

PERDIDAS DE NITROGENO DEL BOSQUE DE NEBLINA EN LA SUB-CUENCA DE SAN ALBERTO, OXAPAMPA, PERU

Oswaldo Ramos R.¹, Carlos Llerena¹, Michael McClain², Marcelo Gúzman³

¹Universidad Agraria La Molina (Lima Perú); ²Florida International University, (USA); ³I.I.Q. - UMSA

RESUMEN

Se ha evaluado los roles del caudal base y de tormenta en dos épocas: seca y de lluvia en dos micro-cuencas (Wara, 4,50 ha y Killa, 3,78 ha), evaluando el flujo total de solutos disueltos hacia las quebradas desde un bosque de neblina. Este flujo se estimó a partir de muestras de flujo base y de tormenta (8 tormentas) utilizando la técnica de separación hidrográfica en combinación con un modelo de mezcla de partición: flujo de tormenta y flujo base. El caudal promedio exportado en la micro-cuenca Killa es mayor (8,68 l/s) que el de Wara (6.62 l/s), en donde el componente caudal base es 75% y caudal de tormenta 25%; mientras en Killa estas proporciones son 88% y 12%. En los datos de concentración de las formas de nitrógeno (NH_4^+ , NO_3^- , NT y N-org), no existen diferencias estadísticas en ambas micro-cuencas. Se da el mismo caso para las dos épocas de estudio, salvo para los valores de nitrato. Los flujos normalizados de nitrógeno exportado en todas sus formas muestran que en este estudio ambas micro-cuencas se comportan de manera similar inclusive durante las épocas seca y de lluvias debido a que no se detectaron entre ellas diferencias estadísticas significativas.

INTRODUCCIÓN

Las cantidades de agua producidas por los bosques nublados tropicales montanos al interceptar las nieblas y nubes, son más grandes que aquellas asociadas con los bosques no nublados (UICN, 2000). Los bosques indiscriminadamente deforestados causan el deterioro de los ecosistemas. Como consecuencia de esto, los nutrientes son lavados de los suelos y transportados por los ríos hacia el océano. Además, la deforestación modifica el régimen térmico del suelo debido a una mayor exposición a rayos solares, causando pérdidas de nutrientes por volatilización (Meybeck, 1993).

Por el cambio en el uso de la tierra, se han incrementado las entradas de nutrientes (principalmente nitrógeno) llevados por los ríos a muchas zonas costeras del planeta, acelerando la hipoxia de la costa y causando un impacto económicamente importante a los ecosistemas (estuarios y costas pesqueras) (Downing *et al.*, 1999).

En los bosques tropicales en la Amazonía se inician las investigaciones desde los años 50, promoviendo los estudios de los ciclos biogeoquímicos en la cuenca amazónica y la descripción de los ecosistemas existentes en las selvas tropicales. Sioli (1954, 1955) y Fittkau (1967, 1971), documentan sus primeros resultados sobre la caracterización de los cursos de agua en la región central de la Amazonía; y Stallard *et al.* (1983) muestran los primeros resultados de estudios sobre nutrientes en ríos del Perú y Bolivia. Estudios más recientes en diferentes ecosistemas de la Amazonía y sobre diferentes indicadores; reportan datos de flujos de nutrientes desde aguas superficiales, sub-superficiales, flujos de tormenta y subterráneas.

Las pérdidas de nutrientes en la Amazonía peruana se incrementaron con los procesos de asentamientos espontáneos y colonizaciones, siendo las selvas altas las regiones que muestran mayores efectos negativos por la acción antropogénica de las prácticas

agrícolas, ganaderas, de extracción maderera y otras actividades humanas, por estar cerca de los grandes centros poblados de la costa y contar con fácil acceso.

PARTE EXPERIMENTAL

Área de estudio

Las dos micro-cuencas de estudio (Wara y Killa) son cabeceras del río Pachitea (cuenca piloto de Proyecto AARAM-Perú). Se encuentran ubicadas en los límites del Parque Nacional Yanachaga-Chemillén (75°10' y 75°45' de longitud Oeste y 10°35' y 10°10' de latitud Sur), localizado al norte de la ciudad de Oxapampa, Departamento de Pasco (Brack, 1987). Gómez (2000) indica que la micro-cuenca Wara (dentro de los límites de Parque) pertenece a un bosque en estadio Secundario Adulto; mientras que la micro-cuenca Killa presenta una área intervenida (1999) en un 40% de su superficie total, la área deforestada presenta especies del género *Oreopanax*, Bambú (*Chusquea sp.*) y Solanáceas (*Solanum sp.*) de 1 m de altura aproximada, mientras que la parte con bosque de cresta presenta las mismas características que la micro-cuenca Wara.

La precipitación pluvial tiene un promedio mensual de 111.82 mm, siendo el mes de enero el más lluvioso con 200 mm y julio el mes más seco con 43.85 mm de precipitación. Las medidas de caudal se realizaron mediante vertederos (tipo V 60°) instalados en la salida de las dos micro-cuencas de estudio (datos proyecto AARAM).

Se cuenta con dos épocas de muestreo, época seca (septiembre-diciembre 2000) y lluvia (enero-marzo 2001). Las muestras de caudal base tanto en época seca y de lluvia fueron colectadas antes de cada lluvia, mientras las muestras de caudales de tormenta fueron tomadas durante el evento de lluvia, colectando las mismas con una frecuencia de 15 minutos; todas las muestras son filtradas por un filtro Nalgene 0,45 µm y preservadas en hielo a 4°C (Lewis, 1986 y Lesack, 1993, 1996).

La determinación de la fracción disuelta total (nitrato, nitrito, amonio y nitrógeno disuelto total) se realiza mediante los métodos espectrofotométricos y la fracción de nitrógeno orgánico disuelto (NOD) se calcula de la diferencia entre nitrógeno total disuelto (NTD) y la fracción inorgánica (Lesack, 1993). Los resultados se analizan mediante el paquete estadístico SAS, realizando pruebas de anova, medias, DLS y Duncan ($P < 0.05\%$), aplicando un diseño de bloques completamente al azar.

RESULTADOS Y DISCUSION

Comparación de caudales entre épocas

Las pruebas estadísticas de media, DLS y Duncan realizadas muestran que las dos micro-cuencas se comportan estadísticamente de manera similar ($P < 0.05\%$), tanto en la época seca como en la de lluvias, donde los datos de caudal en la época seca (caudal base y tormenta) y lluvias (caudal base y tormenta) fueron separados en sus respectivos componentes. El caudal total promedio en la micro-cuenca Killa es mayor (8,68 l/s) comparada a Wara (6.62 l/s), aunque la superficie de la micro-cuenca Wara es mayor a Killa. Se determinó que el caudal exportado por la micro-cuenca Wara en el componente caudal base es 75% y el caudal de tormenta es 24% del caudal total; mientras en Killa es 88% y 12% respectivamente.

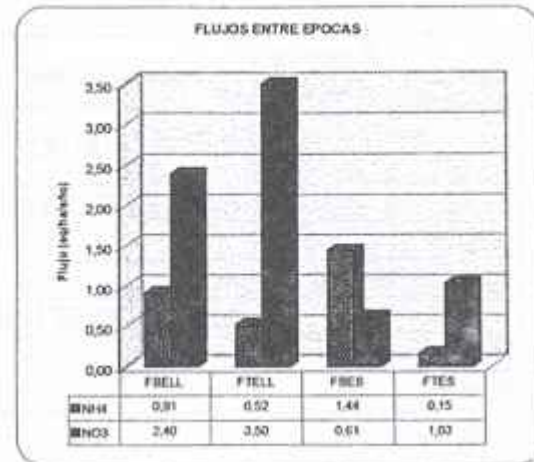
Comparación de flujos de las formas de N entre épocas

a) Amonio

Realizada la separación de caudales y flujos (figura 1), se observa que para NH_4^+ y existen solo diferencias significativas entre flujos base de la época seca (FBES) y flujo de tormenta en época seca (FTES), observándose pequeñas concentraciones entre ambos componentes; además se infiere que el flujo de tormenta en época seca (FTES) es diluida por aguas de menor concentración; mientras los otros componentes de la separación de caudal base y tormenta se comportan de manera similar.

Figura 1

Comparación de flujos de NH_4^+ y NO_3^-



b) Nitrato

El flujo de NO_3^- (figura 1) muestra que estadísticamente no hay diferencias significativas entre los diferentes componentes de la separación hidrológica, lo que indica que en todas las componentes el comportamiento es similar, esto podría deberse a los altos coeficientes de variación que presentan los resultados de concentración en época seca y de lluvia.

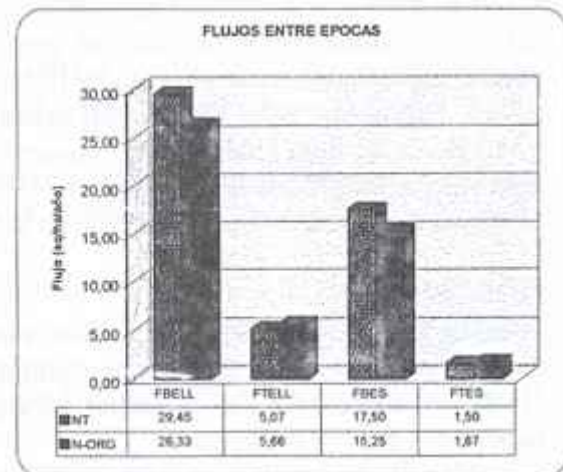


Figura 2

Comparación de flujos de NT y N-org entre épocas

c) Nitrógeno total (NT) y Nitrógeno orgánico (N-org)

Los flujos para NT las pruebas DLS y Duncan muestran que hay diferencias significativas entre el flujo base en época de lluvias (FBELL) y flujo de tormenta en época seca (FTES); mientras entre los otros componentes del caudal no hay diferencias significativas (figura 2). Mientras que no hay diferencias significativas entre los componentes de flujos de N-org una vez realizada la separación de caudales y flujos.

Comparación con otros estudios

a) Amonio

Los resultados de la tabla 1 muestran que los flujos totales de NH_4^+ (eq/ha/año) en todos los estudios son mayores a los exportados por un bosque nublado de este estudio, todos los resultados se encuentran en el mismo rango del compuesto exportado en estudios precedentes Lesack (1993).

Tabla 1. Comparación de flujos estimados de solutos desde pequeñas micro-cuencas

Soluto	Reserva Ducke	Barro Branco		Tonka Surinam	Lago Calado	Bosque Nublado	
	(68-72)	(76-77)	(81-82)		Flujo Base	2001 WARA	2001 KILLA
EQUIVALENTES POR HECTÁREA POR AÑO							
NH_4^+	205	11	22	6	11	2,63	3,40
NO_3^-	54			2	180	6,93	8,15
MOLES POR HECTÁREA POR AÑO							
NT					269	36,97	70,05
N-org						34,22	63,57

Fuente: Lesack, 1993.

b) Nitrato

Los valores de flujos totales de nitrato (eq/ha/año) exportados en el presente estudio son menores a los exportados por flujo base en el Lago Calado, lo que podría representar una mayor mineralización y nitrificación por el suelo del amonio disponible y están en el mismo orden de los resultados Tonka (Surinam).

c) Nitrógeno Total (NT) y Nitrógeno Orgánico (N-org)

Los valores de flujo totales de NT (moles/ha/año) exportados por el bosque nublado son más bajos a los reportados por Lesack (1993) en el Lago Calado. No se reportan datos de N-org en el estudio de Lesack (1993) de la tabla 1.

CONCLUSIÓN

A partir de los resultados del análisis estadístico se llega a concluir que entre micro-cuencas no se reportan diferencias significativas entre los componentes de los flujos de N, lo que representa que en ambas épocas estos compuestos presentan flujos similares exportados por las quebradas.

Según los resultados de concentración y flujos normalizados anuales de amonio, nitrato, nitrógeno total y nitrógeno orgánico, se encuentra que no hay diferencias significativas en ninguna de las formas de nitrógeno exportado, salvo algunas excepciones. Esto se podría deber a problemas de metodología en los análisis y a la falta de diferencia reales. Concluyendo que la deforestación parcial de la micro-cuenca Killa, no ha impactado en los procesos de retención de N a un punto hasta el cual se puedan encontrar diferencias en las quebradas, sugiriendo que los suelos son los sistemas que están controlando los niveles de N. Donde flujos de nitrógeno están regulados por los organismos y procesos químicos y físicos en los sedimentos.

Agradecimiento

Al proyecto Análisis y Manejo de Ríos Andino Amazónicos (AARAM)

BIBLIOGRAFÍA

- Downing, J.A., McClain, M., Twilley, J.M., Melack, J.M., Elser, J., Rabalais, N.N., Lewis, Jr. W.M., Turner, R.E., Corredor, J., Soto, D., Yáñez-Arancibia, A., Kopaska, J.A. y Howarth, R.W., 1999, The impact of accelerating land-use change on the N-cycle of tropical aquatic ecosystems: Current conditions and projected changes, *Biogeochemistry* 46: 109-148 pp.
- Fittkau, E.J. 1967, "On the ecology of Amazonian rain-forest streams." *Atas do Simpósio sobre a Biota Amazônica* 3: 97-108 pp.
- Fittkau, E.J. 1971, "Ökologische Gliederung des Amazonas-Gebietes auf geochemischer Grundlage.", *Münster. Forsch. Geol. Paläont.*, 20/21: 35-50 pp.
- Gómez, D., 2000, Composición florística en el bosque ribereño de la micro-cuenca alta San Alberto, Oxapampa, Perú, Tesis de Ingeniería Forestal, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima.
- L
c:
- L
th
Bi
- Le
tro
- Mc
eco
Hyc
- Mc
the
Bio
- Mc
Bio
425-
- Meyl
inputs,
Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.
- Sioli, H., 1954, "Gewässerchemie und Vorgänge in den Böden im Amazonasgebiet." *Naturwiss* 41: 466-457 pp.
- Sioli, H., 1955, "Beiträge zur regionalen limnologie des Amazonas gebietes. III. Über einige Gewässer des oberan Rio Negro-Gebietes." *Archiv für Hydrobiologie* 50: 1-32 pp.
- Stallard, R.F. y Edmond, J.M., 1983, Geochemistry of the Amazon: 2. The Influence of geology and weathering environment on the dissolved load. *Journal Geophysical Research*, 88:9671-9688 pp.
- Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), 2000, Bosques Nublados tropicales Montanos, The World Conservation Union. UNESCO, Water-related issues and problems of the humid tropics and other warm humid regions.
- Valderrama J. C., 1981, The simultaneous analysis of total nitrogen and total phosphorus in natural waters, *Marine Chemistry*, 10, 109-122 pp.