

ANÁLISIS DE LA PRODUCTIVIDAD PRIMARIA NETA DEL BOSQUE NATIVO Y LA PLANTACIÓN DE PINOS DE LA U.S.B.

Valeria Bonetti (valeribonetti@gmail.com), Joshua Godoy (jaga.987@gmail.com), Pedro Reyes (reyesj87@gmail.com) y Kathleen Rodríguez (kath.angelesrod@gmail.com)

RESUMEN

El objetivo principal de este estudio consistió en determinar la PPN de ambos ecosistemas, a fin de establecer una comparación entre ambos, puesto que de esta manera podemos evaluar que variables ambientales modulan el desarrollo de los mismos; y que efecto tienen sobre la hojarasca y su posterior descomposición. En base a esto podemos conocer que tipo de compartimiento que representa a cada ecosistema, con sus respectivas implicaciones ecológicas en el ciclo de nutrientes. El periodo de recolección de muestras fue dos semanas, la hojarasca fue tomada por trampas colocadas en tres transectas distintas y lo acumulado se pesó cada semana, a fin de evaluar la caída de hojarasca. A partir del peso seco de las mismas, y de los valores de humedad, se puede calcular el PPN asociado de ambas zonas. Por otra parte, para el cálculo de la cantidad de hojarasca por metro cuadrado, se recolectó toda la hojarasca acumulada en cuadratas de 50*50 cm. Para la estimación de la descomposición se utilizaron bolsitas metálicas, que permanecieron en los sitios de estudio hasta el final del mismo. Posteriormente se estimó el porcentaje de descomposición, así como su tasa (gramos/sem). Para determinar la relación C/N se realizaron pruebas colorimétricas a partir de muestras de hojarasca pulverizada. Los resultados muestran que tanto la PPN, así como la tasa de descomposición son mayores en el bosque nativo (2,60 gC m⁻² sem⁻¹ para este y 1,95 gC m⁻² sem⁻¹ para pinos; tasas: 0,0988 para bosques y 0,0587 para pinos). En cuanto a la descomposición (acumulada en peso por unidad de área) y la relación C/N, estos son mayores en el bosque de pinos (82,97 gC m⁻² sem⁻¹ para bosque nativo, relación C/N: 228 para nativo y 10211 para pinos). Los parámetros ambientales medidos por los sensores mostraron valores superiores en el bosque nativo, excepto en la temperatura, donde ambas zonas presentaron valores similares. En base a estos resultados pudo establecerse la PPE para cada ecosistema, de lo que pudo concluirse que el bosque montano (-0,64 gC m⁻² sem⁻¹) corresponde a un sistema en equilibrio, mientras que el bosque de pinos (-81,03 gC m⁻² sem⁻¹) corresponde a una fuente.

INTRODUCCION

El balance que se da entre la fijación de carbono por fotosíntesis y la pérdida de este por la respiración se denomina Productividad Primaria Neta (PPN) (Smith y Smith, 2006). Esta pérdida de energía también se puede ver como la transferencia de carbono al suelo en forma de hojarasca, mortalidad de estructuras vegetales, exudación de las raíces y traspaso de carbono a otros microorganismos (Salas e Infante, 2006).

La PPN es una característica importante de los ecosistemas por que es una medida de la cantidad de energía disponible para los seres vivos, además de los productores primarios, y representa el flujo de carbono de la atmósfera a las plantas verdes (Monedero y González, 1995; Salas e Infante, 2006).

El estudio de la productividad primaria de cada ecosistema contribuye a una mejor comprensión de cómo funcionan los flujos y depósitos del ciclo de carbono de un sistema en particular. La PPN de los bosques representa una fuente rica de carbono y energía que establece una relación con la biomasa animal, producción secundaria y el ciclo de nutrientes (Salas e Infante, 2006).

La producción de hojarasca representa un componente fundamental de la PPN en ecosistemas arbóreos en estado dinámico estable (Mosquera y col, 2007). La hojarasca participa en el balance ecológico de los ecosistemas terrestres, en donde los invertebrados la utilizan como hábitat y además es el sustrato para la alimentación de los microorganismos que se encargan de degradarla. Igualmente la hojarasca se relaciona con el flujo continuo de energía que le otorga la planta al suelo para su desarrollo, estabilidad y fertilidad (Vargas-Parra y Varela, 2006).

La descomposición es un proceso que depende tanto de condiciones climáticas (humedad y temperatura) como de las proporciones bioquímicas del material a degradar, le otorga nutrientes al suelo mediante la transformación de materia orgánica a minerales por parte de microorganismos, que luego estarán disponibles para el crecimiento vegetal (Thalutsa y Granger, 2009).

La degradación de materia orgánica es el resultado de varios procesos que actúan simultáneamente, como la mineralización y humificación microbiana de lignina, celulosa y otras componentes, y el lavado, hacia horizontes más profundos del suelo, de componentes solubles, cuyo carbono y nitrógeno son progresivamente mineralizados e inmovilizados (Salas e Infante, 2006).

RESULTADOS

En la tabla 1 se puede observar que la PPN (cantidad de hojarasca caída) presentó valores de mayor magnitud en el ecosistema de bosque nativo, con respecto al valor obtenido para el contrario. Asimismo, se puede apreciar que el material descompuesto se observó en menor cantidad en el bosque nativo, pudiéndose asociar a ello una relación C/N baja determinada para dicho ecosistema. Por último, la PNE en este ecosistema se caracterizó por tener un valor negativo cercano a cero, en comparación al sembrado de pinos, cuya medida fue de mayor magnitud negativa.

Tabla 1. Valores promedio de variables estudiadas en Bosque Nativo y Plantación de Pinos

	Bosque Nativo	Bosque de Pinos
PPN (gC·m ⁻² ·sem ⁻¹)	2,60	1,95
Descomposición (gC·m ⁻² ·sem ⁻¹)	3,24	82,97
Tasa descomposición (g/g por semana)	0,0988	0,0587
PNE (gC·m ⁻² ·sem ⁻¹)	-0,64	-81,03
Relación C/N	228	10211

En la tabla 2 se logra distinguir que la humedad relativa medida en el ecosistema de bosque nativo fue considerablemente mayor con respecto al de las plantaciones de pinos. Por otra parte, en lo referente al contenido volumétrico del agua, se halló que su estimación para ambos suelos fue de mayor magnitud para el primer ecosistema mencionado, siendo la diferencia más notable para el último de los suelos. Finalmente, se aprecia que las temperaturas fueron relativamente similares en ambos ecosistemas para las mediciones obtenidas de los sensores.

Tabla 2. Datos promedio sensores de Humedad Bosque Nativo y Plantación de Pinos.

Ecosistema	Bosque Nativo	Plantación de Pinos
Aire	HR: 96,0 ± 4,2	HR: 90,0 ± 0,09
	T: 16,7 ± 1,3	T: 18,3 ± 2,1
Suelo 1	WVC: 4,4 ± 6,9	WVC: 3,72 ± 0,01
	T: 17,4 ± 5,1	T: 19,2 ± 0,97
Suelo 2	WVC: 17,8 ± 8,1	WVC: 7,32 ± 0,04
	T: 18,5 ± 0,5	T: 19,2 ± 1,32

CONCLUSIONES

La productividad primaria neta (PPN) vista como la cantidad de hojarasca que cae en los suelos de los bosques, representa la incorporación de materia orgánica en los ecosistemas terrestres. Se presentó un mayor PPN en el bosque nativo, permitiendo entender que existe un mayor flujo de entrada de carbono en el primer ecosistema con respecto al segundo.

La materia por descomponer acumulada en el suelo de los bosques, constituye una medida de la cantidad de materia orgánica que sale de los ecosistemas terrestres. Se presentó una mayor cantidad de materia sin descomponer en la plantación de pinos, que refleja las bajas tasas de descomposición y la alta relación C/N, dando lugar a una mayor pérdida de carbono. Esto último delimita el ciclo de nutrientes y promueve a un menor PPN para el bosque de pinos.

Los factores abióticos influyen en la descomposición del material orgánico; un incremento de la humedad relativa y del contenido volumétrico de agua en el bosque nativo, explica la presencia de una mayor tasa de descomposición en él. Esto favorece el ciclo de carbono y su contribución para un mayor PPN en este ecosistema. Cabe destacar que la temperatura no fue factor crítico al cual se le pudiese asociar un efecto concreto en la descomposición, pues las medidas fueron similares entre los ecosistemas.

La productividad neta del ecosistema (PNE) es una medida que hace referencia al balance entre la PPN y el material descompuesto, permitiendo definir el estado de desarrollo o de crecimiento de los mismos. El bosque montano presentó un PNE positivo a cero, lo que da a entender que se trata de un ecosistema equilibrado. Por otra parte, la plantación de pinos presentó una valoración muy negativa para esta medida, representando a un ecosistema que se halla en degradación.

BIBLIOGRAFIA

- *CHACÓN, G. 2002. El ciclo del nitrógeno y su producción en ecosistemas de coníferas: implicaciones para evaluar el éxito del crecimiento de los pinos en suelos pobres. *Revista Universidad Veracruzana*. Universidad del Azuay. N° 29. 95-100 p.
- *MONEDERO, C. y V. González. 1995. Producción de hojarasca y descomposición en una selva húmeda del ramal interior de la cordillera de la costa. *Venezuela. Sociedad Venezolana de Ecología*. 1-14p.
- *MOSQUERA, H. G. y A. Remes-Palacios y G. A. Borja. 2007. Cuantificación de la caída de hojarasca como medida de la Productividad Primaria Neta en un bosque aluvial tropical en Salerno, Chocó, Colombia. *En Revista Institucional Universidad Tecnológica de Chocó*. D.L.C. No. 11.
- *SALAS, J. y A. Infante. 2006. Productividad Primaria Neta Aérea en algunos ecosistemas y estimaciones de biomasa en Plantaciones Forestales. *Universidad de los Andes* (en línea). Disponible en: <http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/24140/2/articulo3.pdf>. Consultado el 11/02/2010.
- *SMITH, R. y T.M. Smith. 2001. *Ecología*. Pearson Editores. España. 642 pp.
- *THALUTSA, R. y G. Granger. 2009. El ciclo de la descomposición de la hojarasca en el bosque tropical. *Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación* (en línea). Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/06455e/h4945e05.htm>. Consultado el 11/02/2010.

METODOLOGIA

La zona de estudio corresponden a dos comunidades: la plantación de pinos de la USB, y el bosque ubicado en los alrededores del IDEA ("bosque nativo"). Ambas se encuentran ubicadas en los alrededores de la Universidad Simón Bolívar (USB), situada en el Valle de Sartenejas, en el Municipio Baruta del Distrito Sucre, Estado Miranda.



Figura 1. Mapa del lugar de estudio tanto la plantación de pinos como del bosque nativo del I.D.E.A.

Porcentaje de Humedad:

Para obtener el porcentaje de humedad se recolectó hojarasca en 10 lugares al azar a lo largo de cada transecta; ésta hojarasca fue pesada y luego seca, para obtener un porcentaje de humedad promedio por transecta.

Cantidad de hojarasca por metro cuadrado:

Se colocaron cuadratas de 50 x 50 cm. debajo de cada cesta, colectándose toda la hojarasca dentro de la misma hasta llegar al suelo. Posteriormente, en el laboratorio, la hojarasca fue secada y pesada. De este modo, realizando los cálculos correspondientes, se pudo conocer la cantidad de hojarasca que había inicialmente por metro cuadrado.

Pruebas para la obtención de la concentración de Carbono y Nitrógeno en la hojarasca:

Para este estudio se tomaron cinco muestras de hojarasca previamente molida por transecta, de las cuales tres correspondían a trampas distintas y dos "muestras compuestas" de las trampas restantes. Para el análisis colorimétrico de carbono y nitrógeno, se siguió el protocolo propuesto en el libro *Tropical Soil Biology and Fertility* de J. M. Anderson y J. S. I. Ingram (1993).

Sensores

Se colocaron sensores de humedad en ambas comunidades que median la temperatura y humedad relativa del aire y del suelo, a fin de obtener una mejor descripción física de las mismas, durante las dos semanas de estudio.

En las dos comunidades se colocaron tres transectas, separadas entre sí y colocadas paralelamente a la pendiente, desde la zona superior a la inferior.

Caída de hojarasca:

En cada transecta se instalaron cinco cestas de recolección de hojarasca, con una separación medida de 5 metros entre cada una. Se recolectó la hojarasca cada semana.

Descomposición de Hojarasca:

Se colocaron bolsas de descomposición en las cercanías de las cestas de descomposición; en ellas se colocaron previamente 10 gramos de hojarasca recolectada aleatoriamente, estas bolsas de descomposición fueron colectadas luego de dos semanas.



Figura 2. Trampas de Hojarasca colocadas en cada transecta.



Figura 3. Sensores de humedad y temperatura para aire y suelo.



Figura 4. Bolsas de recolección de hojarasca acumulada en el suelo.



Figura 5. Moldeador de muestras de hojarasca para análisis de carbono y nitrógeno.



Figura 6. Muestras de carbono preparadas para el espectrofotómetro.



Figura 7. Muestras de nitrógeno para leer en espectrofotómetro.



Figura 8. Muestra de hojarasca para el cálculo de concentración de carbono.

DISCUSION

Los estudios de caída de hojarasca resultan de gran utilidad en ecología, puesto que representa una muy buena aproximación al concepto de PPN, que viene influenciado por la PPB (productividad primaria bruta) y la tasa de respiración, que no son fáciles de medir experimentalmente (Mosquera y col., 2007). En vista de los resultados obtenidos, a fin de comparar ambos ecosistemas, podemos percibir que la PPN resultó mayor en el bosque nativo que en el de pinos. Para ello, se toma en cuenta la PPN puede ser representada como la caída de hojarasca promedio en ambas zonas de estudio, por semana.

En la TABLA 1 se expresan los valores de descomposición en gC/m² sem, siendo este parámetro reflejo de la hojarasca encontrada en el suelo en el lapso de estudio. Observamos que se encuentra una cantidad de hojarasca muy superior en pinos con respecto al bosque para la misma medida de superficie. Esto puede ser interpretado como una mayor acumulación de hojarasca, asociada a tasas de descomposición mucho más lentas en este ambiente (0,0587 g/g por semana en Pinos menor que 0,0988 g/g por semana en bosque nativo). Esta tasa de descomposición se ve influenciada por los factores abióticos que son característicos de cada ambiente, siendo la HR del aire, así como el contenido volumétrico del agua (WVC), superiores en gran forma con respecto a los valores alcanzados para el bosque de pinos. De esta manera, los procesos que regulan la descomposición en este ambiente serán más rápidos, contribuyendo a un mayor reciclaje de nutrientes que favorece a los suelos, microorganismos y plantas. De la misma manera, en el bosque de pinos, el estrato inferior fue el que presentó mayor acumulación de humedad, por lo que debe ser éste el que presente mayor vínculo con los niveles de descomposición de dicha comunidad.

La materia orgánica suele descomponerse rápidamente bajo circunstancias de calor y humedad, como producto de una actividad microbiana intensa (Smith y Smith, 2001). Sin embargo, los resultados obtenidos referentes a la temperatura no pudieron ser vinculados a la descomposición del material orgánico en los ecosistemas, debido a que las diferencias no fueron significativas entre sí.

En referencia a lo anteriormente mencionado, el ciclo de nutrientes está estrechamente afectado por la descomposición de la materia, que constituye un reflejo de la relación C/N que muestra valores muy elevados en el bosque de pinos con respecto al bosque nativo. Esto permite vincular los procesos de descomposición a la capacidad que tiene el ecosistema para procesar la caída de hojarasca que está en el suelo. Dicha capacidad es fuertemente influenciada por la cantidad de N y C en estos ecosistemas, así como por los procesos ecológicos de descomposición asociados al ciclo de tales elementos. Por su parte, es importante establecer que en el caso del bosque nativo, la relación C/N pudo verse afectada por la contribución desigual de material orgánico dado a la gran diversidad de vegetación existente; se logró apreciar como la distribución espacial de especies fluctuó a lo largo de las transectas en el bosque nativo. Por otra lado, estudios señalan que el índice de descomposición es bajo en la comunidad de coníferas de pinos, las cuales se caracterizan por presentar una composición pobre en ceniza y nitrógeno en sus hojarascas (rica en compuestos polifenólicos), presentando un máximo en su relación C/N (Chacón, 2002). Por lo contrario, el bosque nativo se presenta una vegetación cuya hojarasca es rica en potasio, fósforo, nitrógeno y ceniza, que desarrolló una alta descomposición junto a una relación C/N baja (Thalutsa y Granger, 2009).

Finalmente, los resultados anteriormente expuestos explican los valores alcanzados para el PNE de los ecosistemas. El bosque nativo presentó prácticamente un balance entre la PPN y la descomposición de materia orgánica (el PNE obtuvo un valor negativo cercano a cero), lo cual es un indicativo de que el ecosistema se encuentra en estado estacionario. De esta manera, se puede asumir que básicamente la hojarasca va a ser descompuesta en la misma proporción con la que cae. A diferencia de ello, en el caso del bosque de pinos el valor mucho más negativo del PPE, nos permite definirlo como un ecosistema fuente, puesto que se está presentando una gran acumulación de biomasa, representada en la hojarasca que se acumula, y sus lentas tasas de descomposición. Cabe acotar, que, para ambos casos, un factor limitante del estudio es el descomponimiento del tiempo exacto que llevan acumulada la hojarasca presente en cada zona.