

Efecto de la altura del corte sobre la capacidad de rebrote, crecimiento y supervivencia en *Smallanthus pyramidalis* (Triana) H. Rob

The effect of cutting height on the resprouting capacity, growth and survival in *Smallanthus pyramidalis* (Triana) H. Rob

Angélica María Cogollo-Calderón¹, Patricia Velasco-Linares²

Resumen

Objetivo: Analizar la capacidad de rebrote, crecimiento y supervivencia después de un evento de remoción de biomasa aérea en *Smallanthus pyramidalis* (Triana) H. Rob., especie colonizadora, potencial para usar en restauración ecológica y en sistemas silvopastoriles de los Andes colombianos.

Metodología: Se seleccionaron individuos aleatoriamente en una parcela de 120 m² y se realizaron dos tratamientos (T1 y T2) más el testigo (T3). En T1 se realizó corte del tallo a 50 cm del suelo y en T2 a 100 cm del suelo y se evaluó a lo largo de un año la longitud de rebrotes, diámetro y altura del tallo después del corte, número de hojas, área foliar, proporción de hojas depredadas y porcentaje de supervivencia, para comparar la respuesta de estas variables frente a la remoción de biomasa aérea a diferentes alturas de corte.

Resultados: Se observó que al año los rebrotes alcanzaron más de 100 cm de longitud, área foliar de 350 cm² y supervivencia de individuos por tratamiento mayor al 75. La altura del corte no está relacionada con la longitud que alcanzaron los rebrotes ni con el crecimiento en diámetro de los tallos ($p > 0,005$) lo que puede implicar un compromiso (*trade-off*) con el crecimiento de la planta, pero sí se relaciona con el área foliar y el número de hojas producidas.

Palabras clave: Disturbio, Ecosistema altoandino, Especie colonizadora, Restauración ecológica, Sucesión.

Abstract

Objetivo: Analyze the resprouting capacity, growth and survival after an event of removal of aerial biomass in *Smallanthus pyramidalis* (Triana) H. Rob., colonizing specie, potential for use in ecological restoration and silvopastoral systems of the Colombian Andes. **Methods:** Individuals were randomly selected in a plot of 120 m² and two treatments were carried out (T1 and T2) with 20 replications each. In T1 the stem was cut at 50 cm from the soil and in T2 at 100 cm from the soil, and we evaluated the length of shoots, diameter and height of the stem after cutting, number of leaves, leaf area, proportion of predated leaves and percentage of survival, to compare the response of these variables against the removal of aerial biomass at different cutting heights. **Results:** It was observed that after one year, the sprouts reached more than 100 cm in length, foliar area of 350 cm² and survival of individuals by treatment greater than 75%. The height of the cut is not related to the length reached by the sprouts or with the growth in diameter of the stems ($p > 0.005$) which may imply a compromise (*trade-off*) with the growth of the plant, but if it is related to the foliar area and the number of leaves produced.

Keywords: Colonizing species, Disturbance, Ecological restoration, High-Andean ecosystem, Succession.

Introducción

Los ecosistemas son dinámicos y los disturbios hacen parte de los procesos naturales, que son el eje

motor de la sucesión (White, 1979; Bratton *et al.*, 1980; Sousa 1984). Pueden ser de origen endógeno o exógeno y generan eventos de remoción de biomasa donde se liberan recursos que son utilizados por orga-

* Parques Nacionales Naturales de Colombia, Dirección Territorial Andes Nororientales, Colombia.

e-mail: angelica.cogollo.c@gmail.com

Bosques y Semillas SAS. e-mail: atriciavelascolinares@gmail.com

Fecha recepción: Febrero 26, 2016

Fecha aprobación: Enero 10, 2018

Editor Asociado: Quinto Mosquera H

nismos colonizadores o sobrevivientes del disturbio. Después de ocurrido un disturbio en un ecosistema, muchas plantas tienen la capacidad de responder a determinados daños produciendo nuevas ramas (rebrotos) a lo largo del tallo o de la raíz remanente (Vita, 1996). Esto es importante a la hora de seleccionar especies vegetales a incluir en programas de recuperación de áreas degradadas, porque da una idea de cómo las especies se comportan ante condiciones de estrés y perturbaciones.

Según Calvo *et al.* (2002), es la capacidad de rebrote lo que ha permitido mantener la estructura florística de las comunidades vegetales convirtiéndose en una estrategia vital para la persistencia de las especies porque representa una vía dominante en la regeneración de muchas comunidades de plantas (Poorter *et al.*, 2010). Esta capacidad puede variar durante el crecimiento de la planta, la disponibilidad de nutrientes, la energía almacenada (Bell y Ojeda, 1999) y presenta distintas respuestas dependiendo de la especie y la forma de vida (Paciorek *et al.*, 2000; Verdaguer *et al.*, 2000; Martinková *et al.*, 2004).

Smalanthus pyramidalis (Triana) H. Rob. (sinónimos: *Polymnia pyramidalis* Triana, *Polymnia eurylepis* S.F. Blake) es una planta perteneciente a la familia Asteraceae que se distribuye geográficamente en el norte de Suramérica desde Perú hasta Venezuela entre los 1.700 a 3.000 m de elevación. En Colombia se encuentra en las cordilleras Central y Oriental donde se le conoce con el nombre de “arboloco”. Según Pinzón (2009) *S. pyramidalis* es una especie heliófita, pionera y pedogenética de gran importancia en procesos de restauración ecológica, que induce la supresión de gramíneas invasoras y contribuye a la recuperación de la fertilidad de los suelos gracias al aporte de hojarasca que proporciona constantemente, además presenta una alta producción de semillas, formación de bancos de plántulas y es de fácil propagación (Flórez *et al.*, 2011), empleándose también como cerca viva, barrera rompeviento y especie forrajera y de alto valor nutritivo (Belálcazar y Narváez, 2008; Patiño y Burgos, 2010; Aguirre y Cabrera, 2010)

El objetivo de la investigación fue estudiar el efecto de la altura del corte sobre la producción de biomasa en *Smalanthus pyramidalis*, evaluando la capacidad de rebrote, crecimiento y también la supervivencia después del evento, para que, de esta

forma, contribuir al fortalecimiento de la base teórica fundamental de la ecología de la restauración porque muchas comunidades de plantas generan rebrotos para reproducirse bajo condiciones ambientales adversas y de continuos disturbios, además de incentivar el uso de *S. pyramidalis*, pues su carácter multipropósito le da un valor agregado a la hora de considerar especies para iniciar procesos de restauración y sistemas silvopastoriles en los Andes colombianos.

Metodología

Área de estudio. La parcela experimental está ubicada en el Santuario de Fauna y Flora (SFF) Bosque Las Mercedes, vereda Chorrillos, localidad de Suba, en la zona rural del Distrito Capital a 2.554 m entre los 4°46' latitud N 74°05' longitud W, con precipitación media anual de 889,2 mm y temperatura media de 13.1°C (Arévalo, 2012).

Este bosque es un relicto de 11,23 ha en inmediaciones del Cerro Manjuy del municipio de Cota, los cerros de Suba y La Conejera, el humedal La Conejera y la quebrada La Salitrosa, declarado como Santuario Distrital de Fauna y Flora de Bogotá (Decreto 190 de 2004). De acuerdo con la clasificación de Holdridge, la zona corresponde al piso altitudinal de bosque andino montano bajo (bh-MB), de planicie lacustre inundable y valle aluvial del río Bogotá, con un régimen de precipitación entre semi-seco a semi-húmedo.

Los tipos de suelos presentados en el SFF son en su totalidad suelos de terraza baja en planicie lacustre (PlTa) debido a que se localizan en un clima húmedo con un relieve plano y con pendientes de 0° a 2°.

Los suelos están formados por arcillolitas y otros depósitos de origen lacustre y son ligeramente ácidos, lo que puede dificultar la retención de nutrientes como sodio, potasio, calcio y magnesio. La densidad aparente es baja, con excelente porosidad y no salinos. Contienen y retienen un alto porcentaje de agua y presentan un alto porcentaje de materia orgánica lo que puede aumentar la cantidad de nutrientes en el suelo, favoreciendo el desarrollo de la microfauna edáfica. La textura es franco-arenosa y su estructura es migajosa, con condiciones adecuadas para el establecimiento de plantas.

Selección de individuos. Se seleccionaron 60 individuos de *S. pyramidalis* que presentaron diámetro y alturas similares, en una parcela de 120 m²

en el sector sur del SFF Bosque Las Mercedes. Se realizaron dos tratamientos que correspondieron a la remoción de la biomasa aérea a diferentes alturas de corte: el primero (T1) a 50 cm del suelo, el segundo (T2) a 100 cm y el tratamiento testigo, al que no se le hizo ningún corte. Por cada tratamiento se realizaron 20 repeticiones y 20 del tratamiento testigo.

La parcela se delimitó y los individuos de *S. pyramidalis* se georeferenciaron y se marcaron consecutivamente. Antes de realizar la remoción de la biomasa aérea, con una cinta métrica se tomaron las alturas totales de los individuos (medida desde la base de la planta hasta la base del pecíolo de la última hoja emitida) y la cintura del tallo a la altura del pecho (1,30 m).

El corte se realizó teniendo precaución que no fisurara el tallo, es decir, lo más liso posible y levemente inclinado. Para los individuos en donde el corte no se hizo en el entrenudo, se ubicaron copas plásticas transparentes en el extremo superior del vástago para evitar la entrada de agua lluvia y por ende la pudrición, porque el tallo por dentro es una cavidad.

Variables evaluadas. Entre marzo del 2013 a marzo del 2014 se registraron cada mes: i) número y longitud de los rebrotes; ii) diámetro y altura de los tallos después del corte; iii) número de hojas producidas; iv) área foliar; v) proporción de hojas depredadas; vi) porcentaje de supervivencia.

El área foliar se determinó para todas las hojas presentes en cada individuo por tratamiento; sin embargo, para el análisis de crecimiento se tomaron por individuo las cinco hojas con los valores más altos de largo y ancho, para determinar un promedio por individuo.

Mensualmente se registró el número de rebrotes emergidos y el número de hojas totales presentes en los individuos, y se determinó la proporción de hojas depredadas, es decir, cuando la hoja estaba incompleta en más de un 10% y no presentaba necrosamiento. Además, para entender mejor el proceso de herbivoría en las hojas de *S. pyramidalis*, se realizaron análisis cualitativos para determinar la presencia de metabolitos secundarios a través de las pruebas de Dragendorff (para alcaloides) Salkowski y Liebermann- Burchard (para esteroides y/o triterpenos), cloruro férrico (para taninos), Shinoda (para flavonoides), comportamiento ácido-base (para quinonas) y se cuantificó el nitrógeno foliar a partir de un gramo de muestra seca a través

del método Kjeldahl (AOAC, 2000). Finalmente, se estimó la función de supervivencia a través del método no paramétrico de Kaplan-Meier (1958).

Análisis de los datos. El diámetro del tallo (DT) se calculó a través de la ecuación $DT = CT/\pi$, donde CT es la circunferencia del tallo. El área foliar se determinó como el producto del largo por el ancho de la hoja, pues según Cabezas-Gutiérrez *et al.* (2009) el producto de la multiplicación de las medidas de longitud y ancho de las hojas puede proveer estimaciones de alta precisión para la determinación rápida y económica del área foliar en plantas. La proporción de hojas depredadas se determinó a través de la ecuación $P_p: H_p/H_t$ (Ramos y García, 2008), donde H_p hace referencia al número de hojas con depredación y H_t el total de hojas.

Se evaluó la tasa de crecimiento relativo (TCR) mediante la ecuación propuesta por Leopold y Kriedemann (1975), $TCR = (\ln f - \ln i) / (T_2 - T_1)$, donde el valor de la TCR es igual al crecimiento neto, que se halla por medio de la diferencia del logaritmo del valor final ($\ln f$) menos el logaritmo del valor inicial ($\ln i$), dividido en el tiempo de muestreo (días). Este valor se calculó para el crecimiento en longitud de los rebrotes, el DAP, la altura del tallo y el área foliar de los individuos de los tratamientos seleccionados. Esta TCR se ajustó a diferentes modelos matemáticos con ayuda del software de análisis estadístico STATISTICA versión 8.0 (StatSoft, 2004).

Finalmente, para evaluar la normalidad de los parámetros se usó la prueba de Shapiro-Wilk y como no cumplieron los supuestos de normalidad, se realizó una prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis para determinar si existían diferencias significativas entre los tratamientos.

Resultados

Cantidad y longitud de los rebrotes. En términos generales la altura del corte no afectó el rendimiento en la producción ni altura de los rebrotes. El número promedio mensual de rebrotes fue 3,28 (DS=1,32) para el T1 y 3,49 (DS=1,45) para el T2 y no se presentaron diferencias significativas ($p=0,48$). La longitud de los rebrotes aumentó progresivamente a través del tiempo, independientemente del tratamiento, lo cual indica una gran actividad meristemática. Se resalta que al año, el T1 alcanzó una longitud promedio

de 99,9 cm (DS=64,57), mientras que el T2 registró 110 cm (DS=57,18), lo que representa un aumento mensual de 8,32 cm en el T1 y 9,16 cm en el T2. La dinámica del crecimiento en altura de los rebrotes se ajustó a un modelo lineal ($r^2=0,96$ para el T1 y $r^2=0,98$ para el T2) (Figura 1) y no se presentaron diferencias significativas en cuanto a longitud de los rebrotes en los dos tratamientos ($p=0,62$).

Diámetro del tallo. El diámetro inicial del tallo de los individuos del T1, T2 y el testigo, comprendió valores desde 2,54 hasta 2,77 cm (Tabla 1). Un año después de realizar la remoción de la biomasa aérea a través de los cortes, el valor promedio del diámetro fue 3,10 cm (DS=0,36) para

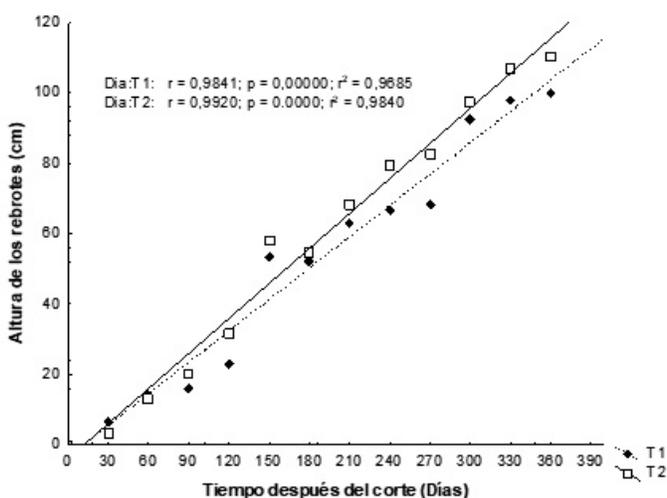


Figura 1. Dinámica del crecimiento en altura de los rebrotes para el T1 y T2.

Tabla 1. DAP y alturas promedio iniciales para los tres tratamientos

	DAP (cm)	ALTURA (m)
T1	2,77 (DS=0,32)	3,33 (DS=0,69)
T2	2,72 (DS=0,65)	3,39 (DS=0,77)
T3	2,54 (DS=0,63)	3,73 (DS=0,62)

el T1, 3,30 cm (DS=0,80) para el T2 y 4,13 cm (DS=0,58) para el testigo y el crecimiento mensual en promedio fue de 0,02 cm (DS=0,03) para el T1, 0,04 (DS=0,07) cm para el T2 y 0,13 cm (DS=0,09) para el testigo.

La tasa de crecimiento en diámetro del tallo fue variable a través del tiempo (Tabla 2) y no se presentaron diferencias

significativas entre T1 y T2 ($p=0,29$), pero sí con el testigo. En el análisis de regresión simple entre el diámetro del tallo y la longitud de los rebrotes, se obtuvo un $R^2=0,05$ ($p=0,43$) en el T1 y un $R^2=0,069$ ($p=0,34$) en el T2 indicando que no hay relación entre estas dos variables, es decir, los diámetros más grandes no influyen en la longitud del rebrote.

Área foliar. En cuanto al crecimiento de las hojas, ambos tratamientos alcanzaron valores de área foliar de más de 350 cm². Este crecimiento se ajustó a un modelo exponencial con $r=0,96$ ($p=0,00$) para el T1 y $r=0,97$ ($p=0,00$) para el T2. Cabe resaltar que existen diferencias significativas entre los tratamientos ($p=0,04$), siendo el T2 el que presenta individuos con mayor área foliar (Figura 2).

El promedio mensual de crecimiento en área foliar fue de 30,10 cm² (DS=33,9) para el T1 y 45,06 cm² (DS=49,4) para el T2.

Altura del tallo. Los registros de esta variable se reportan para el tratamiento testigo, porque los tratamientos T1 y T2 no presentaron aumentos considerables en altura del tallo después de removida su biomasa aérea (el crecimiento estaba representado en los rebrotes). La altura anual para el T3 (testigo) fue en promedio 137,5 cm (DS=87,6) que corresponde a un crecimiento de 11,45 cm de longitud al mes.

Número de hojas producidas. Existen diferencias significativas entre los tratamientos ($p=0,01$), que

Tabla 2. TCR en diámetro (cm mes⁻¹)

Días	T1	T2	T3
30	0,007	0,022	0,100
60	0,042	0,098	0,050
90	0,007	0,012	0,010
120	0,002	0,009	0,008
150	0,005	0,005	0,139
180	0,010	0,009	0,048
210	0,011	0,007	0,022
240	0,020	0,008	0,047
270	0,004	0,008	0,005
300	0,003	0,011	0,045
330	0,000	0,001	0,004
360	0,001	0,001	0,005

T1: corte a 0,5 m T2: corte a 1 m T3: testigo

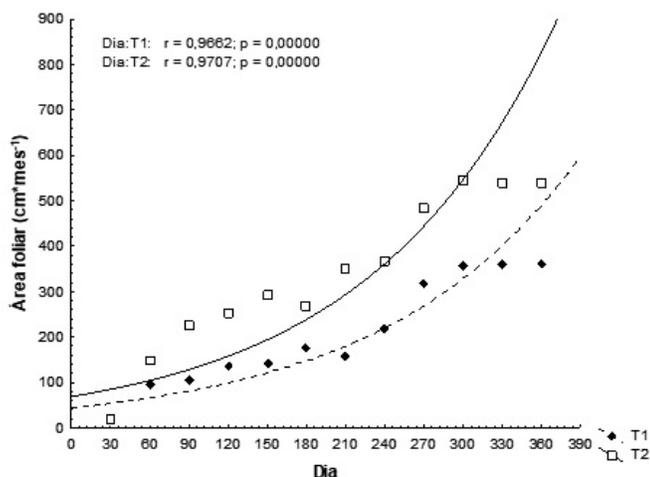


Figura 2. Dinámica del área foliar a través del tiempo para el T1 y T2.

se refleja en una mayor producción de hojas en el T2 (Figura 3), lo cual se podría atribuir a un mayor número de yemas debajo de la línea del corte (un metro en el T2). El promedio de hojas reportadas mensualmente fue 16,25 (DS=3,84) hojas en el T1 y 20,15 (DS=4,1) hojas en el T2.

Proporción de hojas depredadas. La prueba estadística muestra que no hay diferencias significativas entre la depredación de hojas en los dos tratamientos ($p=0,665$); sin embargo, la proporción de hojas depredadas fue más baja los primeros días después de ocasionado el disturbio (entre el 10% y el 30%), es decir, cuando las hojas se encontraban más jóvenes. Es importante resaltar que el estado fitosanitario de los individuos de *S. pyramidalis* fue bueno durante el ensayo y puede estar relacionado con la diversidad de especies alrededor, pues en esta zona, el Jardín Botánico José Celestino Mutis adelanta la estrategia

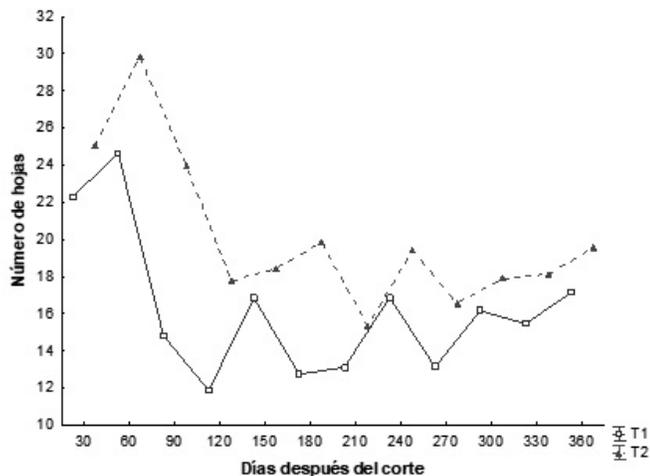


Figura 3. Número de hojas registradas cada mes.

de restauración ecológica a través de la reintroducción de individuos de diferentes especies nativas.

Metabolitos secundarios y contenido de nitrógeno. Se realizaron seis pruebas cualitativas para evaluar los metabolitos secundarios presentes en el extracto de hojas de *S. pyramidalis*, la cual dio negativa para flavonoides, alcaloides y saponinas (Tabla 3). El análisis para determinar el contenido de nitrógeno foliar arrojó valores promedio superiores a 8% ($8,72\% \pm 0,82$) muy por encima del promedio que presentan algunas especies forrajeras en los trópicos.

Supervivencia. La altura del corte no influyó en la supervivencia de los individuos, pues no se registraron diferencias significativas entre T1 y T2. Se reconocieron como individuos muertos aquellos que inicialmente presentaron una coloración verde oscura y que culminó con la presencia de tejido necrosado en su totalidad. Durante el año del estudio la supervivencia para los tres tratamientos fue mayor a 75% (Figura 4), siendo el tratamiento testigo el menos afectado, con el que sí se presentaron diferencias significativas ($p=0,049$). El 80% del total de individuos muertos, murieron entre los meses de mayo a junio, por lo que no se pudo establecer un patrón de mortalidad asociado con la precipitación.

Discusión

En ambos tratamientos T1 y T2, se presentó el mayor número de rebrotes aproximadamente 90 días después de realizar el corte, quizá debido a la liberación de hormonas que activan la generación de yemas axilares o, como en el caso de *S. officinarum*, se despiertan las yemas axilares durmientes (Ortiz-Morea *et al.*, 2013). No se presentaron diferencias significativas en la cantidad y longitud promedio de los rebrotes generados después de la remoción de la biomasa del tallo, lo cual puede estar determinado por factores como la presencia de un área adecuada de tejido parenquimático reservante y de tejido meristemático activo, y la capacidad de movilización y utilización de las reservas de carbohidratos entre las diferentes partes de la planta, aspectos necesarios para el desarrollo del rebrote (Francisco y Simón, 2001).

En cuanto a la débil relación encontrada entre la longitud del rebrote y el diámetro del tallo en los dos tratamientos, concuerda con lo reportado por Ramírez (en prensa) para *S. pyramidalis* en el sector nororien-

Tabla 3. Metabolitos secundarios en hojas de *Smallanthus pyramidalis*

Metabolito	Prueba	Extracto <i>Smallanthus pyramidalis</i>
Alcaloides	Dragendorff	-
Terpenos y esteroides	Salkowski Liebermann	++
Taninos	FeCl ₃ Gelatina-Sal	+ +
Flavonoides	Shinoda	-
Quinonas	Zn/HCl Zn/NaOH	+ +
Saponinas	Espuma	-

Convenciones: - negativo + positivo ++ positivo

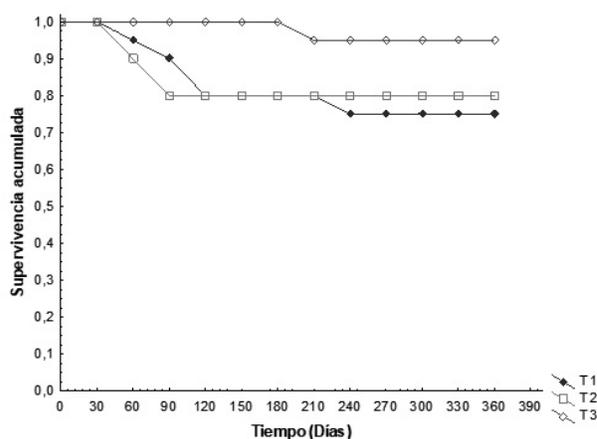


Figura 4. Curva de supervivencia en *Smallanthus pyramidalis* para los distintos tratamientos de altura de corte.

tal del embalse de Chisacá, es decir, el diámetro del tallo no está relacionado con el crecimiento altura del rebrote. Por otro lado, el crecimiento anual en altura es similar al encontrado en el estudio realizado por Pinzón (2009) donde determinó que *S. pyramidalis* tiene un crecimiento anual de 1,66 m.

El área foliar de *Smallanthus pyramidalis* (>350 cm²) se puede relacionar con una gran actividad fotosintética, porque según Weiher *et al.* (1999) una tasa de crecimiento rápido se ve representado en áreas foliares grandes, por lo tanto, con un mayor aprovechamiento de luz (Garnier *et al.*, 2001). Una planta que invierte más en tejido foliar como *S. pyramidalis*, tendrá un crecimiento más rápido, patrón descrito para otras especies de árboles de etapas sucesionales tempranas, en donde hay una alta producción de hojas, que son reemplazadas constantemente (Opler

et al., 1980). Esto concuerda con lo reportado por Cornelissen *et al.* (1996), Wright y Westoby (2001) y Antúnez *et al.* (2001) en donde han encontrado una correlación positiva entre la tasa de crecimiento de plantas y la proporción de hoja.

La proporción de hojas predadas fue alta (entre 50% y 70%), hecho que puede ser explicado ya que *S. pyramidalis* al ser una especie de estado sucesional temprano y de crecimiento rápido, presenta una menor inversión en defensa, es decir, tiene una menor cantidad de metabolitos secundarios. Los metabolitos secundarios (terpenos, taninos, fenoles, entre otros), tienen una función asociada con la defensa de la planta, en particular, contra el ataque de animales herbívoros como los insectos (Dirzo, 1986). Una alta herbivoría como la encontrada en *S. pyramidalis*, se puede atribuir a que los recursos de la planta se asignan a la producción de tejidos que permiten escapar pronto de los tamaños pequeños, pero con el costo de quedar susceptibles a la acción de los herbívoros y patógenos (Casallas-Pabón *et al.*, 2010).

Conclusiones

- *Smallanthus pyramidalis* es una especie con gran capacidad de generación de rebrotes vegetativos como mecanismo de recuperación, lo cual es una respuesta importante frente a las diferentes perturbaciones a las que están sometidos los ecosistemas. La rápida generación de rebrotes presentada por la especie, es una buena estrategia cuando no existen los suficientes recursos para producir semillas,

por lo cual este atributo es útil a la hora de elegir especies para incluir en los diseños de restauración ecológica de ecosistemas altoandinos y en arreglos silvopastoriles, porque las ramas, hojas y rebrotes proporcionan alimento a los animales y un manejo adecuado es fundamental para lograr una mayor estabilidad en la producción de biomasa a través de todo el año. En este sentido, es importante considerar la altura de corte para aumentar el rendimiento en la producción de hojas y a la vez mejorar la recuperación de los suelos a través del aporte de hojarasca que proporciona constantemente *Smallanthus pyramidalis*.

- El alto contenido de nitrógeno, indica potencialidades de esta especie como banco de proteína, porque el nitrógeno puede actuar como indicador de calidad nutricional del forraje, y además se relaciona con la preferencia de consumo por los bovinos (Pérez *et al.*, 2013). La baja cantidad de metabolitos secundarios presentes en las hojas de *S. pyramidalis*, sumado al alto contenido de nitrógeno foliar registrado, podrían aumentar las cualidades gustativas de la planta, lo cual se evidencia en una alta herbivoría.
- Finalmente, es importante conocer el comportamiento en cuanto a crecimiento de los rebrotes, producción de hojas, herbivoría y tasas de supervivencia, frente a eventos de disturbios, con el fin de que se planteen adecuadas estrategias de restauración ecológica basadas en la historia natural de las especies y sus respuestas frente a las perturbaciones. Esta especie al ser nativa, pionera y heliófita de crecimiento rápido es recomendable como precursora en la recuperación de áreas degradadas; además, podría funcionar como abono verde, debido a su rápida descomposición de la hojarasca y aporte de nutrientes al suelo.

Agradecimientos

Al equipo de restauración ecológica y al Laboratorio de Bromatología del Jardín Botánico José Celestino Mutis, por la colaboración prestada en el desarrollo de esta investigación. Este trabajo hace parte de las obligaciones del contrato de prestación de servicios N° JBB 634 de 2013.

Literatura citada

- Alcaldía Mayor de Bogotá. Decreto 190 de 2004. Disponible en: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=13935&dt=S>
- Aguirre J, Cabrera A. 2010. *Evaluación de la calidad nutricional del ensilaje de (Sambucus peruviana, Smallanthus pyramidalis y Acacia decurrens) en minifundios del municipio de Cumbal, Nariño, Pasto, Colombia.* (Trabajo de grado). Facultad de Ciencias Pecuarias, Universidad de Nariño; 119 pp.
- Antúnez I, Retamosa EC, Villar R. 2001. Relative growth rate in phylogenetically related deciduous and evergreen woody species. *Oecologia* 128 (2): 172-80. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28547465>
- AOAC 2000. *Official Methods of Analysis of AOAC International, Method 992.23, 17th Edition.* Washington, DC: Association of Official Analytical Chemist of AOAC International.
- Arévalo L. (2012). *Informe de investigación de la caracterización física del bosque las Mercedes (localidad de Suba), para el desarrollo de procesos de restauración ecológica.* Bogotá: Jardín Botánico José Celestino Mutis, Contrato JBB-SC N° 954-2012.
- Belalcázar L, Narváez O. 2008. *Valoración nutritiva del forraje colla negra (Smallanthus pyramidalis), en mezcla con pasto kikuyo (Pennisetum clandestinum), en la alimentación de cuyes (Cavia porcellus), fases de levante y engorde.* (Trabajo de grado). Pasto: Facultad de Ciencias Pecuarias, Universidad de Nariño; 65 pp.
- Bell TL, Ojeda F. 1999. Underground starch storage in *Erica* species of the Cape Floristic Region - differences between seeders and resprouters. *New Phytol Trust.* 144 (1): 143-52. Disponible en: <https://nph.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1046/j.1469-8137.1999.00489.x>
- Bratton SP, Mathews Jr. RC, White PS. 1980. Agricultural area impacts within a natural area: Cades cove, a case history. *Environmental Management.* 4 (5): 433-48. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF01869654>
- Cabezas-Gutiérrez M, Peña F, Duarte HW, Colorado JF, Lora Silva L. 2009. Un modelo para la estimación del área foliar en tres especies forestales de forma no destructiva. *Rev UDCA Act Div Cient.* 12 (1): 121-30. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v12n1/v12n1a13.pdf>
- Calvo L, Tarrega R, Luis E. 2002. Regeneration patterns in a *Calluna vulgaris* heathland in the Cantabrian mountains (NW Spain): effects of burning, cutting and ploughing. *Acta Oecol.* 23 (2): 81-90. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1146609X02011372>
- Casallas-Pabón D, Rojas-Zamora O, Insuasty-Torres J. 2010. Variación de la herbivoría y pruebas de aceptabilidad en plantas con estrategias de crecimiento rápido y lento. *En: Interacciones planta-animal: Ecología evolutiva y conservación.* Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. Disponible en: <http://www.ciencias.unal.edu.co/uncien->

- [cias/data-file/user_25/file/INFORME%20FINAL%20CURSO%20DIRZO.pdf](#)
- Cornelissen JHC, Castro-Díez P, Hunt R. 1996. Seedling growth, allocation and leaf attributes in a wide range of woody plant species and types. *J Ecol.* 84 (5): 755-65. Disponible en: https://www.jstor.org/stable/pdf/2261337.pdf?seq=1#page_scan_tab_contents
- Dirzo R. 1986. *Insectos y plantas: protagonistas de una historia de la vida*. México, DF: Secretaría de Educación Pública, Dirección General de Publicaciones y Medios; pp. 35-7.
- Flórez G, Núñez O, Núñez M, Ramírez L, Ramírez M, Zusunaga J. 2011. *100 plantas útiles del páramo Rabanal. Guía para comunidades rurales*. Disponible en: <http://www.humboldt.org.co/es/j2d/item/370-100-plantas-utiles-del-paramo-rabanal-guia-para-comunidades-rurales>
- Francisco AG, Simón L. 2001. Estudios del nivel de poda en una plantación de *Leucaena leucocephala* CNIA-250. *Pastos y Forrajes*. 24 (2): 139. Disponible en: <https://payfo.ihatuey.cu/index.php?journal=pasto&page=article&op=view&path%5B%5D=911&path%5B%5D=413>
- Garnier E, Shipley B, Roumet C, Laurent G. 2001. A standardized protocol for the determination of specific leaf area and leaf dry matter content. *Funct Ecol.* 15 (5): 688-95. Disponible en: <https://doi.org/10.1046/j.0269-8463.2001.00563.x>
- Kaplan EL, Meier P. 1958. Nonparametric estimation from incomplete observations. *J Am Statist Assoc.* 53 (282): 457-81. Disponible en: https://www.jstor.org/stable/2281868?seq=1#page_scan_tab_contents
- Leopold A, Kriedemann P. 1975. *Plant growth and development*. New Delhi: Tata McGraw-Hill; 545 pp.
- Martinková J, Koevarová M, Klimešová J. 2004. Resprouting after disturbance in the short-lived herb *Rorippa palustris* (Brassicaceae): an experiment with juveniles. *Acta Oecol.* 25 (3): 143-50. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.actao.2003.12.004>
- Opler PA, Baker HG, Frankie GW. 1980. Plant reproductive characteristics during secondary succession in neotropical lowland forest ecosystems. *Biotropica.* 12 (2): 40-6. Disponible en: https://www.jstor.org/stable/2388155?seq=1#page_scan_tab_contents
- Ortiz-Morea F, Vicentini R, Silva G, Silva E, Carrer H, Rodrigues A, Nogueira F. 2013. Global analysis of the sugarcane microtranscriptome reveals a unique composition of small RNAs associated with axillary bud outgrowth. *J Exp Bot.* 64 (8): 2307-20. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23564956>
- Paciorek CJ, Condit R, Hubbell SP, Foster RB. 2000. The demographics of resprouting in tree and shrub species of a moist tropical forest. *J Ecol.* 88 (5): 765-77. Disponible en: <https://besjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1046/j.1365-2745.2000.00494.x>
- Patiño J, Burgos D. 2010. *Evaluación de diferentes niveles de proteína con la inclusión de harina de colla negra (Sma-*
- llanthus pyramidalis) en el levante y engorde de cuyes (Cavia porcellus)*. (Trabajo de grado). Pasto: Facultad de Ciencias Pecuarias, Universidad de Nariño.
- Pérez N, Ibrahim M, Villanueva C, Skarpe C, Guerin H. *Rasgos funcionales que determinan la calidad nutricional y preferencia de leñosas forrajeras en sistemas de alimentación ganadera en zonas secas*. VII Congreso Latinoamericano de Sistemas Agroforestales para a Produção Pecuária Sustentável. Disponible en: <https://bit.ly/2En13qt>
- Pinzón EG. 2009. Activación de la sucesión vegetal de especies promisorias, parcela experimental permanente vereda Pueblo Viejo parte alta Facatativá (Colombia). *Rev Bras Agroecol.* 4 (2): 4021-22. Disponible en: <http://revistas.aba-agroecologia.org.br/index.php/cad/article/view/5018/3653>
- Poorter L, Kitajima K, Mercado P, Chubiña J, Melgar I, Prins HHT. 2010. Resprouting as a persistence strategy of tropical forest trees: relations with carbohydrate storage and shade tolerance. *Ecology.* 91(9): 2613-27. Disponible en: <https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1890/09-0862.1>
- Ramos C, García MR. 2008. Dinámica del daño foliar en plántulas de *Drimys granadensis* (Winteraceae) y *Clusia multiflora* (Clusiaceae) en el bosque altoandino de la Cordillera Oriental colombiana. *Rev Biol Trop.* 56 (3): 1087-100. Disponible en: <http://www.scielo.sa.cr/pdf/rbt/v56n3/art10v56n3.pdf>
- Sousa WP. 1984. The role of disturbance in natural communities. *Ann Rev Ecol Syst.* 15: 353-91. Disponible en: https://www.jstor.org/stable/2096953?seq=1#page_scan_tab_contents
- Statsoft INC. 2004. STATISTICA (data analysis software), version 7. Disponible en: <http://www.statsoft.com>
- Verdaguer D, García-Berthou E, Pascual G, Puigderrajols P. 2000. Sprouting of seedlings of three Quercus species in relation to repeated pruning and the cotyledonary node. *Aust J Bot.* 49 (1): 67-74. Disponible en: doi: 10.1071/BT00001
- Vita A. 1996. *Los tratamientos silviculturales*. 2ª ed. Santiago de Chile: Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad de Chile; 147 pp.
- Weihner E, van der Werf A, Thompson K, Roderick M, Garnier E, Eriksson O. 1999. Challenging Theophrastus: A common core list of plant traits for functional ecology. *J Veg Sci.* 10 (5): 609-620.
- White PS. 1979. Pattern, process, and natural disturbance in vegetation. *Bot Rev.* 45 (3): 229-99. Disponible en: https://www.jstor.org/stable/4353953?seq=1#page_scan_tab_contents
- Wright IJ, Westoby M. 2001. Understanding seedling growth relationships through specific leaf area and leaf nitrogen concentration: generalisations across growth forms and growth irradiance. *Oecologia.* 127 (1): 21-9. doi: 10.1007/s004420000554