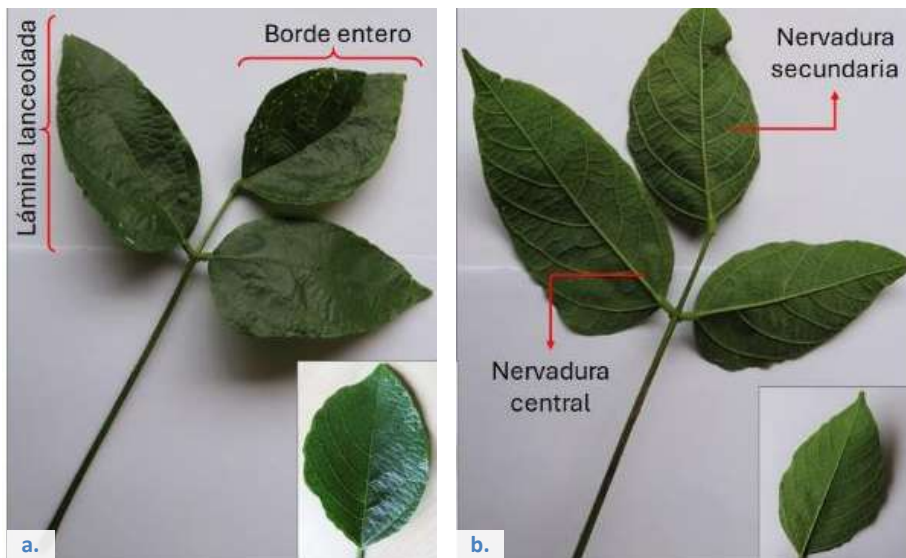


Figura 79. Morfología foliar.

Nota: Características de la hoja.

a. Haz de la hoja;
b. Envés de hoja.

Fotos: Yuberlly Marisol Mancera

Flores

Las inflorescencias de esta especie son fasciculadas y se disponen en racimos terminales cónicos —28 a 40 cm de longitud— de colores rojizo y naranja (Sánchez-Chero et al., 2019). La forma del cá-

liz de la flor es acampanada, con pétalos expuestos. La flor es de color naranja, tiene usualmente más de tres o cuatro pétalos y nueve estambres (Avendaño & Castillo, 2014).

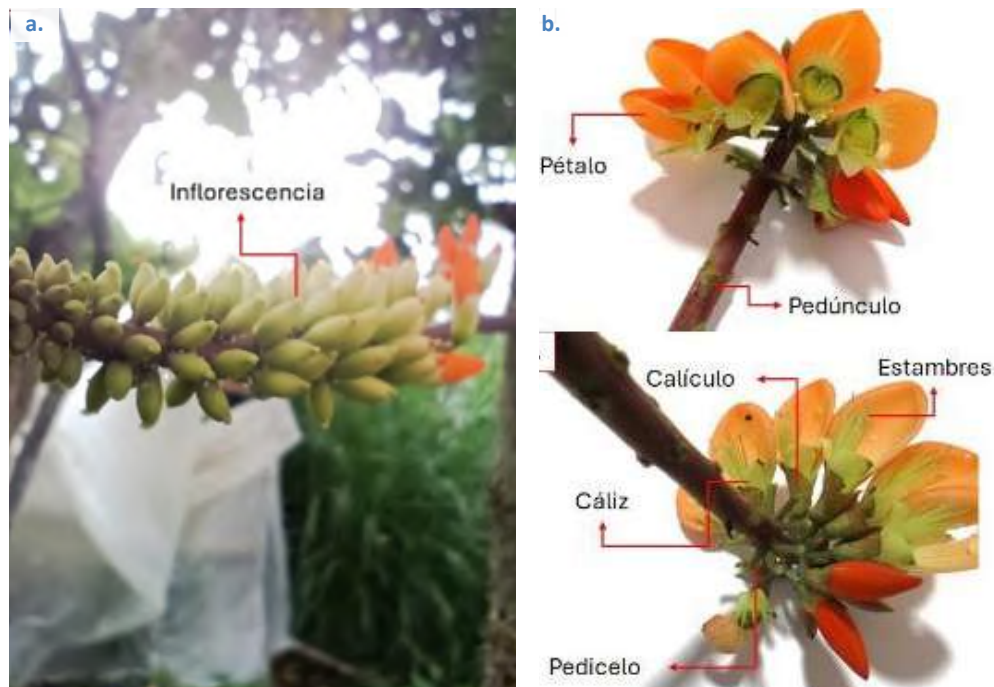


Figura 80. Inflorescencia y morfología de flor.

a. Morfología inflorescencia.
b y c. Partes de la flor.

Fotos: Mariana Tobar Velasco y Yuberlly Marisol Mancera

Frutos y semillas

Los frutos de esta especie son legumbres con forma de estípite en su interior y con semillas ovaladas, sub-reiniformes de color rojo, naranja o rojo con negro (Inciarte et al., 2015). Se reporta que sus frutos tienen un alto valor proteico y nutricional. La producción de frutos para este género es hasta los tres años, estabilizan-

do su producción a los seis años (Aguilar, 2020). La formación de flor a legumbre se da aproximadamente a los 65 días; luego, estas legumbres o vainas pueden llegar a tener entre una y doce semillas con forma de riñón en su interior (Bastidas & Ciclos, 2020).



Figura 81. Características morfológicas del fruto y la vaina.

Fotos: Margarita Tobar Velasco

DISTRIBUCIÓN

Si bien el género de *Erythrina* se puede considerar como cosmopolita debido a que hay varias de sus especies que se encuentran en países de África, América Latina e incluso Asia, la especie *Erythrina edulis* se reporta en el trópico americano, más exactamente en la región de los Andes de países como Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela (Inciarte et al., 2015). El rango altitudinal donde se desarrolla

el chachafruto o balú está por encima de los 1.000 m s. n. m. y hasta los 2.600 m s. n. m., con un requerimiento hídrico entre los 1.500 y 2.000 mm de precipitación por año y una adaptación a temperaturas entre 10 °C y 25 °C (Inciarte et al., 2016). Es importante destacar que *Erythrina edulis* no se adapta a periodos prolongados secos o heladas constantes.

COMPOSICIÓN NUTRICIONAL

Tabla 10. Composición nutricional a través de tres edades de corte mediante la técnica de espectroscopia de reflectancia en infrarrojo cercano (NIRS)

Componente	Unidad	Resultado
Materia seca	% alimento	21,67
Proteína cruda	% MS	21,49
Fibra detergente neutro	% MS	50,01
Fibra detergente ácido	% MS	28,07
Energía neta de lactancia	MKcal.kg-1 MS	1,34
Hemicelulosa	% MS	21,94
Calcio	g/kg MS	1,3
Fósforo	g/kg MS	0,25
Taninos totales	g.kg-1 MS	12,92
Saponinas	g.kg-1 MS	12,81

Fuente: Elaboración propia

MÉTODOS DE PROPAGACIÓN

Para propagar esta especie se puede realizar mediante método sexual —o por semilla— y a través de propagación de estacas, injertos e, incluso, a través de cultivos de tejidos, como se reporta en algunos estudios.

Por semilla: Se deben recolectar las vainas que estén maduras y se dejan secar en un

ambiente sombrío, luego se abre la vaina y se escogen las semillas que tengan un tono marrón (Bonilla-Sánchez, 2014). Estas se pueden almacenar en un sitio seco por varios días, y luego de esto se escoge el sustrato inicial o definitivo para realizar la siembra a una profundidad de más de 3 cm. Hecho lo anterior, se espera a que a los pocos días germine la planta.



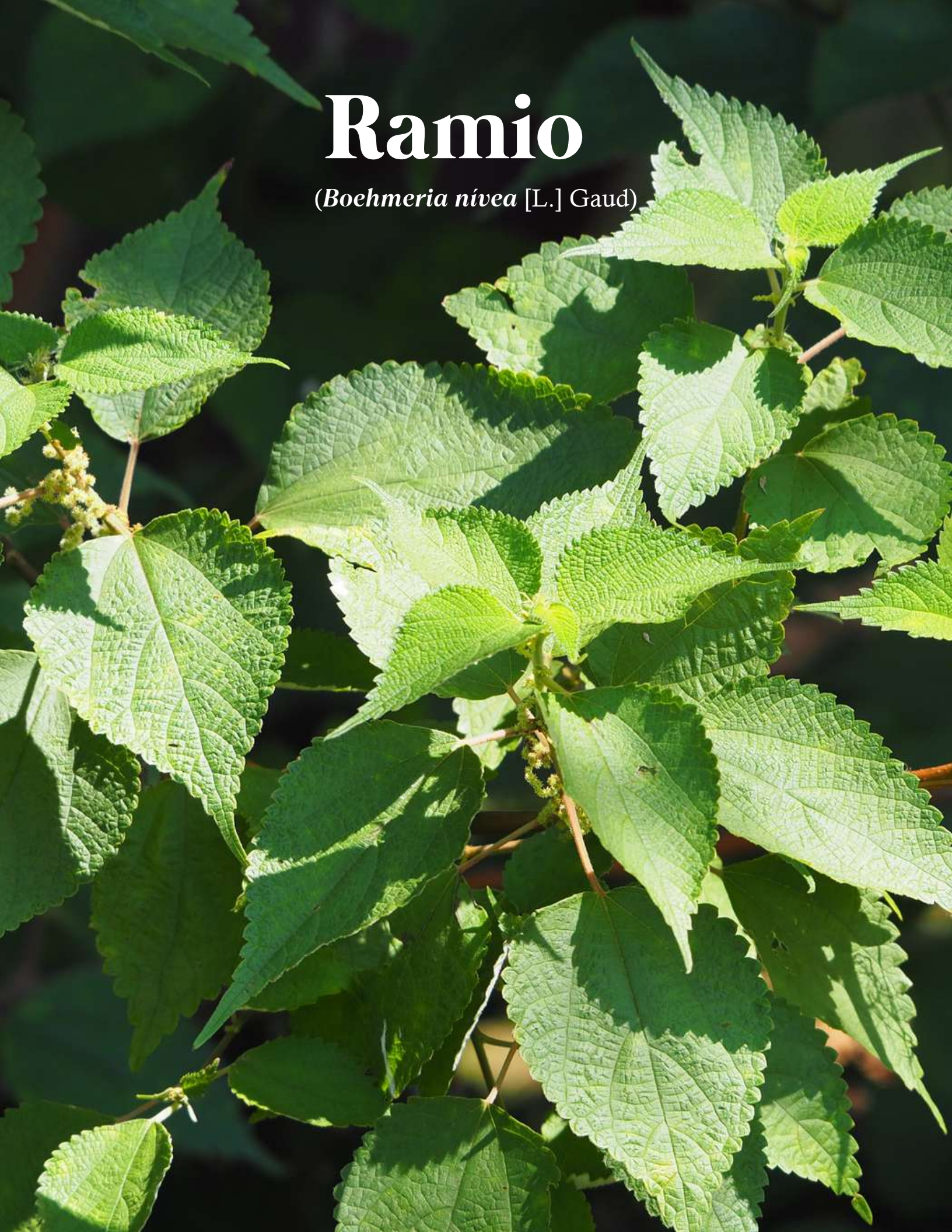
Figura 82. Aspecto de fruto, vaina, semillas y germinación de semillas

Foto: Pedro Pablo Bacca

Estaca: Deben cortarse de ramas sanas, vigorosas y maduras, con posterioridad a la producción de frutos del árbol. La obtención de la estaca debe realizarse en bisel mediante un corte en la parte media, y que tenga una coloración café-verdosa. Luego de la disposición de las estacas, se espera que después de 40 días aparezca el primer rebrote (Cay-sahuana, 2015).

Ramio

(*Boehmeria nivea* [L.] Gaud)



CLASIFICACIÓN

Tabla 11. Organización por taxones para ramio

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Rosales
Familia	Urticaceae
Género	<i>Boehmeria</i>
Especie	<i>Boehmeria nivea</i>

Fuente: Elaboración propia

MORFOLOGÍA

Tallo

En relación con este aspecto morfológico de la especie *Boehmeria nivea* (L.) Gaud, como lo describe Singh (1996):

Es una planta de naturaleza perenne, que produce un gran número de tallos rectos y delgados, estos tallos crecen hasta una longitud de unos 150 a 200 cm, con un diámetro de 12 a 20 mm, dependiendo de las condiciones de crecimiento. El brote consta de varias popas, seriadas largas y cortas, cada una llamada 'caña' (p. 4).

Así mismo, Salazar (2010) menciona:

Estos crecen cilíndricamente, generan brotes cuando son cosechados durante el periodo de crecimiento, lo cual permite realizar varios cortes al año. En su madurez, los tallos se encuentran constituidos por el peridermis, una pared externa y gruesa formada por 6 estratos de células secas que protegen exteriormente al tallo (p. 18).

Sus tallos son epigeos, de color verde cuando son jóvenes —son semileñosos— y de color amarillo cuando maduran (Agro Colombiano, 2014).



Figura 83. Aspecto morfológico general de la planta y su tallo.

Fotos: Yuberlly Marisol Mancera

Hojas

Con respecto a la morfología de las hojas, estas son alternas, ovaladas, acuminadas y dentadas (Benavides et al., 2010), anchas, acorazonadas, que tienen un ancho de 5 a 15 cm. Las hojas de *Boehmeria nivea*

son verdes por el haz y blanquecinas por el envés (Guevara & García, 2015) debido a la pubescencia y/o vellosoidad, que genera una apariencia de terciopelo.

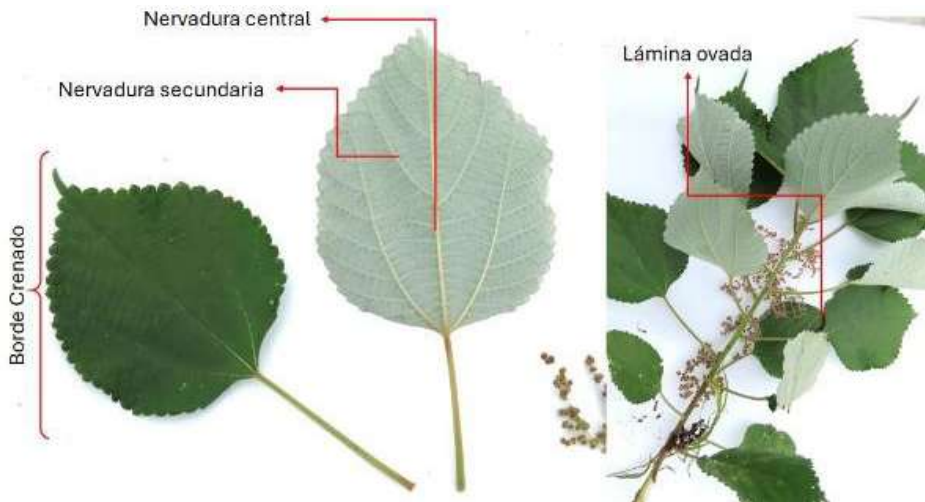


Figura 84. Morfología foliar.

Fotos: Yuberlly Marisol Mancera

Flores

Se caracteriza por tener una

(...) inflorescencia unisexual y monoica en forma de panículas axilares, flores examinadas, presentes en la parte baja del tallo o debajo de las flores pistiladas, tubulares, con 1, 2 o 4 sépalos persistentes; el cáliz envuelve al fruto (aquenio); ovario con un óvulo (Benavides et al., 2010, p. 50).

Las flores del ramio, que aparecen como pequeñas inflorescencias verdes, también pueden ser rojas o amarillas —dependiendo de la especie— y se encuentran dispuestas en panojas que se originan en los nudos superiores del tallo (Salazar, 2010, p. 15).



Figura 85. Disposición y estructura de la flor.

Fotos: Yuberlly Marisol Mancera

Frutos

Los frutos del Ramio son pequeños y numerosos, de forma ovalada, con muchas semillas de color amarillo, fusiformes, pilosas y que por lo general se encuentran encerradas permanentemente en el cáliz. Un fruto puede llegar a producir 50 g de semillas fértiles con alto poder genera-

tivo, donde cada gramo llega a contener hasta 7.000 semillas (Salazar, 2010, p. 18).

Su fruto es un aquenio tipo fruto seco con muchas semillas de color amarillo pardo, de 1mm de ancho, que tienen forma de pera (Guevara & García, 2015, p. 10).

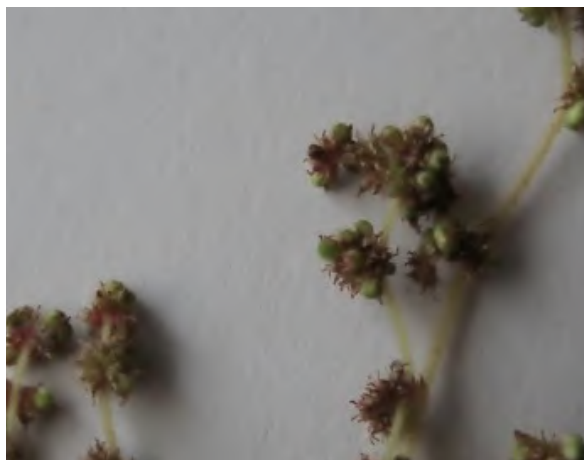


Figura 86. Características de la semilla.

Fotos: Yuberlly Marisol Mancera

DISTRIBUCIÓN

Según Boschini y Rodríguez (2002), el ramio es una planta originaria de la zona subtropical de China. Es una especie dicotiledónea anual perteneciente a la familia Urticácea, con un porte herbáceo de 1,5 a 2 m de altura (Campos et al. 1995a). En el trópico de Centro y Sur América se ha adaptado de manera excelente, especialmente en zonas con altitudes entre 200 y 1.800 m s. n. m., y con temperaturas de 17,5 °C a 28 °C (p. 2).

Se produce en climas tropicales y subtropicales, con suelos permeables. Requiere de lluvias constantes y uniformes a lo largo del ciclo vegetativo para su crecimiento. La precipitación favorable es de 2.500 a 3.000 mm anuales (Elizondo & Boschini, 2002; Salazar, 2010).

MÉTODOS DE PROPAGACIÓN

El método de propagación de esta especie es sexual y asexual. De esta manera lo describen Pérez et al. (2018):

El ramio se produce mediante rizomas, estacas y/o semillas. La propagación por semillas no es la más conveniente, ya que las pequeñas plántulas muestran un lento crecimiento desde la implantación hasta el primer corte (100 a 120 días); por rizomas, en cambio, el tiempo de crecimiento en el mencionado periodo es significativamente menor (70 a 90 días) (p. 399).

Los rizomas se deben cortar en trozos de 10 a 15 cm de longitud, colocar en surcos de 10 a 12 cm de profundidad y tapar adecuadamente (Elizondo & Boschini, 2002).

Sauce llorón

(*Salix humboldtiana*)



CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

Tabla 12. Organización por taxones para sauce llorón

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Malpighiales
Familia	Salicaceae
Género	<i>Salix</i>
Especie	<i>Salix humboldtiana</i>

Fuente: Elaboración propia

MORFOLOGÍA

Tallo y copa

Esta especie, como lo menciona Méndez, (2012), “es un árbol de gran porte de hasta 20 m de alto y diámetro de tronco de hasta más de 1 m con corteza muy rugosa” (p. 5). Así mismo, como lo describe Novoa (2019), tiene un tronco recto, ramificación irregular, ramas casi erectas, corteza ex-

terna profundamente fisurada, pardo oscura, interna rosada y muy fibrosa, grosor total del 12 a 20 mm, no se desprende después del corte del tronco, ramas delgadas, flexuosas, puberulentas, con pelos débiles y corteza rojiza en seco, las de crecimiento más joven amarillento en seco.



Figura 87. Características morfológicas de tallo y copa de sauce llorón.

Fotos: Kelly Bastidas y Deiby Albán

Hojas

Como lo describe León (2009):

Sus hojas miden 10 centímetros de largo por 8 milímetros de ancho. Son simples, alternas, su borde es aserrado y tienen forma linear. Están dispuestas en forma de hélices (helicoidales). Su textura es parecida al cuero (coriáceas) y terminan en punta (acuminada), sus dos caras son de color verde claro, sus pecíolos (ramita que une la hoja con el tallo) son acanalados y la nerviación de las hojas es poco marcada (p. 78).



Figura 88. Detalles de la hoja

Fotos: Kelly Bastidas y
Deiby Albán

Flores, fruto y semillas

En este aspecto morfológico del *Salix humbolditiana* will es importante conocer su formación estructural, que se caracteriza por su agrupación en inflorescencia masculina y femenina, como también por tener un fruto en forma redonda tipo cápsula, como a continuación describe Novoa (2019):

Inflorescencias en amentos terminales de 3-10 cm de largo ubicados en los brotes laterales, flores sin cáliz ni corola, agrupadas en las antesis unas poco más distantes en las frutas, el raquis en ángulo piloso-corto cerca de la base y con varias brácteas basales foliosas con estipulaciones reducidas, bractéolas de 1-2 mm de largo, ovadas, densamente ciliadas; pedicelos obsoletos.

Flor femenina con glándula nectarífera (1 a 2) profundamente bilobada, ca. 0,3 mm de largo ligeramente rojiza, estrechamiento del ovario glabro y elipsoidal, estilo de 0,5 -1 mm de largo, en el fruto alcanza 1 mm de longitud y semejante a los pedicelos, los estigmas 4 en 2 pares, digitados (bifidos), plumosos.

Flor masculina ubicada en la axila de una bráctea entera, amarillenta, pubescente, ovado-acuminada de 2-3 mm de largo por 0,5 mm de ancho, glándula nectarífera similar a la flor femenina, amarillenta, estallas generalmente entre 5 a 8 (14) ejercicios, filamentos desiguales de 1,5 a 3 mm de largo, pubescente en la mitad inferior, anteras amarillas subglobosas.

Fruto, capsula ovoide a elipsoidal de 4 a 6 mm de largo y 2 mm de diámetro, de color pardusco en seco, estipitado, subleñoso dehiscente entra por las dos valvas.

Semilla ca. 1 mm de largo fusiforme a trapezoidal comprimida, pequeña de 0,6-0,7mm, con pubescencia larga. (p. 5)



Figura 89. Características de la flor.

Nota: Aspecto y tamaño de la flor.

Fotos: Kelly Bastidas y Deiby Albán

DISTRIBUCIÓN

El sauce se desarrolla entre 0 y 2.800 m s. n. m., en bosque seco tropical —bs-T—, bosque húmedo premontano —bh-PM—, bosque muy húmedo premontano —bmh-PM—, bosque muy húmedo montano bajo —bmh-MB— y bosque húmedo montano bajo —bh-MB— (Mahecha et al., 2004). Tiene gran preferencia por las zonas temporalmente inundadas. Se desarrolla muy bien en suelos húmedos,

arenosos y con buen drenaje (León, 2009). *Salix humboldtiana*, es un árbol endémico de América que crece naturalmente en países como México, Guatemala, Honduras, El Salvador, Nicaragua, Belize, Costa Rica, Panamá, Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia, Brasil —algunos estados—, Paraguay, Uruguay, Chile y Argentina (Novoa, 2019).

COMPOSICIÓN NUTRICIONAL

Tabla 13. Composición nutricional en dos edades de corte mediante la técnica de espectroscopia de reflectancia en infrarrojo cercano (NIRS)

Componente	Unidad	Resultado
Materia seca (MS)	% alimento	21,65
Proteína cruda (PC)	% MS	18,9
Fibra detergente neutro (FDN)	% MS	41,46
Fibra detergente ácido (FDA)	% MS	23,17
Hemicelulosa	% MS	19,29
Energía neta de lactancia (ENL)	MKal.Kg-1 MS	1,39
Calcio (C)	g/Kg MS	1,11
Fósforo (P)	g/Kg MS	0,17
Taninos totales	g,Kg-1 MS	29,84
Saponinas	g,Kg-1 MS	26,01

Fuente: Elaboración propia

MÉTODOS DE PROPAGACIÓN

El método de propagación de esta especie se puede dar de la siguiente manera:

Sexual: Mediante la propagación de semillas de manera natural y/o por recolección y siembra de semillas.

Como lo menciona la Plataforma geoespacial de datos forestales (2024) en este método de propagación:

No se tienen tratamientos pre-germinativos, ya que no se ha observado latencia. Se deben sembrar inmediatamente dichas cápsulas de semillas después de ser colectadas a profundidad de 4 a 8 mm, ya que germinan de 15 a 20 días. La planta está lista para establecerse en campo de 6-7 meses, con alturas de 20 a 25 cm.

Asexual: Mediante estacas o esquejes de 25 a 40 cm de largo, obtenidas de una planta madre. Es efectiva y se propaga fácilmente. Sin embargo, León (2009) manifiesta:

El sauce se propaga por estacas que se recolectan en épocas de lluvia abundante. Se cortan entre los 25 y los 40 centímetros de largo, con un diámetro de 2 centímetros. Las estacas se mantienen durante 4 días en alta humedad dentro de tierra negra, con aplicación de hormonas que estimulan el enraizamiento; para esto también se aconseja utilizar el cristal de la penca de sábila como enraizante natural. Esta especie requiere abundante luz solar para su desarrollo.



Figura 90. Selección del árbol para obtención de estacas.

Nota: Identificar individuos de *Salix humboldtiana* en buenas condiciones fitosanitarias y con adecuadas características fenológicas (Osuna et al., 2017).

Fotos: Kelly Bastidas y Deiby Albán



Figura 91. Desinfección de herramienta.

Nota: Se debe realizar la desinfección de la herramienta a utilizar en el proceso de corte de estacas con solución de hipoclorito o alcohol al 70 % (Osuna et al., 2017).

Fotos: Kelly Bastidas y Deiby Albán



Figura 92. Rama primaria y secundaria. a. Corte de la rama primaria sana y vigorosa; b. Corte de rama secundaria.

Nota: Para la obtención de las estacas se deben seleccionar las ramas secundarias del árbol, puesto que estas no se encuentran ni muy leñosas ni muy tiernas.

Fotos: Kelly Bastidas y Deiby Albán

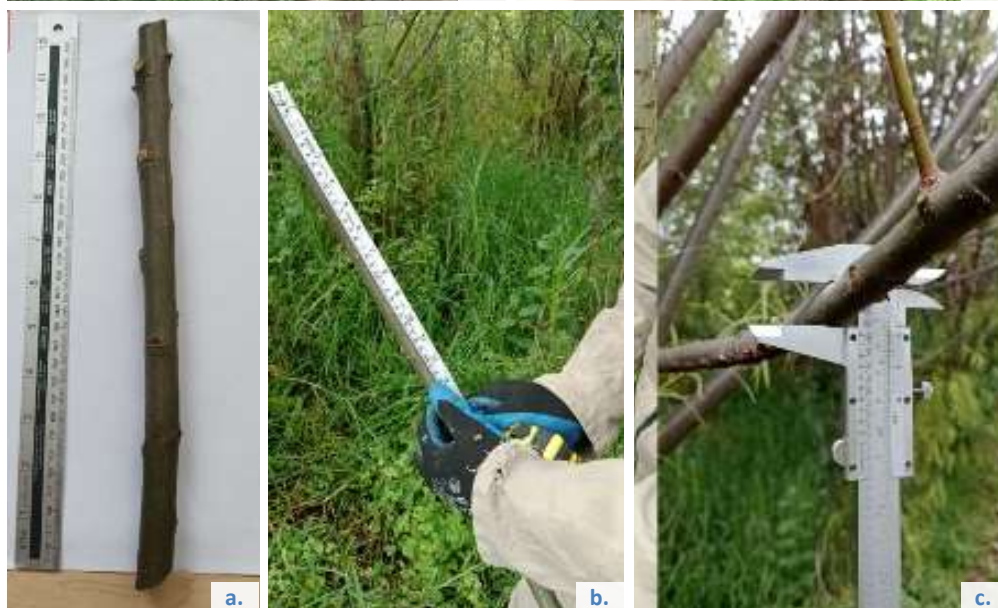


Figura 93. Corte de rama secundaria por parte del operario

Nota: Corte de rama secundaria por parte del operario.
a. Dimensión ideal de la estaca;
b. Medición de la rama (se requiere una longitud mínima de 30 cm para seccionar estaca de la rama secundaria o terciaria);
c. Medición del diámetro de la estaca (se deben cortar las estacas de 30 cm de longitud y entre 1 y 2 cm de diámetro) (Adema et al., 2022).

Fotos: Kelly Bastidas y Deiby Albán



Figura 94. Estacas con cortes en bisel

Nota: Las hojas se deben cortar y retirar para evitar pérdida de agua por transpiración. El corte de las estacas se debe realizar en bisel, a fin de evitar afectaciones fitosanitarias en las estacas y en el árbol madre (Linn Soil and Water Conservation District y Oregon Department of Agriculture, 2005, y Dumroese et al., 2009, citados por Martínez et al., 2012).

Fotos: Kelly Bastidas y Deiby Albán



Figura 95. Estacas en agua.

Nota: Se pueden colocar las estacas en agua normal durante aproximadamente 20 días para promover el desarrollo de raíces, dado que se ha encontrado un 100 % de desarrollo de las raíces bajo este método. Posteriormente, se siembran en el sustrato (Adema et al., 2022).

Fotos: Kelly Bastidas y Deiby Albán



Condiciones técnicas generales para la propagación de especies leñosas forrajeras en vivero temporal



En muchas oportunidades no se cuenta con las condiciones económicas o el área adecuada y suficiente para implementar un vivero forestal permanente, o simplemente la producción de material leñoso forrajero no será constante en el tiempo. Para atender a esta situación, a continuación se describen generalmente las actividades que se deben llevar a cabo para la producción de especies leñosas forrajeras de manera eficiente y con poco presupuesto.

El vivero temporal debe realizarse con polisombra para facilitar la aplicación de riegos adecuados y controlados mediante lluvia o de forma manual, así como el manejo de la temperatura y la radiación solar. También se puede adecuar con plástico, aunque en este caso solamente se podrán realizar riegos manuales; además, la temperatura será mucho mayor, por lo que se necesita una aplicación superior de riego.



Figura 96. Adecuación de vivero para la propagación de especies leñosas forrajeras.

Nota: La adecuación de vivero es vital para mantener condiciones controladas de factores climáticos.

Fotos: Kelly Bastidas y Deiby Albán



La obtención del material vegetal se debe realizar en horas de la mañana o de la tarde, pero no a medio día, puesto que el calor es mayor; de esta manera, se logra evitar la pérdida de agua, conservando la transpiración y evitando el secamiento de las ramas. Además, para mejorar la efectividad de este proceso, las estacas deben ser llevadas en bolsas herméticas de polietileno humedecidas.

Por ende, al llegar al sitio de destino se recomienda sacar las estacas de las bolsas y colocarlas en un balde con agua de lentejas u hormona de enraizamiento hasta el momento de realizar la siembra en bolsas, a fin de evitar su deshidratación. Las estacas deben estar en las bolsas máximo durante una semana, a fin de evitar la pudrición y la menor capacidad de brotación, tanto de la parte radicular como aérea.



Figura 97. Estacas en hidratación y hormonas de estimulación de crecimiento radicular.

Nota: Un adecuado manejo de tiempo en hidratación con enraizantes es vital para el porcentaje de brotación de estacas.

Fotos: Brayan Andrés Rojas y Diana Katerin Salazar

Por otro lado, si las estacas solamente se dejan en agua, es aconsejable utilizar materiales de fácil acceso —como sábila— para aplicar en la parte baja de la estaca al momento de la siembra en bolsas, de manera que se aumente la capacidad de prendimiento.



Figura 98. Aplicación de enraizante natural en la base de la estaca.

Nota: La aplicación de sábila es un método natural utilizado para enraizar esquejes.

Fotos: Brayan Andrés Rojas y Diana Katerin Salazar

Para elaborar el compuesto utilizado para el llenado de bolsas se aconseja utilizar una mezcla de 3 partes de tierra negra —debido a que presenta una buena estructura y contiene algunos nutrientes adecuados para su desarrollo—, 2 partes de compuestos descompactadores —como arena o cascarilla de arroz, entre otros— y una parte de abono orgánico —como lombricompost, cuyasa o porquinasa, entre otros— o abonos químicos —que entre sus componentes principales deben presentar nitrógeno, fósforo y potasio— para una adecuada nutrición del nuevo ejemplar.



Figura 99. Cantidad adecuada de sustratos para propagación por estacas.

Nota: La mezcla de compuestos ayuda a mantener nutrientes adecuados para las nuevas plántulas y desarrollar raíces sin interferencia por compactación.

Fotos: Brayan Andrés Rojas y Diana Katerin Salazar

El llenado de las bolsas se realiza hasta 2 cm por debajo de la parte superior de la bolsa, lo que es indispensable para hacer el manejo del material. La mezcla de sustratos debe estar completamente húmeda para llenarse en bolsas, pues esto ayuda a que los nutrientes queden completamente disueltos y preparados para la absorción por medio de las nuevas raíces.



Figura 100. Llenado de bolsas y humectación de mezcla de sustratos

Nota: La previa humectación del material antes de sembrar ayuda a tener los nutrientes disponibles para las estacas.

Fotos: Brayan Andrés Rojas y Diana Katerin Salazar



Posteriormente, se recomienda enterrar un tercio de la estaca —o entre 1 y 2 nudos— para incentivar su enraizamiento, y el resto de las yemas se deja en la parte aérea para brotación de primeras hojas y tallos.



Figura 101. Adecuada propagación de sauco en bolsas.

Nota: El corte en diagonal arriba y abajo con cortes limpios y la adecuada selección de nudos genera un adecuado desarrollo del nuevo ejemplar.

Fotos: Brayan Andrés Rojas y Diana Katerin Salazar



Figura 102. Adecuada propagación de tilo en bolsas.

Nota: Los nudos 1 y 2 son introducidos para generar un fuerte enraizamiento, mientras que los nudos 3 y 4 serán de ayuda para generación foliar.

Fotos: Brayan Andrés Rojas y Diana Katerin Salazar



Figura 103. Adecuada propagación de colla negra.

Nota: Debido a su fragilidad por poseer tallos huecos, se prefiere dejar bastantes nudos en la parte aérea para desarrollar nuevas hojas y tallos. Además, la siembra se realiza verticalmente o con una pequeña inclinación, a unos 15 cm de profundidad y sin descuidar la polaridad, a fin de evitar que quede invertida —con la punta aérea enterrada—.

Fotos: Brayan Andrés Rojas y Diana Katerin Salazar



Figura 104. Adecuada propagación de botón de oro en bolsa.

Nota: El número de brotes aéreos es vital para realizar los procesos fotosintéticos y estimular su crecimiento mediante la absorción de luz. Además, los resultados de rebrote son mayores cuando se siembra a 75° con relación al suelo.

Fotos: Brayan Andrés Rojas y Diana Katerin Salazar

La aplicación de riego debe realizarse una vez al día —o pasando un día— para estimular la hidratación de las estacas y los nutrientes en el suelo; además, se destaca que el agua debe ser libre de cloro, por lo que si se utiliza agua de llave se debe dejar reposar en tanques mínimo por un día, debido a que el cloro quema las raíces en brotación e impide que absorban nutrientes, de forma que las nuevas plantas mueren.

Se recomienda no regarlas cuando hay temperaturas altas, pues esto hace que se deshidraten y sequen, pues se evapora el agua de riego y su agua interna. Por tal motivo, se recomienda realizar el riego cuando la temperatura está baja, ya sea muy temprano en la mañana o en la noche. También se recomienda tener en cuenta la presión del agua, pues una presión alta retira el sustrato.



Figura 105. Riego controlado en vivero para estacas en bolsas.

Nota: La adecuación de vivero es vital para mantener condiciones controladas de factores climáticos

Fotos: Brayan Andrés Rojas y Diana Katerin Salazar

ESTABLECIMIENTO

Finalmente, una vez las estacas se encuentren con la altura y desarrollo de raíces, así como con sus partes aéreas óptimas, se requiere el trasplante o siembra en el terreno en el que se desea implementar las especies.

Para esto, primero se debe determinar el modelo que se desea implementar y la distancia entre individuos, para luego realizar el trazado en el lote en donde se desea realizar la siembra. Seguidamente,

se realiza el ahoyado —el cual se recomienda que sea de 30 x 30 x 30 cm— y luego se debe transportar a los individuos al sitio —las plantas deben estar hidratadas previamente—. Por último, se retiran cuidadosamente las bolsas y se siembra —en este proceso se puede incorporar compost o lombricomposta a la tierra, con el fin de brindarles nutrientes a los individuos, lo que permite su buen desarrollo, adaptabilidad y supervivencia.



Figura 106. Ahoyado para siembra en campo.

Nota: Ahoyado en terreno para la siembra de las especies previamente seleccionadas y transportadas al lugar.

Fotos: Brayan Andrés Rojas y Diana Katerin Salazar



Figura 107. Proceso de siembra.

Nota: Proceso que se lleva a cabo para la siembra de los individuos en campo; se incorpora compost o lombricomposta al sustrato.

Fotos: Brayan Andrés Rojas y Diana Katerin Salazar

Referencias

- Adema, M., Villareal, B., Weber, C., Galarco, S., & Sharry, S. (2022). Propagación vegetativa (macro y micro) y evaluación de la capacidad de remoción de iones Cu+2 de *Salix humboldtiana* Willd. (sauce criollo). *Revista de la Facultad de Agronomía*, 121(2), 1-20. <https://doi.org/10.24215/16699513e104>
- Aguilar, M. G. (2020). *Evaluación de las tasas de germinación y supervivencia de cinco especies vegetales en vivero y en áreas degradadas en los bosques montanos del noroccidente de Pichincha*. [Trabajo de grado de maestría no publicado]. Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador. <http://hdl.handle.net/10644/7429>
- Agro Colombiano. (2014, junio 11). *El ramio, una planta forrajera por excelencia*. <https://es.slideshare.net/slideshow/el-ramio-una-planta-forrajera-por-exelencia/35747656>
- Avendaño, N., & Castillo, A. (2014). El género *Erythrina* L. (leguminosae-faboideae) en Venezuela. *Acta Botanica Venezuelica*, 37(2), 123-164. <https://www.redalyc.org/pdf/862/86243121002.pdf>
- Bastidas, C., & Ciclos, K. (2020). *Inclusión de la semilla del Chachafruto Erythrina edulis como suplemento alimenticio en animales domésticos monogástricos*. [Trabajo de grado de pregrado no publicado]. Fundación Universitaria de Popayán. <https://fupvirtual.edu.co/repositorio/files/original/a57c2d86bd7a29f7ec0fb8100e5b5c29cf431c3a.pdf>
- Benavides, A., Hernández, R. E., Ramírez, H., & Sandoval, A. (2010). *Tratado de botánica económica moderna*. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. https://www.researchgate.net/publication/303989976_Tratado_de_Botanica_Economica_Moderna
- Bonilla-Sánchez, A. P. (2014). *Microinjección in vitro de erythrina edulis m familia fabaceae*. [Trabajo de grado de pregrado no publicado]. Universidad del Tolima. <http://repository.ut.edu.co/handle/001/1112>
- Boschini, C., & Rodríguez, A. M. (2002). Rendimiento del ramio (*Bohemeria nivea* (L) gaud) cultivado para forraje. *Agronomía Mesoamericana*, 13(1), 31-36. <https://www.redalyc.org/pdf/437/43713106.pdf>
- Cabrera-Núñez, A., Lammoglia-Villagomez, M., Alarcón-Pulido, S., Martínez-Sánchez, C., Rojas-Ronquillo, R., & Velázquez-Jiménez, S. (2019). Árboles y arbustos forrajeros utilizados para la alimentación de ganado bovino en el norte de Veracruz, México. *Abanico Veterinario*, 9(913), 1-12. <https://doi.org/10.21929/abavet2019.913>
- Cárdenas, S. E. (2012). El Pajuro (*Erythrina edulis*), alimento andino en extinción. *Investigaciones Sociales*, 16(28), 97-104. <https://doi.org/10.15381/is.v16i28.7389>

- Cardona-Iglesias, J. L., Castro-Rincón, E., Guatusmal-Gelpud, C., Valenzuela-Chirán, M., Ríos-Peña, L. M., & Urbano-Estrada, M. F. (2022). *Especies arbustivas con potencial forrajero en el trópico altoandino. Manual para actores del sector agropecuario*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA). <https://doi.org/10.21930/agrosavia.manual.7405774>
- Caysahuana-Huacachi, C. J. (2015). *Propagación de Erythrina edulis Triana ex Micheli por estacas en tres zonas de vida, Pampa Hermosa–Satipo*. [Trabajo de grado no publicado]. Universidad Nacional del Centro del Perú. <https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/3989/Caysahuana%20Huacachi.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria [AGROSAVIA]. (2020). *La colla negra: una especie con potencial para ser incorporada en sistemas de alimentación animal*. <https://www.agrosavia.co/noticias/la-colla-negra>
- Elizondo, J., & Boschini, C. (2002). Calidad nutricional de la planta de ramio (*Bohemeria nivea* (L) gaud) para alimentación animal. *Agronomía Mesoamericana*, 13(2), 141-145. <https://www.redalyc.org/pdf/437/43701308.pdf>
- Guevara, L., & García, R. (2015). *Cultivo de ramio*. <https://es.scribd.com/presentation/291520525/Cultivo-de-de-Ramio>
- Herrera, B. (2019). *Efecto de los sustratos en la propagación por esquejes del sauco (Sambucus peruviana) en condiciones de vivero en la localidad de Huacrachuco- Marañon-2018*. [Trabajo de grado]. Universidad Nacional Hermilio Valdizán. <https://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/5455>
- Incahuamán-Sauñe, V. R. (2019). *Efecto de abonos orgánicos en el crecimiento inicial de pino (pinus radiata), en vivero forestal de Kesari–Circa–Abancay*. [Trabajo de grado]. Universidad Tecnológica de los Andes. <http://repositorio.utea.edu.pe/handle/utea/169>
- Inciarte, I., Márquez, M., Pérez, A., Páez-Rondón, O., Otálora-Luna, F., & de Los Guamos, L. (2015). Presencia del chachafruto (*Erythrina edulis Triana ex Micheli*) en el estado Mérida, Venezuela. *Conocimiento Libre y Licenciamiento (CLIC)*, 6(6), 140-153. <https://convite.cenditel.gob.ve/publicaciones/revistaclic/article/view/570>
- Inciarte, I., Hernández, E., Pérez-Sánchez, A., Otálora-Luna, F., Márquez, M., & Páez-Rondón, O. (2016). Unidades ecológicas aptas para el cultivo de chachafruto (*Erythrina edulis Triana ex Micheli*) en el estado Mérida, Venezuela. *Conocimiento Libre y Licenciamiento (CLIC)*, 7(14), 39-44. <https://convite.cenditel.gob.ve/publicaciones/revistaclic/article/view/868>
- Iriban-Díaz, C. A., Alonso-Vázquez, A. C., & Benítez-Odio, M. (2022). Evaluación de métodos de plantación de secciones del tallo de *Tithonia diversifolia* para conformar bancos proteínicos. *Avances*, 24(1), 107–119. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=637869301009>

- León, Y. (2009). El sauce, gran protector de ríos y quebradas. *Revista Colanta Pecuaria*, 48, 76-84. https://biblioteca.colanta.com.co/pmb/opac_css/doc_num.php?explnum_id=2275
- Martínez, M. L., Díaz, A., & Vargas, O. (2012). *Protocolo de propagación de plantas hidrófilas y manejo de viveros para la rehabilitación ecológica de los Parques Ecológicos Distritales de Humedal*. Universidad Nacional de Colombia y Secretaría Distrital de Ambiente. https://oab.ambientebogota.gov.co/?post_type=dlm_download&p=3693
- Méndez, E. (2012). Revisión del género *Salix* (Salicaceae) en la provincial de Mendoza, Argentina. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias*, 44(2), 157-192. <https://www.redalyc.org/pdf/3828/382837651002.pdf>
- Mendoza-Granados, M. A. (2022). *Domesticación de semillas y procesos de germinación en Verbesina crassiramea y Smallanthus pyramidalis*. [Trabajo de grado no publicado]. Universidad El Bosque. <https://hdl.handle.net/20.500.12495/7911>
- Moreno, J. (2020). El Sauco (*Sambucus nigra*). Los Ojos de la Tierra. <https://losojosdeljucar.com/ecologia/el-sauco-sambucus-nigra/>
- Murgueitio, E., Calle, Z., Uribe, F., Calle, A., & Solorio, B. (2011). Native Trees and Shrubs for the Productive Rehabilitation of Tropical Cattle Ranching Lands. *Forest Ecology and Management*, 261(10), 1654–1663. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2010.09.027>
- Murgueitio, M. M., Tarazona, A., Vélez, A., & Galeano, L. F. (2022). *Implementación de viveros forestales en campo: Guía para generar modelos ganaderos basados en árboles*. Fondo Editorial Biogénesis, Universidad de Antioquia. <https://revistas.udea.edu.co/index.php/biogenesis/article/view/351341/20809484>
- Novoa, P. (2019). *Prospección de formaciones de Salix humboldtiana Willd. en los ríos Maipo, La Ligua y Petorca, región de Valparaíso, Chile y evaluación de su hábitat como ambiente único*. https://www.researchgate.net/publication/372546700_Prospeccion_de_formaciones_de_Salix_humboldtiana_Willd_en_los_rios_Maipo_La_Ligua_y_Petorca_region_de_Valparaiso_Chile_y_evaluacion_de_su_habitat_como_ambiente_unico
- Osuna, H., Osuna, A., & Fierro, A. (2017). *Manual de propagación de plantas superiores*. Universidad Nacional Autónoma de México y Universidad Autónoma Metropolitana. https://casadelibrosabiertos.uam.mx/contenido/contenido/Libroelectronico/manual_plantas.pdf

- Pérez, A., Wencomo, H., Armengol, N., & Reyes, F. (2018). Características y potencialidades de *Moringa oleifera*, Lamark. Una alternativa para la alimentación animal. *Pastos y Forrajes*, 33(4), 398-403. https://www.researchgate.net/publication/323177911_Caracteristicas_y_potencialidades_de_Moringa_oleifera_Lamark_Una_alternativa_para_la_alimentacion_animal
- Plataforma geoespacial de datos forestales. (2024, julio 4). *Salix humboldtiana* Willd. / *Sauce Colorado*. <https://idefor.cnf.gob.mx/documents/1512/download>
- Quiñones-Chillambo, J. D., Cardona-Iglesias, J. L., & Castro-Rincón, E. (2020). Ensilaje de arbustivas forrajeras para sistemas de alimentación ganadera del trópico altoandino. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 22(3), 285-301. <http://dx.doi.org/10.18271/ria.2020.662>
- Salazar, S. N. (2010). *Caracterización de la fibra de ramio (Boehmeria nivea) y estudio del efecto del tiempo de cosecha sobre sus propiedades mecánicas*. [Trabajo de grado no publicado]. Escuela Politécnica Nacional. <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/2303/1/CD-3048.pdf>
- Sánchez-Chero, M. J., Sánchez-Chero, J. A., & Miranda-Zamora, W. (2019). Tecnificar y conservar los componentes bioactivos del Pashul (*Erythrina edulis*) para el consumo humano. *UCV-HACER*, 8(2), 11-17. <https://doi.org/10.18050/RevUCVHACER.v8n2a1>
- Singh, D. P. (1996). *Ramie (Boehmeria nivea)*. Indian Council of Agricultural Research. https://www.doc-developpement-durable.org/file/Culture/Culture-plantes-alimentaires/FICHES_PLANTES/ortie/ramie.pdf
- Soto, M. A., & Sánchez, H. V. (2018). Establecimiento de un sistema silvopastoril con *Sambucus peruviana*. *Revista Sistemas de Producción Agroecológicos*, 9(2), 97-111. <https://doi.org/10.22579/22484817.719>
- Ticona, E. S. (2022). *Evaluación del enraizamiento de saúco (Sambucus nigra L.) bajo el uso de enraizadores naturales para la producción de plantines en el Centro Experimental Cota Cota*. [Trabajo de grado no publicado]. Universidad Mayor de San Andrés. <http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/29732>
- Velásquez Holguín, L. F., Montoya-Yepes, D. F., Jiménez-Rodríguez, A. A., Murillo-Arango, W., & Méndez-Arteaga, J. J. (2019). *Género Erythrina: Actualidad en la investigación y perspectivas de desarrollo científico*. Universidad del Tolima. <https://repository.ut.edu.co/handle/001/2878>
- Zabala-Laguna, B. (2021). *Botón de oro (Tithonia diversifolia) como alternativa sostenible en granjas de producción con especies de interés zootécnico en Colombia*. [Trabajo de grado no publicado]. Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD). <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/44738>

Autores



Pedro Pablo Bacca Acosta

Correo: pbacca@agrosavia.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-0590-0396>

Ingeniero agroforestal de la Universidad de Nariño y magíster en Ingeniería Ambiental de la Universidad Mariana. Se ha desempeñado como docente e investigador en el área de sistemas agroforestales del Pacífico y la zona andina del departamento de Nariño, análisis e interpretación de imágenes satelitales, procesos de reconversión productiva y cambio climático. Actualmente es investigador máster adscrito a la Red de Ganadería y Especies Menores de AGROSAVIA, en el Centro de Investigación Obonuco.



Brayan Andrés Rojas Narváez

Correo: brayanrojas990218@gmail.com

Ingeniero agroforestal de la Universidad de Nariño con estudios en Manejo seguro de plaguicidas (Agrovida - BAYER), Desafío SIG desde cero - Biodiversidad y medio ambiente (Instituto ambiental GIS), Investigación ambiental mediante SIG (instituto ambiental GIS) y Sistemas de información geográfica en Argis nivel básico (Ingeniería geométrica Smart SAS). Colaboró como practicante en el C. I. Obonuco de AGROSAVIA.



Diana Katerin Salazar Ortiz

Correo: dianasalazar99@gmail.com - dianasalazar99@javerianacali.edu.co

Bióloga de la Pontificia Universidad Javeriana de Cali. Colaboró como practicante en el C. I. Obonuco de AGROSAVIA, donde realizó actividades de reconocimiento y recorridos de campo, inventario florístico, evaluación de los servicios ecosistémicos del centro de investigación y participación en procesos de capacitación ambiental.



Diana Lucía Jaramillo Arenas

Ingeniera ambiental de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), auditora interna en ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 E ISO 45001:2018 del Consejo Colombiano de Seguridad, con experiencia en implementación de actividades para el abordaje de planificación ambiental corporativa y promoción y articulación de modelos de gestión de calidad, seguridad y salud en el trabajo, competencia de laboratorios e innovación. Trabajo enfocado en el mejoramiento continuo.



Edwin Castro Rincón

Correo: ecastro@agrosavia.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-9841-8242>

Zootecnista, magíster y doctor en Ciencias de la Producción Animal con énfasis en Nutrición de Rumiantes de la Universidad Nacional de Colombia. Cuenta con más de catorce años de experiencia en AGROSAVIA en las áreas de evaluación de pasturas en ganadería doble propósito y lechería especializada del trópico alto, integración de leguminosas y sistemas silvopastoriles en sistemas ganaderos, producción de bovinos de leche en ajuste y validación de sistemas de producción de leche basados en pasturas, así como en la conservación de bancos de germoplasma de razas ovinas: criolla y mora. Estuvo en el grupo que desarrolló y liberó la variedad de Avena Forrajera Agrosavia Altoandina para los sistemas ganaderos del trópico alto de Colombia. Actualmente es investigador PhD asociado adscrito a la Red de Ganadería y Especies Menores de AGROSAVIA, en el Centro de Investigación Obonuco.



Yuberlly Marisol Mancera Lombana

Correo: yuberly.mancera@itp.edu.co

<https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/Verificador/query.do?nro=0000156588>

Ingeniera ambiental de la Universidad Francisco de Paula Santander, tecnóloga ambiental del Instituto Tecnológico del Putumayo y especialista en Educación Ambiental de la Fundación Universitaria los Libertadores. Se ha desempeñado como docente en el campo de la Ingeniería Ambiental, coordinadora ambiental de alianzas productivas en *Phaseolus vulgaris* en la región andino amazónica, aplicación de BPA, interventora ambiental en el campo de hidrocarburos y vías, y planes de desarrollo en enfoques étnicos. Actualmente es docente ocasional del Instituto Tecnológico del Putumayo - ampliación Colón, asesora y jurado en procesos de investigación del grupo GRAM y socio fundador de la Asociación Ornitológica del Putumayo.



Bayron Giovanni Obando Enríquez

Correo: bobando@agrosavia.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-7669-442X>

Ingeniero agroforestal y magíster en Agroforestería Tropical de la Universidad de Nariño. Se ha desempeñado como investigador en el área de sistemas agroforestales, especies arbóreas y arbustivas de la zona andina del departamento de Nariño, y en procesos de reconversión productiva y producción sostenible. Actualmente es profesional de apoyo a la investigación adscrito a la Red de Cultivos Permanentes en la sede Eje Cafetero del Centro de Investigación La Selva de AGROSAVIA.

**Erika Vanesa Meneses Estrada**Correo: evmeneses@agrosavia.coOrcid: <https://orcid.org/0009-0004-5786-064X>

Zootecnista de la Universidad de Nariño, con experiencia en procesos de asistencia técnica, investigación participativa con comunidades y nutrición animal. En la actualidad se desempeña como profesional de apoyo a la investigación en el Centro de Investigación Obonuco de AGROSAVIA.

**Álvaro Mauricio Cadena Pastrana**Correo: amcadena@agrosavia.coOrcid: <https://orcid.org/0000-0003-3836-5171>

Ingeniero agroforestal de la Universidad de Nariño y maestrante en Desarrollo Rural de la Universidad Nacional de Costa Rica. Cuenta con experiencia en procesos de investigación participativa, extensión rural, servicios ecosistémicos, adopción e impacto de tecnologías agropecuarias y turismo rural. Se ha desempeñado como docente e investigador de la Universidad de Nariño y en la actualidad es profesional de transferencia de tecnología de AGROSAVIA, en el Centro de Investigación Obonuco.

**Jhon James Borja Tintinago**Correo: jborja@agrosavia.coOrcid: <https://orcid.org/0000-0002-5576-0280>

Ingeniero agropecuario de la Universidad del Cauca, con experiencia en suplementación estratégica y procesos de agroecología y economía circular en sistemas productivos de trópico bajo, medio y alto. Actualmente se desempeña como profesional de apoyo a la investigación adscrito a la Red de Ganadería y Especies Menores de AGROSAVIA, en el Centro de Investigación Obonuco.

**Jeisson Rodríguez Valenzuela**Correo: jrodriguezv@agrosavia.coOrcid: <https://orcid.org/0000-0003-2186-8805>

Ingeniero agroforestal con maestría en silvicultura tropical (MSc Tropical Forestry) de la Universidad Tecnológica de Dresden, Alemania (Technische Universität Dresden). Actualmente está realizando estudios de doctorado en Ciencias Forestales y Ecología Forestal en la Universidad de Göttingen (Alemania). Tiene gran experiencia en investigación y gestión de proyectos de manejo forestal sostenible, innovación agropecuaria, agroecología, agricultura campesina familiar y comunitaria, sistemas agroforestales, desarrollo rural, soluciones basadas en la naturaleza y cooperación internacional.

**José Carlos Montes Vergara**Correo: josemontesv@correo.unicordoba.edu.coOrcid: <https://orcid.org/0000-0001-8455-9060>

Médico veterinario zootecnista de la Universidad de Córdoba (Colombia) y con estudios de posgrado en la Universidad Federal de Viçosa (Brasil). Cuenta con experiencia en biología molecular y estructural, biotecnología de la reproducción, transferencia de tecnología y extensión agropecuaria, así como en procesos de investigación en los sistemas pecuarios de porcinos y bovinos de leche. Actualmente es docente e investigador en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de Córdoba.

¡Aprovechemos nuestra **biodiversidad!**

Manual de caracterización y propagación de especies leñosas con potencial forrajero **del Alto Putumayo**

El Alto Putumayo se destaca por su rica diversidad ambiental y su ubicación estratégica. En esta región se encuentra uno de los humedales altoandinos más importantes del Suroccidente colombiano, que forma parte de una zona prioritaria para la conservación del Piedemonte amazónico. Sin embargo, el sistema ganadero convencional ha provocado una disminución de la biodiversidad y de los servicios ambientales, alterando los ciclos biológicos y el equilibrio del ecosistema. Ante esta problemática, es urgente promover la reconversión ganadera hacia sistemas más sostenibles en la Amazonía. Es necesario reemplazar el uso de gramíneas en monocultivo por sistemas productivos más diversos, como los sistemas silvopastoriles (SSP), que diversifiquen la oferta forrajera, mejoren la calidad de la dieta animal y aseguren la conservación y el reciclaje de nutrientes en los suelos amazónicos. En este sentido, el objetivo de este manual es caracterizar y comprender los aspectos más importantes en la propagación de algunas especies leñosas, relevantes tanto en términos forrajeros como ambientales, que puedan implementarse en los SSP de la región andino-amazónica del valle de Sibundoy, a fin de contribuir al aprovechamiento de la diversidad local para fines productivos y sostenibles.



BIBLIOTECA AGROPECUARIA DE COLOMBIA

Correo: bac@agrosavia.co

Teléfono: (+57 601) 4227300 ext. 1257 o 1274

Skype: [biblioteca.agropecuaria](https://www.skype.com/name/biblioteca.agropecuaria)

www.agrosavia.co

ISBN: 978-958-740-769-3



Distribución gratuita
Prohibida su venta