



# lyonia

a journal of ecology and application

Volume 7(2)

## Nutrients in the Canopy.

Nutrientes en el dosel.

Robin Walker<sup>1</sup>; Michele Ataroff<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad Interamericana de Puerto Rico, San Germán, Puerto Rico, <sup>2</sup>Instituto de Ciencias Ambientales y Ecológicas (ICAE), Facultad de Ciencias, Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela, [rwalker@sg.inter.edu](mailto:rwalker@sg.inter.edu), [ataroff@ula.ve](mailto:ataroff@ula.ve)

December 2004

Download at: <http://www.lyonia.org/downloadPDF.php?pdfID=2.239.1>

## Nutrients in the Canopy.

### Resumen

El objetivo de este estudio es esclarecer el rol de las epifitas en los flujos de nutrientes en el dosel de una selva nublada en los Andes Venezolanos. Las parcelas se encuentran entre 2300-2800 m en el Parque Nacional Sierra Nevada en el estado de Mérida, Venezuela. Se analizó el agua de la precipitación incidente, neblina, deposición seca (entradas) hojarasca del dosel, y tejido de epifitas, agua retenida en Bromeliáceas (almacenados), y experimentos de lavado con epifitas y sin epifitas para determinar el presupuesto y la dinámica de nutrientes en este sistema. Los análisis químicos para determinar las concentraciones de los macronutrientes fueron los siguientes: Nitrógeno (método micro-Kjeldahl), Fósforo (método Colorimétrico) y Magnesio, Calcio y Potasio (Espectrofotometría de absorción atómica). Se estimó la biomasa epifítica lo cual a su vez permite estimar las cantidades de nutrientes retenidos en el dosel. Las entradas vía neblina y precipitación incidente al sistema en kg ha<sup>-1</sup>año<sup>-1</sup> son de, N 33,66, PO<sub>4</sub> 5,13 K 12,67, Ca 33,14 y Mg 1,96. Los experimentos de lavado de ramas con epifitas y otros con follaje permitieron el estimado de cuánto esta saliendo o que ocurre con estos nutrientes en el proceso del pasar por el dosel. En el caso de K y Mg sale mas del dosel que lo que entra por ende el dosel aporta a la parte inferior del ecosistema 51% y 62% respectivamente. Sin embargo, la cantidad total en % de entrada es de: N 77, PO<sub>4</sub> 64 Ca 37 y lo cual queda retenida en las comunidades en el dosel. Al determinar los rangos de macronutrientes en tejido vegetal de las epifitas; se halló, en % del peso seco, lo siguiente: N 0,5-1,37 Mg 0,1-0,2 K 0,4-1,6 Ca 0,2-0,85. Biomasa epifítica en este bosque es una de las más alta reportada en el mundo con 11,845 kg/ha<sup>-1</sup>. Los resultados de la materia orgánica en comunidades epifitas en el dosel resultaron con N 8,1%, Ca 9, PO<sub>4</sub> 14, Mg 0,2% K 0,2 y agua en las Bromeliáceas los resultados de agua retenida fue de Ca 5,07mg/L, K 3,6 mg/L, N 1,4 mg/L, Mg 1,2 mg/L, PO<sub>4</sub> ,33 mg/L. Los resultados identifican las comunidades epifitas como reservorio o sumidero de nutrientes en este ecosistema. Palabras claves: nutrientes, epifitas, selva nublada, Andes, Venezuela.

### Abstract

The objective of this study is to clarify the role of epiphytes in the nutrient fluxes of an Andean cloud forest in Venezuela. The plots are at 2300 to 2800 meter above sea level in the Sierra Nevada National Park in the state of Merida. The waters from incident precipitation and fog (inputs) the leaf litter, epiphytes plant tissue, and water in the Bromeliaceas (stored) and experiment simulating throughfall were analyzed to determine the nutrient budget and dynamics within the system. The chemical analysis to determine concentrations of macronutrients were the following: Nitrogen with the Kjeldahl Method, the Colorimetric Method for Phosphorous, and Spectrometry of Atomic Absorption for the Magnesium, Calcium and Potassium. The epiphyte biomass was calculated which in turn allows for the estimate of the amount of nutrients stored in the canopy. The inputs via fog and incident precipitation to the system are the in kg/ha/yr<sup>-1</sup> is, Ca 33.14, N 33.66, K 12.67, PO<sub>4</sub> 5.13 y Mg 1.96. The experiments of throughfall with branches with leaves and others with epiphyte communities allowed for the estimate of how much of the incoming nutrients are leaving the canopy or explaining what is occurring with these nutrients as they go through the canopy. In the case of K and Mg more leaves the canopy than the atmospheric input therefore the canopy supplies the lower part of the system 51% and 62% respectively. However, the total amount of the incoming N 77, Ca 37 y PO<sub>4</sub> 64 % is stored or retained in the canopy. In determining the range of macronutrients in plant tissue the results are as follows: N 0.5-1.37 Mg 0.1-0.2 K 0.4-1.6 Ca 0.2-0.85 % of the dry weight. Epiphytic biomass in this forest is one of the highest recorded in the world with 11,845 kg/ha<sup>-1</sup>. The organic material was collected in the canopy had N 8.1%, Ca 9, PO<sub>4</sub> 14, Mg 0.2%, K 0.2. and the water stored in Bromeliaceas had Ca 5.07mg/L, K 3.6 mg/L, N 1.4 mg/L, Mg 1.2 mg/L, PO<sub>4</sub>, 33 mg/L. The results identify the epiphytic community as a pool or sink of nutrients within the ecosystem. Key words; nutrients, epiphytes, cloudforest, Andes, Venezuela.

## Introducción

Este trabajo tiene la intención de determinar el balance y la dinámica de macronutrientes en el dosel de una selva nublada andina venezolana. El reciclaje de nutrientes y su balance está intrínsecamente relacionado a los flujos hídricos (Figura 1). Muchos de los nutrientes entran por vía atmosférica y son transportados de un compartimiento a otro en el bosque por el agua. Analizando la composición química del agua entrante (precipitación incidente y neblina), material vegetal epifítico, materia orgánica retenida, del agua retenida en algunas epifitas (ej. Bromeliáceas), y del lavado del dosel (precipitación efectiva) se determina las entradas y salidas de minerales esenciales del dosel de este ecosistema.

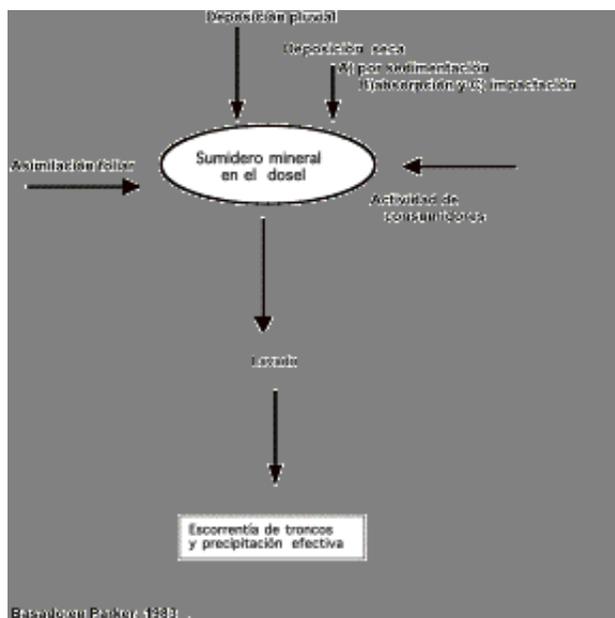


Figura 1. Diagrama de flujos a nivel del dosel, basado en Parker 1983.  
Figure 1. Flow diagram on canopy level based on Parker 1983.

En las selvas nubladas en general, las epifitas representan una porción alta en la biodiversidad del sistema. Para las selvas nubladas andinas de Venezuela, Kelly et al. (1994) en La Montaña, estado Mérida, encontraron que las epifitas representan el 50% de las especies, mientras Vareschi (1953) reportó 44% en La Mucuy, estado Mérida. Las epifitas son importantes además por la parte mayoritaria que ocupan en la biomasa fotosintética del dosel. Hofstede (1993) señala que la biomasa de epifitas en diferentes partes de las ramas de un árbol en una selva nublada en Colombia fue de 20,36 kg mientras el follaje de forofitos fue de 15,38 kg. En la selva nublada de La Mucuy, Walker y Ataroff (2002) reportaron 11.845 kg ha<sup>-1</sup>, de biomasa fotosintética epifita, el doble de la de los forofitos.

Las epifitas son muy variadas en sus estructuras y estrategias de sobrevivencia lo cual tiene implicaciones ecológicas, pudiendo servir como interceptores, recolectores, retenedores, fijadores, y almacén de nutrientes en el dosel. Estos nutrientes, a su vez, pueden ser transportados por diferentes vías a los otros compartimientos del sistema.

En este trabajo se calculan el balance y los flujos de macronutrientes en el estrato en que habitan las comunidades epifitas para determinar su papel en la selva nublada de La Mucuy, Andes de Venezuela.

## Materiales y Métodos

### Área de estudio

Esta investigación se desarrolló en La Mucuy, Parque Nacional Sierra Nevada, estado Mérida, Venezuela, en tres parcelas a 2400, 2500 y 2800 m, con cerca de 3000 mm precipitación anual (Ataroff & Rada 2000). Tiene una vegetación de selva nublada montano alta, de estructura compleja, con varios

estratos de árboles y un dosel entre 20 y 25 m (Ataroff y Sarmiento 2003). Se estiman cerca de 120 especies de epifitas vasculares según se puede derivar de trabajos en selvas cercanas (Kelly et al. 1994).

Medidas y cálculos de entradas y salidas del dosel

Se tomó muestras de precipitación vertical de octubre 1999 a agosto 2000, entre una y cuatro mensuales (27 en total), las cuales fueron analizadas químicamente. Se calculó la concentración media anual. Igualmente, se tomó muestras de neblina interceptada en dos neblinómetros SFC (Schemenauer & Cereceda 1994), nueve muestras en total entre enero y julio del 2000. Tanto los envases colectores (químicamente inertes) como los neblinómetros de polipropileno fueron lavados varias veces con agua desionizada.

Para determinar salidas de nutrientes del dosel se hizo experimentos de lavado de secciones de ramas con solamente epifitas (42 en total) y otros con follaje y tronco de forofitos (23 en total), asperjando lluvia simulada con agua desionizada.

Utilizando los valores conocidos de balance hídrico para la misma localidad (Ataroff & Rada 2000), se calculó los montos en kg ha-1año-1 de cada elemento. Es decir, del agua incidente se consideró 91% de precipitación vertical y 9% de intercepción de neblina, lo cual para el período de estudio correspondió a 3114mm y 280mm respectivamente. La precipitación efectiva fue 49% del agua incidente, lo cual en este estudio sería de 1663mm.

Entre noviembre 1999 y marzo 2000 se tomó muestras de agua retenida en bromeliáceas, 7 muestras en total compuestas del agua de mínimo 5 individuos en cada caso.

Para el análisis químico de las muestras vegetales de epifitas: se tomó entre 10-15 individuos de diferentes edades y de varias especies por cada grupo morfofuncional de abundante biomasa (como bromeliáceas), y cientos en el caso de grupos de baja biomasa (como líquenes), fueron secados, molidos, homogeneizados y se tomó tres muestras para análisis químico en cada caso. Los grupos morfofuncionales considerados aquí, son los descritos en Walker & Ataroff (2002), es decir: BHA, bromeliáceas de hoja ancha; BHF, bromeliáceas de hoja fina; Hel, helechos; Liq/mus, líquenes, musgos y hepáticas; orquídeas y piperáceas.

El análisis de la hojarasca fresca y en descomposición atrapadas por epifitas (materia orgánica) se realizó en base a 15 muestras compuestas de ese material proveniente de diferentes ramas. El material fue procesado al igual que las muestras vegetales.

Para determinar el contenido de Nitrógeno total se utilizó el método Kjeldahl, el método Colorimétrico de Molibdato para determinar Fosfato y Espectrofotometría de Absorción Atómica para determinar los otros nutrientes, Magnesio, Potasio, y Calcio.

## Resultados

Haciendo un balance entre las entradas de macronutrientes al dosel por vías atmosféricas (precipitación + neblina) y las salidas (precipitación efectiva) podemos notar los cambios en composición de esos elementos ([Tablas 1,2 y 3). Los resultados mostraron un 77% de retención de Nitrógeno en el dosel, así como 64% del Fosfato y 37% del Calcio. Por el contrario, el Potasio y el Magnesio fueron lavados, enriqueciendo el agua de precipitación efectiva en un 51% y 62% respectivamente.

El agua de neblina tuvo concentraciones comparativamente más altas para todos los macronutrientes que el agua de precipitación vertical. Sin embargo, el aporte total anual fue mayor para la precipitación vertical en Nitrógeno y Fosfato y Calcio. La neblina resultó mayor aporte de Potasio y Magnesio al sistema comparativamente.

El agua retenida en las Bromeliáceas mostró la siguiente composición: N 1,4mg L-1, PO<sub>4</sub> 0,33mg L-1, K 3,6mg L-1, Ca 5,07mg L-1, y Mg 1,2mg L-1.

Por otra parte, la biomasa epifita mostró los siguientes rangos de concentración de macronutrientes en tejidos vegetales: N 0,5-1,37%, PO<sub>4</sub> 0,1-19 %, K 0,4-1,6%, Ca 0,2-0,85 % y Mg 0,1-0,2%. Los resultados de la materia orgánica (hojarasca) retenida en el dosel por comunidades epifitas fueron: N 8,1%, PO<sub>4</sub> 14%, K 0,2%, Ca 0,9% y Mg 0,2%.

## Discusión

Aunque los valores de las concentraciones de macronutrientes en diferentes bosques en el mundo varían, los resultados de las entradas de nutrientes atmosféricos de este estudio al compararlos con otras investigaciones en montañas del Norte de Suramérica y el Caribe tienden a ser altos en el caso de Fosfato y Nitrógeno, bajos en Magnesio y equivalentes en Potasio y Calcio ([Tabla 1 y 2]). Sin embargo, los valores de concentración se encuentran entre los reportados en otros trabajos para precipitación vertical, al contrario de lo que ocurre en el agua de neblina la cual, salvo Magnesio, tiene concentraciones son muy altas ([Tablas 1 y 2]).

Por otra parte, las concentraciones de nutrientes retenidos en agua por Bromeliáceas de este trabajo fueron muy similares a los resultados de Richardson et al. (2000) de El Verde en Puerto Rico. Igualmente, la salida de nutrientes del dosel en la precipitación efectiva, salvo Magnesio, estuvieron en el rango de lo reportado por otros autores ([Tabla 3]).

En conclusión, los resultados mostraron al dosel de la selva nublada bajo estudio como un sumidero de Nitrógeno, Fósforo y Calcio atmosféricos. Por el contrario, Magnesio y Potasio fueron lavados, enriqueciendo el agua de precipitación efectiva y aumentando el ingreso de estos nutrientes al suelo.

## Agradecimientos

Agradecemos la ayuda del personal del Campo Experimental Truchicola La Mucuy (INIA), a INPARQUES y el personal del Parque Nacional Sierra Nevada. Agradecemos especialmente a Álvaro Iglesias por su colaboración en la toma de muestras. También agradecemos a Broyoán López y Pablo Toro por su asistencia, y a TSU. Zulay Mendez, Dr. Máximo Gallignani y Dr. Guido Ochoa por su ayuda en los análisis químicos. Agradecimientos especiales a Carlos Arana y Arq. Dally Ramirez por la colaboración en la construcción de los neblinómetros. Este proyecto fue posible con el apoyo financiero del CDCHT-ULA (C-992-99-01-ED), del Programa Postgrados Integrados en Ecología de FONACIT, la Red Interamericana de Cooperación Andes y Sabanas (RICAS) financiada por el Inter-American Institute for Global Research (IAI) IAI-CRN-040, así como la Universidad Interamericana de Puerto Rico.

## Referencias

- Asbury, C.; W. McDowell; R. Trinidad-Pizarro & S. Berrios. 1994. Solute deposition from cloud water to the canopy of a Puerto Rican montane forest. *Atmospheric Environment*, 28 (10):1773-1780.
- Ataroff, M. 1990. *Dinámica hídrica, de nutrientes y erosión en dos formas de manejo del cultivo de café en Los Andes del Edo. Mérida*. Tesis doctoral Ecología Tropical, Fac. Ciencias, Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela.
- Ataroff, M. & F. Rada. 2000. Deforestation impact on water dynamics in a Venezuelan Andean cloud forest. *Ambio*, 29(7):440-444.
- Ataroff, M. & L. Sarmiento. 2003. Diversidad en Los Andes de Venezuela. I. Mapa de Unidades Ecológicas del Estado Mérida. CD-ROM, Ed. Instituto de Ciencias Ambientales y Ecológicas (ICAE), Univ. Los Andes, Mérida, Venezuela
- Clark, K.L.; N.M. Nadkarni; D. Schaeffer & H.L. Gholz. 1998. Atmospheric deposition and net retention of ions by the canopy in a tropical montane forest, Monteverde, Costa Rica. *Journal of Tropical Ecology*, 14:27-45
- Cavelier, J.; M.A. Jaramillo; D. Solis & D. de Leon. 1997. Water balance and nutrient inputs in bulk precipitation in tropical montane forest in Panama. *Journal of Hydrology*, 193:83-96
- Grimm, U. & H. Fassbender. 1981a. I Ciclos bioquímicos en un ecosistema forestal de los Andes Occidentales de Venezuela. Inventario de las reservas orgánicas y minerales (N, P, K, Ca, Mg, Mn, Fe, Al, Na) *Turrialba*, 31(2):27-37
- Grimm, U. & H. Fassbender. 1981b. Ciclos bioquímicos en un ecosistema forestal de los Andes Occidentales de Venezuela III. Ciclo hidrológico y traslocación de elementos químicos con el agua. *Turrialba*, 31(2): 89-99
- Gordon, C.; R. Herrera & T. Hutchinson. 1994. Studies of Fog Events at Two Cloud Forests Near Caracas, Venezuela- II. Chemistry of Fog. *Atmospheric Environment*, 28(2):323-337.

- Hafkenscheid, R. 2000. *Hydrology and biochemistry of tropical Montane rain forest of contrasting stature in the Blue Mountains, Jamaica*. PHD Thesis, Vrije University, Amsterdam.
- Hofstede, R. & J. Wolf. 1993. Epiphytic Biomass and Nutrient Status of a Columbian Upper Montane Rain Forest. *Selybana*, 14:37-45
- Jordan, C., J. Kline, y D. Sasscer. 1972. Relative stability of mineral cycles in forest ecosystems. *American Naturalist* 106(948):237-253
- Kellman, M.; J. Hudson & K. Sanmugadas. 1982. Temporal Variability in Atmospheric Nutrient Influx to a Tropical Ecosystem. *Biotropica*, 14 (1): 1-9.
- Kelly, D.L.; E.V. Tanner; E.M. NicLughadha & V. Kapos. 1994. Floristic and Biogeography of a rain forest in the Venezuelan Andes. *Journal of Biogeography*, 21:421-440
- Parker, G. 1983. Throughfall and Stemflow in the Forest Nutrient Cycle. Ed. Macfadyen, A. Y Ford. En: *Advances in Ecological Research*, 13:58-120. Academic Press. NYC, NY.
- Richardson, B.; M. Richardson; F. Scatena & W. McDowell. 2000. *Journal of Tropical Ecology* 16, 167-188.
- Schemenauer, R. & P. Cereceda. A proposed Standard Fog Collector for Use in High Elevation Regions. 1994. *Journal of Applied Meteorology*; 33(11):1313-1322,
- Steinhardt, U. & H. Fassbender. 1979. Características y composición química de las lluvias de los Andes occidentales de Venezuela. *Turrialba*, 29(3)175-182
- Vareschi, V. 1953. Sobre las superficies de asimilación de sociedades vegetales de cordilleras tropicales y extratropicales. *Boletín de la Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales*, 79:121-173
- Veneklaas, E. 1990. Nutrient fluxes in bulk precipitation in two montane tropical rain forests, Colombia. *Journal of Ecology*, 78:974-992
- Walker, R. & M. Ataroff. 2002. Biomasa epífita y su contenido de nutrientes en una selva nublada andina, Venezuela. *Ecotropicos*, 15(2) aceptado.

<b>Autores</b>	<b>Localidad</b>	<b>N</b>	<b>P</b>	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>
Este estudio	La Mucuy, 2400m, Venezuela	28,34 (0,91)	3,43 (0,11)	5,92 (0,19)	16,82 (0,54)	0,62 (0,02)
Grimm y Fassbender, 1981	La Carbonera, 2300m, Venezuela	9,9 (0,63)	1,1 (0,07)	2,6 (0,17)	5,6 (0,36)	5,3 (0,33)
Ataroff 1990	Canaguá, 1700m, Venezuela			8,13	21,58	5,62
Veneklaas 1990	Sta.Rosa, 2550m, Colombia	>18,28 (0,85)	0,72 (0,03)	7,94 (0,38)	10,09 (0,48)	3,24 (0,15)
Veneklaas 1990	Sta.Rosa, 3370m, Colombia	>11,24 (0,84)	0,48 (0,03)	6,93 (0,48)	7,34 (0,51)	2,47 (0,17)
Hafkenschaid, 2000	Blue Mountain, 1850m, Jamaica	<5,58	<0,13 (0,004)	<8,34 (0,27)	<8,96 (0,29)	<2,01 (0,07)
Jordan <i>et al.</i> 1972	El Verde, approx. 1000 m, Puerto Rico			18.21	21.79	4.89
Asbury <i>et al.</i> 1994	Pico del Este, 1050m, Puerto Rico			27 (0,53)	47 (0,94)	30 (0,6)
Kellman <i>et al.</i> , 1982	Siguatopeque, 1140 m, Honduras	0,03-0,4	0,05-0,1	2,01-3,01	16,91-18,34	18.39-18,53
Cavelier <i>et al.</i> , 1997	Cordillera Central, 1200m, Panamá	7,27 (0,21)	0,7 (0,02)	13,5 (0,38)	27,9 (0,79)	4,1 (0,12)
Clark <i>et al.</i> 1998	Monteverde, 1500m, Costa Rica	3,4 (0,05)	0,05 (0,002)	3,0 (0,09)	5,8 (0,18)	2,4 (0,07)

Tabla 1. Precipitación vertical en kg ha-1año-1, entre paréntesis concentración en mg L-1  
 Table 1. Vertical precipitation in kg ha-1year-1, in paréntesis in mg L-1.

<b>Autor</b>	<b>Localidad</b>	<b>N</b>	<b>P</b>	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>
<b>Este estudio</b>	<b>La Mucuy, 2400m, Venezuela</b>	<b>5,85 (1,9)</b>	<b>1,91 (0,62)</b>	<b>7,42 (2,41)</b>	<b>17,96 (5,83)</b>	<b>1,48 (0,48)</b>
<i>Gordon et al</i> 1994	Altos de Pipe, 1750m, Venezuela			(0,34)	(1,10)	(0,36)
<i>Gordon et al</i> 1994	El Avila, 2150m, Venezuela			(0,38)	(3,24)	(0,36)
<i>Clark, et al</i> 1998	Monteverde, 1500m, Costa Rica		0,02 (0,003)	2,2 (0,62)	2,4 (0,67)	3,2 (0,89)
<i>Hafkenschaid, 2000</i>	Blue Mount., 1850m, Jamaica		<0,01 (<0,03)	0,25 (0,57)	0,62 (1,44)	0,25 (0,57)
<i>Asbury et al.</i> 1994	Pico del Este, 1050m, Puerto Rico	4,2 (0,91)	0,01 (0,001)	2,3 (0,51)	5,7 (1,25)	4,9 (1,06)

Tabla 2: Nutrientes en Neblinas Tropicales en kg ha-1año-1, entre paréntesis concentración en mg L-1  
Table 2. Nutrients in Tropical Mist in kg ha-1year-1, in paréntesis concentration in mg L-1.

<b>Autores</b>	<b>Localidad</b>	<b>N</b>	<b>P</b>	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>
<b>Este estudio</b>	<b>La Mucuy, 2400m, Venezuela</b>	<b>28,34 (0,46)</b>	<b>(0,11)</b>	<b>5,92 (1,47)</b>	<b>16,82 (1,25)</b>	<b>0,62 (0,19)</b>
<i>Grimm y Fassbender</i> , 1981	La Carbonera, 2300m, Venezuela	8,5 (0,72)	1,38 (0,08)	69,7 (7,83)	6,9 (0,77)	3,34 (0,45)
<i>Veneklaas</i> 1990	Sta. Rosa, 2550m, Colombia	(1,21)	1,67 (0,09)	95,24 (5,14)	27,08 (1,46)	10,70 (0,58)
<i>Veneklaas</i> 1990	Sta. Rosa, 3370m, Colombia	(0,88)	0,40 (0,34)	33,02 (2,78)	18,83 (1,58)	7,0 (0,59)
<i>Hafkenschaid, 2000</i>	Blue Mountain, 1810m, Jamaica		<0,18 (0,01)	44,0 (1,54)	13,2 (0,50)	5,9 (0,22)
<i>Asbury et al.</i> , 1994	Pico del Este, 1050m, Puerto Rico	69 (1,04)	0,24 (0,004)	77 (1,15)	109 (1,57)	91 (1,32)
<i>Cavelier et al.</i> , 1997	Cordillera Central, 1200m, Panamá	7,18 (0,33)	2,15 (0,1)	63,2 (2,89)	35,1 (1,6)	7,6 (0,35)
<i>Clark et al.</i> 1998	Monteverde, 1500m, Costa Rica	1,9	0,48 (0,03)	63,6 (3,48)	23,7 (1,24)	7,8 (0,43)
<i>McDowell</i> , 1998	Sierra de Luquillo, 390m, Puerto Rico	(0,05)		(0,13)	(0,37)	(0,24)

Tabla 3 Nutrientes en Precipitación Efectiva en kg ha-1año-1, entre paréntesis concentración en mg L1  
Table 3. Nutrients in effective precipitation in kg ha-1year-1, in paréntesis concentration in mg L-1.