

LOS RESTOS QUE NO SOBРАН EN EL BOSQUE: INDAGANDO ENTRE TRONCOS Y HOJARASCA

Silvia Clarisa Zaninovich^{1,2}; Carolina Paola Trentini¹; José Luis Fontana²; Ma. Genoveva Gatti¹

Palabras clave: Detritos, Ecosistema, Manejo

Los detritos, aunque a veces imperceptibles, son un componente esencial del bosque. Cumplen funciones ecológicas indispensables, como albergar innumerables especies, proveer protección al suelo, regular procesos de ciclado de nutrientes y ser importantes reservorios de carbono y agua. Si bien sabemos que las actividades humanas los alteran, no conocemos cómo cambian y cuáles son las consecuencias de estos cambios. Es necesario estudiarlos y comenzar a tenerlos en cuenta a la hora de generar políticas y estrategias de manejo sostenible.

Dice un dicho popular: “no dejes que el árbol te impida ver el bosque”, pues cuando uno se introduce en la espesura, fascinado por los grandes árboles, las lianas, hierbas y arbustos y los huidizos animales que tiene oportunidad de ver y oír, comúnmente pierde de vista otras cosas por ser menos llamativas, aunque son imprescindibles para

que un bosque luzca y funcione tal cual lo vemos. Todas las partes que lo componen interactúan para su funcionamiento y esas interacciones son fundamentales para que este ecosistema permanezca en el tiempo y albergue la gran cantidad de especies que lo caracterizan. Si una parte se ve perjudicada y pierde la capacidad de cumplir las funciones que realizaba, es posible que todo nuestro bosque empiece a cambiar y, en el peor de los casos, que a la larga deje de ser un bosque.

¿Qué son los “detritos”?

Entre los componentes menos llamativos del bosque están los árboles muertos en pie, los troncos y ramas caídos, y el amplio manto colorido de hojarasca que cubre el suelo (Figura 1). Todo este material vegetal muerto, también llamado “detritos” o “necromasa”, se encuentra en una amplia variedad de tamaños. La necromasa se clasifica en (1) mantillo, que es la hojarasca fina sobre el suelo, como hojas, flores, frutos,

¹ Instituto de Biología Subtropical. Universidad Nacional de Misiones-CONICET; Bertoni 85, Puerto Iguazú, Mnes.

² Grupo Ecología y Restauración de la UNNE. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura – Universidad Nacional del Nordeste; Av. Libertad 5460, Corrientes.

Silvia Clarisa Zaninovich^{1,2} (Lic. en Ciencias Biológicas), TE ++54 0379 15 44228842. > sczaninovich@gmail.com

Carolina Paola Trentini¹ (Lic. en Ciencias Biológicas), TE ++54 011 15 68905186. > carolina_trentini@yahoo.com

José Luis Fontana² (Docteur en Sciences), TE ++54 03794 15 223451. E-mail jlfontana@yahoo.com

Ma. Genoveva Gatti¹ (Doctora en Ciencias Biológicas), TE ++54 03757 15 530130. E-mail: genogatti@gmail.com

semillas, ramitas y restos leñosos con diámetros menores a 2 cm, y (2) detritos leñosos gruesos, como restos de madera y troncos en pie o caídos mayores a 2 cm (19).

La vida en los detritos del bosque

Si por curiosidad uno mueve un tronco caído o levanta la hojarasca, podrá notar que alberga tanta o más vida que un árbol vivo. Podrá importunar del descanso a serpientes escondidas e inquietar a caracoles, arañas, opiliones y escorpiones, bichos bolita, milpiés y ciempiés, una amplia diversidad de insectos, entre escarabajos y termitas y ver tantos otros organismos hasta donde la vista nos alcance. Si se guiara por el sonido del golpeteo de un pájaro carpintero, lo podrá ver escudriñando entre las grietas de un tronco muerto en busca de insectos. Y si, simplemente observara en los huecos de las ramas y árboles muertos, podría descubrir nidos de aves o, ahí donde se junta el agua, podría hallar hasta pequeños renacuajos y ranas. Los detritos gruesos funcionan como una esponja siendo importantes reservorios de agua, y junto con el mantillo, mantienen la humedad constituyendo un entorno propicio para la subsistencia y el refugio de muchas especies de animales, plantas, hongos, líquenes y otros organismos que no podrían vivir en otras condiciones (9, 20). Por esto se considera que los desechos del bosque cumplen un rol fundamental en el mantenimiento de la biodiversidad (11).

Ciclado: todo vuelve a empezar

Los restos vegetales que llegan al suelo pasan por uno de los procesos más importantes para el funcionamiento y regulación de un ecosistema, la descomposición. Este es un proceso físico-químico y biológico realizado por organismos que viven

en el suelo, como invertebrados, hongos y bacterias, que reducen estos detritos hasta el punto de transformarlos en sus constituyentes elementales, como el carbono y los nutrientes que pasan a la atmósfera y a formar las sustancias húmicas que contribuyen a la calidad y fertilidad del suelo (8, 3). De este modo, estos elementos nutritivos quedan disponibles para ser utilizados por otros organismos, empezando así un nuevo ciclo (11, 22, 4). Qué tan rápido ocurra este proceso está determinado por el clima, por el tipo o calidad de los detritos y por la abundancia y diversidad de los organismos degradadores (7,1) quienes, a su vez, están también determinados por la vegetación sobre el suelo (2).

Mejor en la tierra que en el cielo

La necromasa es una valiosa y gran reserva de carbono en los bosques del mundo (18), muy importante ante el escenario actual de cambio global, particularmente de cambio en la composición atmosférica y cambio climático. Esto se debe a que este material, principalmente la madera, acumula carbono sobre el suelo por un largo tiempo. La madera está formada por compuestos complejos, como la lignina y otras moléculas, que requieren de organismos especializados capaces de degradarlos hasta alcanzar las fracciones más simples de carbono y nutrientes (por ej. hongos de pudrición blanca y marrón) (14). Sin embargo, aunque estos organismos estén presentes, la descomposición es muy lenta y el carbono, atrapado dentro de estas estructuras, se acumula en el suelo por un largo período de tiempo (13), sin ser liberado a la atmósfera.

El efecto antrópico sobre los detritos

A pesar de que, sin dudas, los detritos

son esenciales para el funcionamiento de los ecosistemas, muchas veces son descartados o extraídos para distintos fines. A veces son utilizados para combustión a leña, tanto domiciliaria como industrial. Otras veces, simplemente son eliminados por una interpretación cultural de la estética del paisaje que no condice con la naturaleza agreste, dejando el suelo desnudo y desprotegido. Distintas actividades relacionadas con el aprovechamiento de los bosques y su reemplazo para usos forestales, agrícolas y otras presiones antrópicas, generan una disminución de la biomasa (materia viva) y un cambio en la necromasa, lo que se traduce en un aumento en las emisiones de carbono hacia la atmósfera (5).

Ante esta situación surgen muchas preguntas, por ejemplo: *¿Cómo determinamos si los detritos son realmente sensibles a las actividades humanas? ¿Cómo medimos la importancia de estos “desechos”? ¿Cómo sugerimos qué medidas se deben tomar para hacer un buen manejo de los detritos? ¿Cómo cambiamos la mirada impasible que se tiene sobre ellos?*

Daremos el ejemplo de un estudio que estamos realizando para poder responder al menos a alguno de estos interrogantes. Inicialmente haremos una aproximación al contexto del estudio.

Situación de los bosques en Misiones

A lo largo del tiempo y más intensamente en las últimas décadas, grandes extensiones de bosques se han deforestado en el mundo y, particularmente en Sudamérica, el Bosque Atlántico ha perdido aproximadamente 90% de su área original (21). En la provincia de Misiones (Argentina), en este bosque, llamado localmente Selva Misionera, se ha hecho un manejo inapropiado durante muchos años, que lo ha llevado a un proceso de degradación. A lo cual se suma la sustitución total del bosque

para otros usos, principalmente para distintos fines productivos. Uno de los usos más extendidos en la provincia es la plantación forestal con especies de rápido crecimiento, principalmente de especies exóticas de pino, que ocupan más del 10% del territorio (14). La especie más común es *Pinus taeda* L. que se usa para producción de pasta de celulosa. El sistema de plantación de esta especie en la zona es de dos maneras: (1) prácticas convencionales donde solo se cosecha el tronco dejando las ramas, hojas y frutos sobre el suelo para su descomposición de manera que devuelvan al suelo parte de los nutrientes (16) o (2) prácticas de cosecha de todo el árbol más los residuos de la cosecha que quedan sobre el suelo, de modo que la pérdida de suelo e inestabilidad de nutrientes se incrementan sustancialmente (10, 17). Esta última es la práctica más utilizada actualmente en el Norte de la provincia en forestaciones con fines de producción de pasta de celulosa y energía.

En este contexto, a fin de conocer qué tan grande puede ser el cambio en la necromasa, de desechos caídos y en pie, al haber sido sustituido el bosque por plantaciones de pino, desarrollamos un estudio en el Norte de Misiones desde el año 2011.

¿Cuánto hay y cómo cambian los detritos?

Cuando se reemplaza una selva, como la Selva Misionera, compuesta por muchas especies de plantas, por una forestación de una sola especie, cambia el tipo de desechos que llegan al suelo. Estudiando en áreas de Selva Misionera y plantaciones de pinos observamos muchas cosas interesantes. Por un lado pudimos cuantificar cuanta necromasa hay, y vimos que en una hectárea entre los detritos caídos hay una cantidad similar al peso de dos elefantes! También observamos que la cantidad de necromasa caída sobre el suelo es igual entre la selva y la plantación pero cambia ampliamente su composición.

En la forestación la fracción de detritos leñosos caídos disminuye en un 80%, y aumenta casi al doble el mantillo con respecto a lo encontrado en el bosque. A su vez, también percibimos el volumen de agua retenido en los detritos gruesos caídos es casi cuatro veces mayor en el bosque (25).

¿Cómo afectan al ecosistema los cambios en los detritos?

La pérdida de detritos gruesos y el aumento de mantillo casi completamente compuesto por restos de una sola especie (el pino) podrían generar un impacto importante sobre el potencial de biodiversidad y sobre el funcionamiento del ecosistema, su estabilidad y almacenamiento del carbono (6, 24). El cambio en la disponibilidad de nutrientes y de agua, podría afectar tanto a la regeneración de especies vegetales y fúngicas, como a los animales que se alimentan de ellas. Además, dado que la necromasa gruesa regula procesos hidrológicos en un ecosistema forestal (12), su pérdida y el aumento de la cantidad de acículas de pino de características inflamables podrían aumentar el riesgo de incendios (23). Por lo que, además de sustituir una reserva de carbono de larga duración en los restos de madera a una reserva menos duradera en el mantillo, se suma este riesgo de incendios que significa más liberación de carbono hacia la atmósfera, con todas las consecuencias climáticas que esto conlleva. Por otro lado, este cambio en el ecosistema transforma un sitio que dentro contiene una alta heterogeneidad de hábitats para los organismos (el bosque) en un sitio altamente homogéneo con muy baja disponibilidad de hábitat diferentes, y por lo tanto con una biodiversidad muy disminuida (la forestación).

Recomendaciones de manejo

Algunas alternativas de producción más amigables con la conservación de los detri-

tos, podrían ser: 1) aumentar considerablemente la edad de corte de las forestaciones (que en la actualidad en los sitios estudiados es de 10 años), lo que generaría mayor aporte de detritos gruesos dado que los árboles alcanzarán mayor tamaño. 2) implementar prácticas de raleo y poda durante el tiempo de plantación, generando residuos y realizar cosechas sin remover los residuos. 3) dejar árboles focales por más de un turno de cosecha, de manera que alcance mayores dimensiones y 4) no retirar los árboles muertos en pie o caídos. Estas medidas promoverían la acumulación de detritos, la descomposición, el ingreso de nutrientes al suelo y el crecimiento del sotobosque bajo las plantaciones. Lo cual, a su vez, generaría un aumento en la disponibilidad de hábitats dentro de la plantación e impactaría positivamente en la biodiversidad.

Los detritos para la vida

Los efectos de ciertas presiones antrópicas sobre la necromasa pueden llevar a perder esta importante fuente de vida y reservorio de carbono. Por lo que, conocer y valorar los restos vegetales es clave para definir buenas medidas de conservación y manejo sostenible por todo lo que ellos representan para la conservación de la biodiversidad y el funcionamiento de los bosques y otros ecosistemas terrestres. Conocer este componente nos permite, en parte, determinar la importancia de los bosques en los mecanismos y procesos implicados en el cambio global, lo cual es imprescindible para poder predecir distintos escenarios futuros y determinar qué medidas de mitigación o remediación se deberían tomar. Vivimos en estrecha relación con la naturaleza y su funcionamiento nos influye completamente, por lo que su cuidado debe ser un compromiso de todos. La implementación de buenas estrategias de manejo debería ser una prioridad tanto para organismos oficiales, empresas, productores como para todos los que de alguna manera hacemos uso de los ecosistemas.

¿Cómo cambiamos la mirada impasible que se tiene sobre ellos?

Un ejercicio simple para hacer nuestro aporte al cuidado y valoración de los “detritos” podría ser dejar sobre el suelo “esas hojas y frutitos que molestan y ensucian”, aquellos que todos, alguna vez, hemos amontonado con el rastrillo o barrido para

arrojar al contenedor. En lugar de enojarnos por “esas hojas que tira el árbol”, juntarlas y ubicarlas entre las plantas o sobre el suelo desnudo de los jardines y canteros, en casa, en la escuela, en las plazas. Pronto veremos como esa hojarasca se convierte en hogar de muchos organismos que la transforman en suelo negro y rico en nutrientes. ¡Más hojarasca, un mejor suelo para la vida!



Figura 1. *A. Investigadora en el área de estudio en la Selva Misionera. B. Enormes árboles caídos se pueden encontrar dentro del bosque, formando un gran reservorio de agua y carbono sobre el suelo. C. Pequeños hongos y musgos crecen sobre un tronco caído en la selva. D. La Selva Misionera reemplazada por plantaciones de *Pinus taeda*, donde se ven los residuos de cosecha acumulados para luego ser retirados y utilizados como combustible, dejando el suelo desnudo. E. Algunos animales como esta serpiente de coral se desplazan entre la hojarasca del suelo de la selva.*

Financiamiento

El estudio mencionado en este artículo se encuentra enmarcado en un proyecto de investigación financiado por el CONICET – Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, PIP

0767-, el MAGyP – Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación, PIA 10105-, la ANPCyT, Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica, la UNaM – Universidad Nacional de Misiones (PICTO UNaM 0111).

Bibliografía

1. Aerts R. 1997. Climate, leaf litter chemistry and leaf litter decomposition in terrestrial ecosystems: a triangular relationship. *Oikos* 79:439-449.
2. Ayres, E., Steltzer, H., Berg, S., Wall, D.H. 2009. Soil biota accelerate decomposition in high-elevation forests by specializing in the breakdown of litter produced by the plant species above them. *Journal of Ecology*. 97:901-912
3. Berg B., Mc Clagherty, C. 2008. Plant litter: Decomposition, humus formation, Carbon sequestration, 2a edición. Springer, Berlin. 338pp.
4. Bradford, M.A., Tordoff, G.M., Eggers, T., Jones, T.H., Newington, J.E. 2002. Microbiota, fauna, and mesh size interactions in litter decomposition. *Oikos* 99: 317-323.
5. Brown, S. 1997. Los bosques y el cambio climático: el papel de los terrenos forestales como sumideros de carbono. Ankara, Turquía: Congreso Forestal Mundial. 107-121 pp.
6. Chambers, J.Q., Higuchi, N., Schimel, J.P., Ferreira, L.V., Melack, J.M. 2000. Decomposition and carbon cycling of dead trees in tropical forests of the central Amazon. *Oecologia* 122, 380-388.
7. Coûteaux, M.M., Bottner, P., Berg, B. 1995. Litter decomposition, climate and litter quality. *Trends in Ecology and Evolution* 10:63-66.
8. Fragoso, C., Reyes-Castillo, P., Rojas, P. 2001. La importancia de la biota edáfica en México. *Acta Zool. Mex.* (n.s.) Número especial 1:1-10.
9. Fraver, S., Wagner, R.G., Day, M. 2002. Dynamics of coarse woody debris following gap harvesting in the Acadian forest of central Maine, U.S.A. *Can. J. For. Res.* 32, 2094-2105.
10. Goya, J.F., Pérez, C., Frangi, J.L., Fernández, R. 2003. Impacto de la cosecha y destino de los residuos sobre la estabilidad del capital de nutrientes en plantaciones de *Pinus taeda* L. *Ecol. Austral* 13, 139-150.
11. Harmon M.E., Franklin, J.F., Swanson, F.J., Sollins, P., Gregory, S.V., Lattin, J.D., Anderson, N.H., Cline, S.P., Aumen, N.G., Sedell, J.R., Lienkaemper, G.W., Cromack, K., Cummins, K.W. 1986. Ecology of coarse woody debris in temperate

- ecosystems. *Adv. Ecol. Res.* 15, 133–302.
12. Lindenmayer, D.B., Noss, R.E. 2006. Salvage logging, ecosystem processes, and biodiversity conservation. *Conserv. Biol.* 20, 949–958.
 13. Liu, W.H., Bryant, D.M., Hutyrá, L.R., Saleska, S.R., Hammond-Pyle, E., Curran, D., Wofsy, S.C. 2006. Woody debris contribution to the carbon budget of selectively logged and maturing mid-latitude forests. *Oecologia* 148, 108–117.
 14. Luley, C.J. 2005. Wood Decay Fungi Common to Urban Living Trees in the Northeast and Central United States. Urban Forestry LLC. Naples, NY.
 15. MAGyP (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, Argentina). 2015. Sistema de información geográfica. Inventario Forestal. <http://www.minagri.gob.ar/new/0-0/forestacion/inventario/mapa%20de%20planta.html> [Last Consultation: june 2015]
 16. Martiarena, R.A. 2008. Cuantificación y evaluación del contenido de fósforo exportado en plantaciones de *Pinus taeda* conducido con diferentes intensidades de raleo y alternativos sistemas de cosecha. (Master's thesis-Universidad Nacional de Misiones, Argentina). pp. 223.
 17. Martiarena, R.F., Frangi, J.L., Pinazo, M.A., Von Wallis, A., Fernández, R.A. 2011. Effect of Thinning and Harvest Type on Storage and Losses of Phosphorous in *Pinus taeda* L. Plantations in Subtropical Argentina. *Int. J. For. Res.* Article ID 761532, 10 pages doi:10.1155/2011/761532 <http://www.hindawi.com/journals/ijfr/2011/761532/> [Last Consultation: june 2015]
 18. Palace, M., Keller, M., Asner, G.P., Silva, J.N.M., Passos, C. 2007. Necromass in undisturbed and logged forest in Brazilian Amazon. *For. Ecol. Manage.* 238, 309–318.
 19. Palace, M., Keller, M., Hurtt, G., Frohling, S. 2012. A Review of Above Ground Necromass in Tropical Forests, Tropical Forests, Dr. Padmini Sudarshana (Ed.), ISBN: 978-953-51-0255-7, In Tech, DOI: 10.5772/33085. Available from: <http://www.intechopen.com/books/tropical-forests/a-review-of-above-ground-necromass-in-tropical-forests> [Last Consultation: june 2015]
 20. Sefidi, K., Marvie Mohadjer, M. R. 2010. Characteristics of coarse woody debris in successional stages of natural beech (*Fagus orientalis*) forests of Northern Iran. *J. For. Sci.* 56 (1), 7–17.
 21. SOS Mata Atlântica, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2008. Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica, período de 2000 a 2005. <http://www.sosmatatlantica.org.br>.
 22. Stevens, V. 1997. The ecological role of coarse woody debris, an overview of the ecological importance of CWD in BC forests. Working paper ministry of forest research program, British Columbia 30-97.
 23. Uhl C., Kauffman, J.B. 1990. Deforestation, fire susceptibility, and potential tree responses to fire in the eastern Amazon. *Ecology* 7, 437–449.
 24. Woodall, C.W., Liknes, G.C. 2008. Relationships between forest fine and coarse woody debris carbon stocks across latitudinal gradients in the United States as an indicator of climate change effects. *Ecol. Indic.* 8, 686–690.
 25. Zaninovich, S.C., Fontana, J.L., Gatti, M.G. 2015. Atlantic Forest replacement by non-native tree plantations: Comparing aboveground necromass between native forest and pine plantation ecosystems. *Forest Ecology and Management* 363: 39–46.