

ESTUDIO FENOLÓGICO Y PROPAGACIÓN DE *Bursera graveolens* (Kunth) Triana & Planch, EN LA COMUNIDAD DE MALVAS, CANTÓN ZAPOTILLO, PROVINCIA DE LOJA**PHENOLOGICAL STUDY AND PROPAGATION OF *Bursera graveolens* (Kunth) Triana & Planch, IN THE COMMUNITY OF MALVAS, CANTON ZAPOTILLO, PROVINCE OF LOJA**

Luis Felipe Morillo Infante¹, Víctor Hugo Eras Guamán^{2*}, José Moreno Serrano³, Julia Minchala Patiño³, Luis Muñoz Chamba³, Magaly Yaguana Arévalo³, Ruth Poma Angamarca³, Cristian Valarezo Ortega³, Mauricio Sinche Freire³.

¹ Tesista de la Carrera de Ingeniería Forestal, Universidad Nacional de Loja

² Docentes Investigadores, Universidad Nacional de Loja

³ Técnicos del Laboratorio de Micropropagación Vegetal, Universidad Nacional de Loja.

*Autor para correspondencia: victor.eras@unl.edu.ec

Carrera de Ingeniería Forestal,
Universidad Nacional de Loja, Ecuador

Web: www.bosqueslatitudcero.com
Email: bosqueslatitudcero@unl.edu.ec

Receptado: 16 de septiembre del 2016
Aprobado: 08 de diciembre del 2016

Eras, V.H, *et al.* (2016). Estudio fenológico y propagación de *Bursera graveolens* (Kunth) Triana & Planch, en la comunidad de Malvas, cantón Zapotillo, provincia de Loja. Universidad Nacional de Loja, Ecuador.

RESUMEN

La investigación corresponde a un estudio fenológico y de propagación sexual y asexual de *Bursera graveolens* en la comunidad de Malvas, cantón Zapotillo, provincia de Loja. Se seleccionaron 10 árboles de la especie en estudio y se evaluaron tres variables fenológicas: floración, fructificación y defoliación, esta evaluación se realizó cada 15 días durante un año (abril 2013 a marzo 2014), con la información se elaboró un mapa de la ubicación de los árboles, el calendario fenológico y el dendofenograma. En la propagación sexual de la especie, se aplicaron tres métodos de escarificación: mecánica, física y química evaluándose el porcentaje de germinación y días a la germinación. La propagación asexual de la especie se realizó dos ensayos: a) enraizamiento de estacas, se probó el efecto de dos hormonas enraizantes: Hormonagro 1 y Enraizador H.V; evaluándose el porcentaje de enraizamiento, número de raíces, longitud de raíces y porcentaje de brotación; y, b) acodos aéreos, donde se probó tres tipos de sustratos: tierra orgánica, musgo sphagnum y aserrín, evaluándose el porcentaje de enraizamiento, número de raíces y longitud de raíces. La propagación sexual presentó un bajo porcentaje de germinación durante el periodo de evaluación, siendo las semillas escarificadas mecánicamente las que presentaron el más alto porcentaje de germinación (20 %). En la multiplicación asexual por estacas y acodos aéreos en los respectivos tratamientos no se obtuvo un efecto positivo en el enraizamiento.

Palabras claves: Bosque seco, palo santo, fenología, propagación.

ABSTRACT

The present investigation corresponds to a phenological study and sexual and asexual propagation of *Bursera graveolens* in the community of Malvas, Zapotillo canton, Loja province. Ten trees of the species under study were selected and three phenological variables were evaluated: flowering, fructification and defoliation, this evaluation was performed every 15 days during a year (april 2013 to march 2014), with this information a map of the location Of the trees, the phenological calendar and the dendofenograma. In the sexual propagation of the species, three methods of scarification were applied: mechanical, physical and chemical evaluating the percentage of germination and days to germination. Asexual propagation of the species was performed two trials: a) rooting of cuttings, where the effect of two rooting hormones: Hormonagro 1 and Rooting H.V; Being evaluated the percentage of rooting, number of roots, length of roots and percentage of sprouting; and b) aerial layers, where three types of substrates were tested: organic soil, sphagnum moss and sawdust, being evaluated the percentage of rooting, number of roots and length of roots. The sexual propagation presented a low percentage of germination during the evaluation period, being the mechanically scarified seeds that presented the highest percentage of germination (20 %). In asexual multiplication by cuttings and aerial layers in the respective treatments, a positive effect on rooting was not obtained.

Keywords: Dry forest, palo santo, phenology, propagation.

INTRODUCCIÓN

El Ecuador es uno de los 17 países megadiversos del mundo, debido a sus ecosistemas, especies, recursos genéticos, tradiciones y costumbres de su gente. Uno de los ecosistemas importantes son los bosques secos que están presentes al occidente de la cordillera de los Andes, en las provincias de Esmeraldas, Manabí, Guayas, El Oro y Loja, ocupando una extensión de 28 000 Km² (Aguirre, 2012).

La deforestación es una de las principales causas de la pérdida de la diversidad biológica a nivel mundial, y el Ecuador no es la excepción. Según datos del Ministerio del Ambiente del Ecuador – MAE (2012) entre el año 2000 y 2008 la deforestación promedio fue de 77 647 ha/año en todo el Ecuador Continental. Es por ello, que Gentry (1977), citado por García (2006) determinó que el bosque seco es el segundo ecosistema más amenazado del país; mientras que Sierra et al., (1999) estableció que los bosques secos del sur de la provincia de Loja son la primera prioridad nacional de conservación.

En el Ecuador el estado de conservación de los bosques secos es crítico debido a la explotación forestal a la que han sido sometidos, así como por su conversión en áreas agrícolas y ganaderas, especialmente en la última mitad del siglo XX (Vásquez et al., 2005). Muchas de las especies forestales del bosque seco están siendo taladas por su madera dura y valiosa como: *Tabebuia chrysantha*, *Loxopterygium huasango* y *Terminalia valverdeae* (Aguirre & Kvist, 2005). Por otro lado, un medio de vida basado en la crianza de ganado caprino, como uno de los rubros importantes de la economía campesina, es uno de los problemas críticos para el estado de conservación de los bosques secos (Aguirre & Kvist, 2005), ya que el manejo del ganado caprino es realizado de manera extensiva a campo abierto y no se sustenta en un manejo técnico, sino en la capacidad de alimentación de estos animales, de tal forma que el sobrepastoreo afecta la dinámica del bosque, debido a que los animales se alimentan de la regeneración natural (Vásquez et al., 2005).

Frente a esta problemática, el gobierno actual a través del Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE) está ejecutando el Plan Nacional de Restauración Forestal con fines de protección y conservación, cuya meta es reforestar 500 000 has (en el periodo 2014 – 2017) utilizando especies nativas de uso no maderable y de interés para las comunidades. El MAE, en conjunto con esfuerzos complementarios de otras instituciones gubernamentales como los GADs (provinciales y juntas parroquiales) serán la base para fortalecer los procesos de conservación del recurso forestal, la protección de recurso hídrico, el suelo (MAE, 2014b).

Bajo esta perspectiva, y con el ánimo de aportar a la restauración de los ecosistemas del bosque seco, se realizó la investigación: Estudio fenológico y propagación de *Bursera graveolens* (Kunth) Triana & Planch en la comunidad de Malvas, cantón Zapotillo, provincia de Loja.

En este contexto, los objetivos que orientaron la investigación estuvieron encaminados a determinar los periodos fenológicos (floración, fructificación y defoliación) de *Bursera graveolens*; analizar la relación existente entre las fases fenológicas de la especie con los factores climáticos de la zona; y, ensayar la propagación sexual y asexual de la especie.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

La presente investigación se desarrolló en la Región Sur-occidental del Ecuador, en el área denominada “El Valle del Palo Santo”, ubicada en la comunidad de Malvas, perteneciente a la parroquia Garzarreal, del cantón Zapotillo, provincia de Loja, donde se encontró con mayor representatividad la especie de palo santo, *Bursera graveolens* (Figura 1).

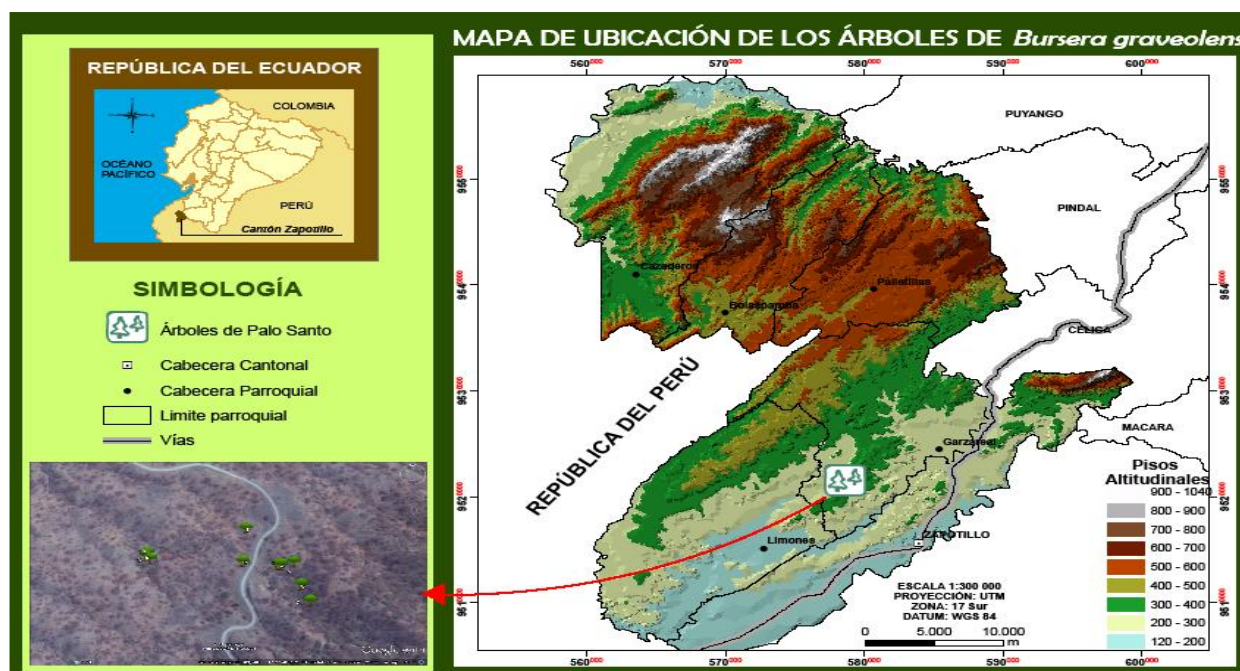


Figura 1. Ubicación del área de estudio.

Determinación de la fenología de la especie *Bursera graveolens*

Para la selección de los árboles se tomó en cuenta el método de muestreo no probabilístico por conveniencia, debido a factores como: costo de accesibilidad, el tiempo disponible en la recolección de datos y la necesidad de seleccionar individuos con las siguientes características fenotípicas: ser árboles hembras, copa grande, sin competencia, fuste recto, sano y grueso, capacidad y edad para producir semillas, facilidad de recolección de frutos, buen estado fitosanitario, etc. Bajo estas condiciones se seleccionaron 10 árboles de *Bursera graveolens*, con características fenotípicas sobresalientes, a los cuales se les colocó una placa de identificación.

La evaluación fenológica se realizó cada 15 días, durante un año, comprendido de abril 2013 a marzo 2014, se evaluaron tres variables fenológicas: floración, fructificación y defoliación, considerando para ello la escala de Fournier (1976) (Tabla 1).

Tabla 1. Escala de interpretación de los eventos fenológicos de Fournier (1976).

ESCALA	INTERPRETACIÓN	%
0	Ausencia del fenómeno	0%

1	Presencia del fenómeno con una magnitud de	1-25%
2	Presencia del fenómeno con una magnitud de	26-50%
3	Presencia del fenómeno con una magnitud de	51-75%
4	Presencia del fenómeno con una magnitud de	76-100%

Con los porcentajes promedios de floración, fructificación y defoliación de *Bursera graveolens* obtenidos durante el periodo de evaluación de 12 meses, se procedió a realizar el calendario fenológico. De la misma manera se elaboró el mapa temático de ubicación de los árboles utilizando el Programa ArcGis 9.3. Para la elaboración del dendofenograma, los datos climatológicos fueron obtenidos de la Estación Meteorológica ubicada en la parroquia Mangahurco, cantón Zapotillo, perteneciente al Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), se obtuvieron datos de precipitación y temperatura, correspondientes al periodo abril del 2013 a marzo del 2014.

Ensayo de propagación sexual de *Bursera graveolens*

Los frutos con su madures fisiológica fueron colectados directamente de los árboles seleccionados y colocados en bolsas de tela, para luego transportarlos al laboratorio, se colocaron en bandejas plásticas, durante los días de secado (8 días) se procedió a extraer la corteza y el mucilago que cubre a las semillas, las mismas que fueron lastimadas su testa con un alicate para iniciar los diferentes proceso de escarificación en un lapso de 15 días.

Para el ensayo de germinación de semillas, se procedió a desinfectar en alcohol al 70 %, por segundos; inmersión en cloro comercial durante dos minutos; enjuagándolas con agua destilada. En este ensayo se aplicaron tres métodos de escarificación: mecánica, física y química; y, se evaluó el porcentaje de germinación y los días a la germinación.

Para el ensayo de prendimiento de plántulas provenientes de regeneración natural, fueron colectadas del sotobosque de palo santo, sembrando en fundas de polietileno con el sustrato previamente desinfectado y humedecido, probándose tres tipos de sustratos: tierra *in situ*, tierra *in situ* + humus y tierra *in situ* + turba; evaluándose las siguientes variables: incremento en altura, en diámetro basal, número de hojas y porcentaje de sobrevivencia.

Ensayo de propagación asexual de *Bursera graveolens*

En este ensayo se probó el enraizamiento de estacas simples con una a dos yemas, de 25 a 30 cm de longitud y un diámetro de 1 a 2 cm, realizándoles un corte en forma de bisel en la parte basal. Las estacas fueron desinfectadas con una solución fungicida-bactericida (Benomyl + Kasumin) y luego fueron sembradas en un propagador de subirrigación. Se probó el efecto de dos hormonas comerciales: Hormonagro 1 y Enraizador H.V. y se evaluó el porcentaje de enraizamiento, número de raíces, longitud de raíces y porcentaje de brotación de las estacas.

Los acodos aéreos se realizaron en ramas semileñosas, con buen estado fitosanitario utilizando los siguientes tipos de sustratos: tierra orgánica, musgo sphagnum y aserrín previamente desinfectados. El proceso consistió en realizar una incisión circular en la rama del árbol seleccionado, retirando la corteza por alrededor de 2,5 cm de longitud, luego se aplicó una pasta con hormona enraizante Hormonagro 1. Posteriormente, se colocó el sustrato húmedo, se envolvió con plástico de color negro y se amarró los extremos del acodo.

RESULTADOS**Fenología de la especie *Bursera graveolens*****Localización de los árboles seleccionados**

La ubicación política y geográfica del sitio donde se encuentran los árboles de la especie en estudio se muestra en el tabla 2, donde también se incluyen los datos de campo: altura, CAP, altura de bifurcación, forma del fuste, forma de la copa, diámetro de copa, ubicación geográfica y localización de los 10 árboles de la especie *Bursera graveolens*.

Tabla 2. Datos de campo de los árboles seleccionados para el estudio.

N° Árbol	Altura (m)	CAP (cm)	Altura de bifurcación (m)	Forma del Fuste ¹	Forma de la copa ²	Diámetro de copa (m)	Ubicación Geográfica			Ubicación Política		
							Latitud	Longitud	Altitud (msnm)	Cantón	Parroquia	Sector
1	8	83	1 6	5	6,25	9521666	578592	288				
2	9	93	4 4	5	7,98	9521613	578586	304				
3	10	74	5 4	5	7,10	9521606	578626	300				
4	11	76	6 4	5	6,85	9521606	578630	314				
5	9	72	2 4	6	7,20	9521609	578645	323	Zapotillo	Garza Real	Malvas	
6	12	57	6 6	6	4,60	9521575	578650	350				
7	9	41	2 6	5	6,40	9521551	578657	332				
8	11	64	1 4	6	7,45	9521623	578472	288				
9	13	66	1 6	4	6,15	9521628	578466	289				
10	9	70	1 4	5	7,25	9521633	578468	285				

¹**Forma del Fuste:** recto (6), ligeramente torcido (4), torcido (2), muy torcido (1).

²**Forma de la Copa:** circular completa (6), circular irregular (5), medio círculo (4), menos de 1/3 de círculo (3), pocas ramas (2)

Fenofases de la especie *Bursera graveolens*.

En la figura 2 se muestra el calendario fenológico de la especie *Bursera graveolens*, el cual permite realizar una interpretación rápida de la intensidad y duración de los eventos fenológicos de la especie (floración, fructificación y defoliación), con base a los registros fenológicos realizados en el periodo comprendido entre Abril del 2013 a Marzo del 2014.

		CALENDARIO FENOLÓGICO DE LA ESPECIE <i>Bursera graveolens</i>																							
PERIODO	Año	2013												2014											
	Mes	Abril		Mayo		Junio		Julio		Agosto		Sept		Octubre		Noviemb		Diciemb		Enero		Febrero		Marzo	
	Periodo Quincenal	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
FENÓMENOS FENOLÓGICOS	Floración	[Color: White]																							
	Fructificación	[Color: Brown]																							
	Defoliación	[Color: Yellow]																							

Figura 2. Calendario fenológico de la especie *Bursera graveolens*.

El calendario fenológico indica que la floración de *Bursera graveolens* comprendió un periodo muy corto y transitorio, dándose lugar solamente en el mes de enero con la mayor intensidad posible. La fructificación se pudo observar que se presentó con una máxima intensidad en el mes de febrero, marzo y abril, para luego experimentar un descenso paulatino en los meses de mayo, junio, julio y declinando totalmente en el mes de agosto. La defoliación alcanzó su máxima intensidad en los meses de julio, agosto, septiembre, octubre, noviembre y diciembre, ausentados por completo en los meses de enero, febrero y marzo, debido al apareamiento de los primeros brotes, con el inicio de las primeras lluvias.

Análisis de la relación entre las fases fenológicas de *Bursera graveolens* y los factores climáticos de la zona

La figura 3 corresponde a un dendofenograma con los porcentajes promedios de floración, fructificación y defoliación de la especie en estudio y su relación con las variables climáticas de la zona.

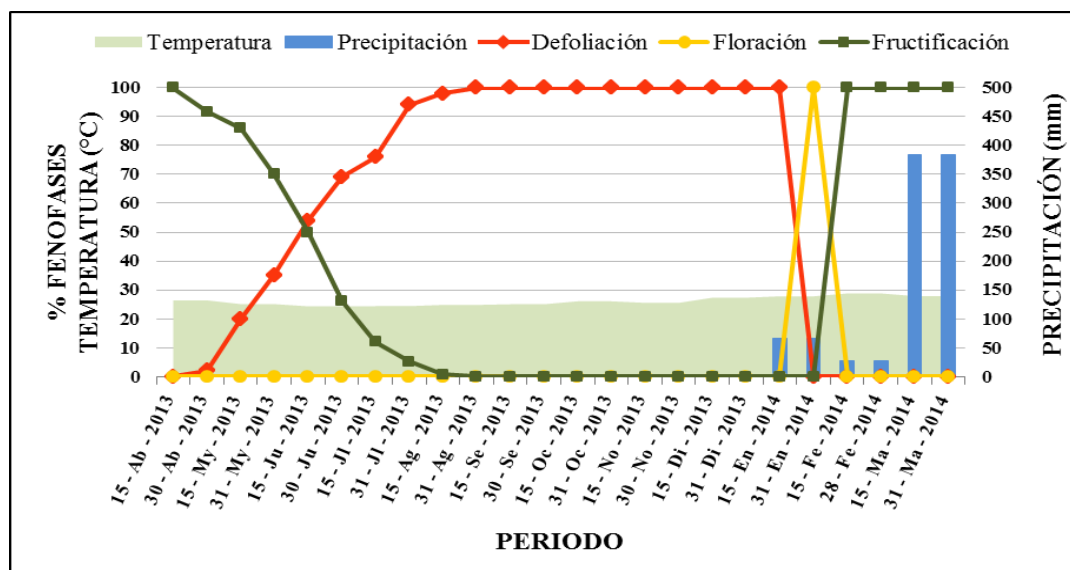


Figura 3. Dendofenograma de la especie *Bursera graveolens*

La época del año, seca o lluviosa fue el factor más determinante en el proceso de floración, fructificación y defoliación de *Bursera graveolens*, la relación existente entre los eventos fenológicos y los factores ambientales de la zona como la precipitación y temperatura fue evidente, ya que el incremento de la temperatura y las primeras lluvias registradas en el mes de enero del 2014, fueron el factor clave para que exista la producción de flores y por ende también la producción de frutos. Así mismo, en este mismo mes (enero) que marcó el inicio de la época lluviosa, la copa de los árboles se cubrió en su totalidad de follaje, declinando a cero la defoliación.

Propagación sexual de la especie *Bursera graveolens*

Germinación de semillas

La figura 4 indica los porcentajes de germinación acumulados, alcanzados por los cuatro tratamientos probados en el estudio.

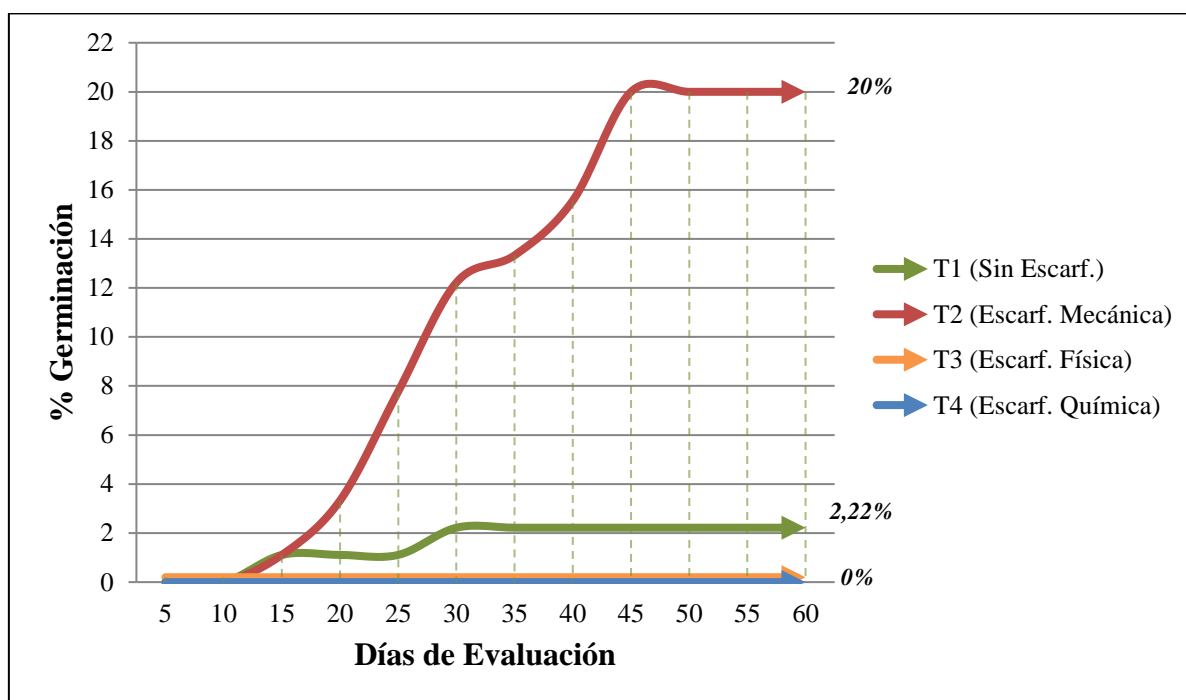


Figura 4. Curva de germinación acumulativa de la especie *Bursera graveolens*

Los resultados obtenidos mostraron un bajo porcentaje de germinación durante el periodo de evaluación, siendo una de las especies forestales de bosque seco difícil de propagar debido a la germinación reducidas de las semillas encontrándose una alta proporción de semillas vanas, el más alto porcentaje de germinación alcanzado, correspondió a las semillas escarificadas mecánicamente (lijado), con un 20 % de germinación que inició a los 15 días y se estabilizó a los 45 días, Así mismo, un porcentaje relativamente bajo del 2,22% presento el tratamiento testigo (semillas sin escarificar), cuyo periodo de germinación se dio entre los 15 y 30 días. Los otros dos tratamientos con escarificación física (agua hasta su punto de ebullición) y química (ácido clorhídrico), con resultados nulos de germinación. Los reportes sobre la germinación de semillas de *Bursera graveolens* son escasos y variados; bajo condiciones naturales la germinación es frecuentemente

menor que en laboratorio o invernadero, no encontramos estudios publicados que evalúen el efecto de los diferentes tratamientos de ensayos pre-germinativos en *Bursera graveolens*.

Propagación asexual de la especie *Bursera graveolens*

Enraizamiento de estacas

El experimento realizado en invernadero no fue favorable, los brotes surgieron a los 15 días y desaparecieron a los dos meses después de la siembra. El mayor porcentaje de brotación del 62,22 % se obtuvo con el tratamiento 3 (estacas con la aplicación de Enraizador H.V.); el tratamiento 1 (estacas sin la aplicación de hormonas enraizantes) arrojó un porcentaje de brotación del 36,67 %; y, finalmente el tratamiento 2 (estacas con la aplicación de Hormonagro 1) alcanzó un porcentaje de brotación del 10% (Tabla 3).

Las hormonas probadas Hormonagro 1 y Enraizador HV, no lograron inducir el enraizamiento de las estacas a pesar de los cuidados proporcionados a las mismas. Sin embargo, es importante recalcar que se obtuvo la formación de brotes falsos o pseudobrotes (brotes que se fueron marchitando y secando gradualmente), la formación de estos brotes se debió a las reservas alimenticias intrínsecas que aún contenían las estacas antes de la siembra.

Por lo tanto el método de reproducción mediante estacas en esta especie no es favorable, las mismas que murieron. Posiblemente se debe a ciertas características de la especie en estudio y otros factores externos: su reproducción asexual, época de colecta e inducción de rebrote, corte de la estaca, sustrato utilizado a nivel de invernadero, hormonas enraizante, y tratamientos aplicados.

Tabla 3. Enraizamiento y brotación promedio de las estacas de *Bursera graveolens*, en el invernadero

TRATAMIENTOS	VARIABLES			
	Porcentaje de enraizamiento (%)	Longitud de raíces estaca (cm)	Número de raíces por estaca	Porcentaje promedio de brotación (%)
T1 (Sin Aplic. de Hormonas)	0	0	0	36,67
T2 (Aplic. de Hormonagro 1)	0	0	0	10,00
T3 (Aplic. de Enraizador H.V.)	0	0	0	62,22

DISCUSIÓN

Fenología de la especie *Bursera graveolens*

La especie *Bursera graveolens*, es una especie que se la puede encontrar con facilidad en ecosistemas xerofíticos o secos. Esta especie al igual que la mayor parte de especies forestales que habitan en el bosque seco, ha desarrollado mecanismos de adaptación relacionados con la fenología, que le permiten sobrevivir a las condiciones extremas del medio, como altas temperaturas y escasez de agua. Es por ello que la intensidad y duración de los eventos fenológicos varía según las condiciones climáticas del sitio o la zona de vida en la que se encuentra la especie (Puecas, 2003).

Bursera graveolens, es un árbol dioico, donde sus flores están agrupadas en inflorescencias tipo panícula, cuya floración en la presente investigación se presentó solamente en el mes de enero, con la máxima intensidad registrada (100 %), ya que todos los árboles muestreados estaban completamente cubiertos con flores, pero este evento fenológico tuvo un periodo muy corto y transitorio de duración, ya que en los meses subsiguientes todas las flores femeninas estaban totalmente convertidas en frutos. Este resultado difiere de los obtenidos por Puentes (2003), en la región de Tumbes - Perú, donde manifiesta que la fuerte floración de esta especie se produce en los meses de mayo y junio. Así mismo, Condoy y Herrera (2011), en un estudio realizado en el cantón Paltas provincia de Loja, mencionan que la floración de esta especie se dio entre los meses de octubre y marzo, debido a las condiciones geográficas y climáticas de las zonas.

Es notable la diferencia en cuanto a la época de floración de *Bursera graveolens* en diferentes sitios de estudio, por lo que se cumple el enunciado de Vilchez *et al.*, (2004), en el que señala que en los bosques tropicales existe variación en la producción de flores y frutos en los diferentes años y en las diferentes zonas de vida, ya que ésta depende de la intensidad y duración de la estación seca y lluviosa.

Así mismo, la floración de *Bursera graveolens* al igual que otras especies del bosque seco, como *Handroanthus chrysanthus*, marcan el final de la época seca y el inicio de la época lluviosa, es decir los botones florales en *Tabebuia chrysantha* y las yemas terminales en *Bursera graveolens* están a la espera de las primeras lluvias, para dar lugar a la formación completa de brotes y flores.

En cuanto a la fructificación de *Bursera graveolens*, ésta tuvo un periodo mucho más largo de duración que la floración, ya que inició en el mes febrero y declinó en el mes de agosto, mostrando una tendencia decreciente a lo largo de la época seca. Su mayor intensidad (100%) se dio en los meses de febrero, marzo y abril, y su intensidad más baja se dio en el mes de agosto con un 0,8%, donde la cantidad de frutos en los arboles fue mínima. Este periodo de fructificación coincide con el periodo obtenido por Martos *et al.*, (2008), en un estudio realizado en el bosque seco ecuatorial del norte del Perú, donde la fructificación de *Bursera graveolens* se inició en el mes de enero con una intensidad del 21 % y terminó en el mes de junio con una intensidad del 1,6 %. Esta similitud de resultados se debe a que este ecosistema ubicado al norte del Perú, posee características ecológicas muy similares a los bosques secos del suroccidente de la provincia de Loja, por lo tanto, la especie responde a un mismo comportamiento fenológico en ambos sitios de estudio.

Bursera graveolens es una especie caducifolia, es decir que pierde sus hojas en una determinada época del año. Meza (2013), señala a este fenómeno fenológico como el principal mecanismo de adaptación de especies de ecosistemas xerofíticos, hace posible la supervivencia y crecimiento de las plantas bajo las condiciones ambientales y ecológicas extremas, ya que al perder sus hojas la planta requiere de cantidades mínimas de agua para poder sobrevivir al periodo de la época seca de aproximadamente nueve meses. Bajo este contexto la defoliación de la especie en el presente estudio se dio al inicio de la época seca, en el mes de abril con una intensidad del 2 %, alcanzando su máxima intensidad del 100 % en los meses de julio, agosto, septiembre, octubre, noviembre y diciembre, meses en los que los árboles estaban completamente desprovistos de hojas. El periodo de defoliación de *Bursera graveolens* coincidió con el periodo de defoliación de otras especies forestales del bosque seco, lo cual se corrobora con los obtenidos por Chamba (2014), quien en un estudio fenológico de tres especies forestales (*Prosopis* sp., *Handroanthus billbergii* y *Loxopterygium huasango*) del bosque seco en el cantón Zapotillo, concluyó que la defoliación de estas especies forestales se produce en la época seca del año, es decir entre los meses de abril y diciembre.

Las épocas del año seca o lluviosa fueron el factor más determinante en el proceso de floración, fructificación y defoliación de *Bursera graveolens*, la relación existente entre los eventos fenológicos y los factores ambientales como la precipitación y temperatura fue evidente, ya que el incremento de la temperatura y las primeras lluvias registradas en el mes de enero del 2014, fueron los factores claves para que exista la producción de flores y por ende también la producción de frutos. Así mismo, en este mismo mes (enero) que marcó el inicio de la época lluviosa, la copa de los árboles se cubrió en su totalidad de follaje, declinando a cero la defoliación.

La comparación realizada con los estudios anteriores nos da como conclusión que la duración e intensidad de los eventos fenológicos de esta especie depende de las características ecológicas del sitio donde se desarrolla (sitios más lluviosos que otros) y de la época del año que se presente (años de gran periodo invernal).

Propagación sexual de de la especie *Bursera graveolens*

Germinación de semillas

En el cantón Zapotillo, Provincia de Loja, el uso sostenible del fruto del palo santo (*Bursera graveolens*), se ha convertido en una actividad complementaria a la ganadería caprina y agricultura, principales ocupaciones de las comunidades de la zona, y, en una razón suficiente para combatir la tala ilegal y motivar la conservación del bosque seco en el ámbito local. (Paladines, 2013).

El caso de *Bursera graveolens* es preocupante, ya que es característico de bosque seco, tiene escasa regeneración natural, más aun cuando se está comenzando a aprovechar las flores y frutos en la zona para la obtención de aceites esenciales (Aguirre-Mendoza et al., 2012). La regeneración natural es escasa debido a un elevado porcentaje de semillas vanas, al pisoteo del ganado caprino, competencia y condiciones climáticas extremas van disminuyendo, lo cual podría ser la causa en disminución en la capacidad regenerativa de la especie.

Con el fin de lograr un número considerable de emergencia de plántulas de *Bursera graveolens*, fue necesario previo a la siembra en los conos, someter a las semillas a un tratamiento de pregerminación con métodos mecánicos, químicos y físicos de escarificación, que generen una estimulación o remoción de la cubierta o testa de la semilla de palo santo, caracterizada por ser de consistencia dura e impermeable al agua y oxígeno.

En general, los porcentajes de germinación obtenidos fueron bajos. El más alto porcentaje de germinación del 20 % se lo obtuvo con semillas escarificadas mecánicamente, cuyo proceso de germinación inició a los 15 días y se estabilizó a los 45 días. Así mismo, un porcentaje relativamente bajo del 2,22 % presentó el tratamiento testigo (semillas sin escarificar), cuyo proceso de germinación se dio entre los 15 y 30 días. Los otros dos tratamientos correspondientes a la siembra de semillas bajo la escarificación física y química, arrojaron resultados nulos de germinación.

Sin embargo, en comparación con los resultados también nulos de germinación obtenidos por Condoy y Herrera (2011) en el cantón Paltas provincia de Loja, se puede mencionar que en la presente investigación se obtuvo un alto porcentaje de germinación con la escarificación mecánica de semillas (20 %). Estos autores mencionan que los nulos porcentaje de germinación de las semillas de la especie se debe a que las semillas no estaban en condiciones de germinar inmediatamente después de ser cosechadas, por lo que es necesario un período de reposo, que puede ser de aproximadamente seis meses, lo que coincide con argumentado por Chávez y Namoc (1993),

quienes mencionan que cuando la semilla no responde con rapidez a la expansión del embrión en condiciones ambientales favorables, está en período de latencia y que este fenómeno es una característica común de las plantas leñosas.

Estas aseveraciones señaladas por los autores sobre el periodo de reposo o latencia de las semillas de *Bursera graveolens*, se evidencia de una mejor manera en un ensayo de germinación realizado por Namoc (2010) en Morropón, Perú, donde este autor obtuvo el mayor porcentaje de germinación (15,32 %) con semillas cosechadas a los 202 días, es decir a los 6 meses de almacenadas. Cabe señalar que en este estudio se consideró el periodo de reposo por el cual debían pasar las semillas, de tal manera que se colectaron en el mes de julio y previo a la siembra que se realizó en el mes de enero, fueron almacenadas por 6 meses; y, probablemente esta fue una de las razones por la cuales se obtuvo un mejor porcentaje de germinación de las semillas.

Así mismo, otra posible causa que impide obtener altos resultados de germinación, es la alta proporción de semillas infértiles (vanas) al momento de sembrarlas. Bonfil *et al.*, (2008), en un estudio de germinación de semillas de seis especies del género *Bursera* en México, encontraron los siguientes resultados: En *B. grandifolia*, *B. fagaroides* y *B. bipinnata* el porcentaje de semillas vanas fue muy alto (mayor al 75 %), mientras que en *B. copallifera* y *B. bicolor*, esta cifra fue inferior al 45 %. Según Chacoff *et al.*, (2004), mencionan que es posible que factores genéticos como la endogamia, estén relacionados con la producción de semillas vanas, ya que estos individuos endogámicos tienen reducida la capacidad de supervivencia y de reproducción. Así mismo, Johnson (1992), menciona que se debería tomar en cuenta en el momento de la colecta la madurez fisiológica de la semilla, sugiriendo que es mejor recolectar los frutos de *Bursera* cuando ya hayan alcanzado su madurez fisiológica y hayan perdido el pericarpio.

Sin embargo, la alta proporción de semillas vanas en esta especie seguirá siendo una barrera para su propagación sexual, por lo que es necesario realizar estudios de la biología reproductiva de la misma. Así como, también es necesario recurrir a métodos como el uso imágenes de rayos X o el método de la flotación de semillas en el agua, con la finalidad de descartar semillas vanas en la siembra, incrementando de esta manera los porcentajes de germinación.

Propagación asexual de la especie *Bursera graveolens*

Enraizamiento de estacas

A pesar de los cuidados y manejo adecuado que se les proporcionó a las estacas, no se pudo estimular o inducir el enraizamiento de las mismas, Sin embargo, es importante resaltar que se obtuvo la formación de brotes falsos (brotes que se fueron marchitando y secando gradualmente), la formación de estos brotes se debió a las reservas alimenticias intrínsecas, que aún contenían las estacas antes de la siembra. Estos brotes surgieron a los 15 días después de la siembra de las estacas y desaparecieron a los dos meses subsiguientes.

Las hormonas enraizantes Hormonagro 1 y Enraizador H.V, probadas en este ensayo, no lograron inducir el enraizamiento de las estacas, posiblemente sea importante considerar para futuros trabajos de investigación otros factores tales como: la edad y estado fenológico de los árboles, época de recolección de las estacas, fases lunares, condiciones climáticas adecuadas, etc. Así mismo, el tamaño y grosor de las estacas es otro factor que se debería probar a futuro, ya que es común ver en nuestro medio un alto prendimiento de estacas *Spondias purpurea* (cieruelo) de uno a dos metros de longitud y un espesor de 10 a 15 cm, el ciruelo es una especie de madera blanda y

anatómicamente similar a la madera del palo santo, y es muy utilizado para el establecimiento de cercas vivas.

Otro factor importante para el éxito en el enraizamiento de estacas, es la época de recolección de las mismas, ya que Nieto (2005), menciona que la recolección de las estacas se debe realizar al final del periodo de reposo y al inicio del periodo de crecimiento de la planta, es decir cuando las yemas inician su actividad; y, que al ser tratadas con soluciones hormonales e instalarse en un medio adecuado, las yemas ejercen un fuerte estímulo en el brotamiento y enraizamiento.

Quinapallo y Vélez (2013), trabajaron en el enraizamiento de estacas y esquejes de *Caesalpinia glabrata*, *Handroanthus chrysanthus*, *Albizia multiflora*, y *Terminalia valverdeae*, obteniendo resultados negativos, por lo que concluyen que la mayor parte de especies forestales, por ser leñosas tienen un bajo potencial para la reproducción vegetativa.

CONCLUSIONES

- La floración de *Bursera graveolens* ocurrió en el mes de enero marcando un periodo muy corto y transitorio; la fructificación se inició en el mes febrero y declinó en el mes de agosto, alcanzando su mayor intensidad en los meses de febrero, marzo y abril; y, finalmente la defoliación se inició en el mes de abril, alcanzando su máxima intensidad en la mayor parte del año, en los meses de julio, agosto, septiembre, octubre, noviembre y diciembre.
- Los eventos fenológicos de floración, fructificación y defoliación de *Bursera graveolens*, marcaron una relación directa con los cambios de temperatura y precipitación presentes en la zona.
- Para la germinación de semillas de *Bursera graveolens*, el método de escarificación mecánica resultó ser el más efectivo, alcanzando un porcentaje de germinación del 20%.
- Las hormonas enraizantes Hormonagro 1 y Enraizador H.V. no tuvieron un efecto positivo en el enraizamiento de estacas de *Bursera graveolens*, lográndose únicamente la formación de brotes faltos (pseudobrotes) que fueron marchitándose gradualmente.

AGRADECIMIENTOS

A las Autoridades de la Universidad Nacional de Loja, y al Equipo Técnico del Proyecto de Investigación: Generación de protocolos para la propagación *in vivo* e *in vitro* de genotipos élites de especies forestales nativas y promisorias para la reforestación en la región sur del Ecuador, por el apoyo financiero y técnico brindado para la ejecución de la presente investigación.

BIBLIOGRAFIA

Aguirre, Z. y Kvist L. (2005). Composición florística y estado de conservación de los bosques secos del sur-occidente del Ecuador. *Lyonia* Volumen 8(2): 41-63.

- Aguirre, Z. (2012). Especies forestales de los bosques secos del Ecuador. Guía dendrológica para su identificación y caracterización. Proyecto Manejo Forestal Sostenible ante el Cambio Climático. MAE, FAO-Finlandia. Quito, Ecuador.
- Bonfil, C; Cajero, I y Evans, R. (2010). Germinación de semillas de seis especies del género *Bursera* en México. México.
- Chacoff, N; Morales, L y Vaquera, M. 2004. Efectos de la fragmentación sobre la aborción y depredación de semillas en el Chaco Serrano. México.
- Chamba, P. (2014). Estudio fenológico y análisis de calidad de semillas de tres especies forestales nativas, promisorias del bosque seco, provincia de Loja. Tesis de Ingeniería Forestal. Loja – Ecuador.
- Chávez, E. y Namoc, J. (1993). Informe: Inventario Forestal de Bosques Secos de la Comunidad Campesina de Andanjo – IDEAS Piura.
- Condoy, A y Herrera, C. (2011). Fenología y germinación de especies nativas del bosque andino en la comuna Collana-Catacocha, provincia de Loja. Tesis de Ingeniería Forestal. Loja – Ecuador.
- Fournier, L. (1976). El Dendrofenograma, una presentación gráfica del comportamiento fenológico de los árboles. Revista de Biología Tropical. Costa Rica.
- García, J. (2006). Especies forestales útiles del Bosque Petrificado de Puyango. H. Consejo Provincial de Loja, Mancomunidad del PBPP. Loja, Ecuador.
- Johnson, M. (1992). El género *Bursera* (Burseraceae) en Sonora México.
- López, H y Vallodolid, D. (2014). Evaluación de tres tipos de sustratos en la propagación vegetativa por estacas y acodos aéreos de tres especies forestales nativas de la reserva natural el cristal, de la Parroquia San Sebastián, Cantón Loja, Provincia de Loja. Tesis de Ingeniero Forestal. Loja – Ecuador.
- Martos, J; Scarpati, M; Rojas, C y Delgado, G. 2008. Fenología de algunas especies que son alimento para la pava aliblanca *Penelope albipennis*. Lima-Perú. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1727-99332008000200009&script=sci_arttext
- Meza, A. (2013). Monitoreo fenológico de árboles semilleros de diez especies forestales nativas del bosque seco tropical, Estación Experimental Forestal Horizontes, área de conservación Guanacaste, Costa Rica. Tesis para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Forestal. Cartago, Costa Rica.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2014). Plan Nacional de Restauración Forestal 2014 – 2017.
- Ministerio del Ambiente. (2012). Línea Base de Deforestación del Ecuador Continental, Quito-Ecuador.
- Namoc, J. (2010). Ensayos experimentales de propagación y desarrollo del Palo Santo., Centro IDEAS Piura. Piura.

- Nieto, W. (2005). Enraizamiento de estacas de palo santo (*Bursera graveolens* (H.B.K.) Triana & Planchon) mediante la utilización de reguladores de crecimiento en Lambayeque-Perú. Tesis previa a la obtención del Título en Master en Conservación de Recursos Forestales. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima Perú.
- Puecas, M. (2013). Estudio Dendrológico de la especie *Bursera graveolens* - Palo Santo, Tumbes, Perú. Disponible en: <http://www.planteetplanete.org/docs/7/53.pdf>
- Quinapallo, T y Vélez, M. (2013). Propagación sexual y asexual de cuatro especies forestales promisorias del Bosque seco del cantón Zapotillo, provincia de Loja. Tesis de Ingeniería Forestal. Loja – Ecuador.
- Sierra, R. Cerón C., Valencia R., Palacios W. (1999). Propuesta preliminar de un sistema de clasificación de vegetación para el Ecuador continental. Proyecto INEFAN/GEF-BIRF y EcoCiencia. Quito, Ecuador.
- Vázquez, M; Freire, F y Suárez, L. (2005). Biodiversidad en los bosques secos de la zona de Cerro Negro-Cazaderos, occidente de la provincia de Loja: un reporte de las evaluaciones ecológicas y socioeconómicas rápidas. EcoCiencia, MAE y Proyecto Bosque Seco. Quito.
- Vilchez, B; Chazdón, R y Redondo, A. (2004). Fenología reproductiva de cinco especies forestales del Bosque Secundario Tropical. Kurú: Revista Forestal. Costa Rica.