



# Large altitudinal increase in tree root/shoot ratio in tropical mountain forests of Ecuador

Christoph Leuschner\*, Gerald Moser, Christian Bertsch,  
Marina Röderstein, Dietrich Hertel

*Plant Ecology, Albrecht-von-Haller-Institute of Plant Sciences, University of Göttingen, 37073 Göttingen, Germany*

Received 22 June 2005; accepted 15 February 2006

## KEYWORDS

Aboveground biomass;  
Carbon partitioning;  
Fine root biomass;  
Fine root necromass;  
Nutrient limitation;  
Root/shoot ratio

## Summary

Tropical rain forests decrease in tree height and aboveground biomass (AGB) with increasing elevation. The causes of this phenomenon remain insufficiently understood despite a number of explanations proposed including direct or indirect effects of low temperature on carbon acquisition and carbon investment, adverse soil conditions and impaired nutrient supply. For analysing altitudinal patterns of aboveground/belowground carbon partitioning, we measured fine (<2 mm in diameter) and coarse root (2–5 mm) biomass and necromass and leaf area index (LAI), and estimated AGB from stand structural parameters in five tropical mountain rain forests at 1050, 1540, 1890, 2380 and 3060 m along an altitudinal transect in the South Ecuadorian Andes. Average tree height and AGB were reduced to less than 50% between 1050 and 3060 m, LAI decreased from 5.1 to 2.9. The leaf area reduction must have resulted in a lowered canopy carbon gain and thus may partly explain the reduced tree growth in the high-elevation stands. In contrast, both fine and coarse root biomass significantly increased with elevation across this transect. The ratio of root biomass (fine and coarse) to AGB increased more than ten-fold from 0.04 at 1050 m to 0.43 at 3060 m. Under the assumption that fine root biomass does reflect root productivity, our data indicate a marked belowground shift in C allocation with increasing elevation. Possible explanations for this allocation shift are discussed including reduced N supply due to low temperatures, water logging or adverse soil chemical conditions. We conclude that the fine root system and its activity may hold the key for understanding the impressive reduction in tree size along tropical mountain slopes in Ecuador. Analyses of fine root turnover and longevity in relation to environmental factors along altitudinal transects in tropical mountains are urgently needed.

© 2006 Gesellschaft für Ökologie. Published by Elsevier GmbH. All rights reserved.

\*Corresponding author. Tel.: +49 551 395718; fax: +49 551 395701.  
E-mail address: cleusch@uni-goettingen.de (C. Leuschner).

## Zusammenfassung

Mit zunehmender Meereshöhe verringern sich die Baumhöhe und die oberirdische Biomasse von tropischen Regenwäldern. Obwohl verschiedene Begründungsversuche hierfür vorliegen, z.B. der direkte oder indirekte Einfluss niedriger Temperaturen auf Kohlenstoffaufnahme und -investition, ungünstige Bodenverhältnisse und verschlechterte Nährstoffversorgung, ist dieses Phänomen nach wie vor unzureichend verstanden. Um den Höheneffekt auf die Kohlenstoffverteilung in ober- und unterirdische Kompartimente zu analysieren, wurde in fünf tropischen Regenwaldbeständen in den südecuadorianischen Anden die Bio- und Nekromasse von Feinwurzeln (Durchmesser <2 mm) und Grobwurzeln (2–5 mm) sowie der Blattflächenindex (LAI) und die oberirdische Baumbiomasse (abgeleitet von Bestandesstrukturparametern) untersucht. Die Flächen waren entlang eines Höhentransekts angeordnet und lagen in 1050, 1540, 1890, 2380 und 3060 m Höhe. Die mittlere Baumhöhe und die oberirdische Biomasse verringerten sich von 1050 zu 3060 m um mehr als 50 %; der LAI nahm von 5,1 auf 2,9 ab. Es kann angenommen werden, dass die Reduzierung der Blattfläche auch eine verringerte Kohlenstoffaufnahme der Krone bedeutet, was teilweise das verringerte Baumwachstum der Bestände in großer Meereshöhe erklären kann. Im Gegensatz dazu nahm die Biomasse der Fein- und Grobwurzeln mit der Meereshöhe zu: Das Verhältnis von Fein- und Grobwurzelbiomasse zu oberirdischer Biomasse nahm um mehr als den Faktor 10 von 0,04 in 1050 m auf 0,43 in 3060 m Höhe zu. Unter der Annahme, dass die Feinwurzelbiomasse auch die Feinwurzelproduktion widerspiegelt, weisen unsere Ergebnisse auf eine deutliche Verschiebung in der Kohlenstoff-Allokation zu den unterirdischen Baumkompartimenten mit zunehmender Meereshöhe hin. Wir diskutieren mögliche Erklärungen für diese Veränderung in der C-Allokation wie z.B. reduzierte Stickstoff-Verfügbarkeit durch die geringen Temperaturen oder ungünstige bodenchemische Bedingung und wassergesättigte Böden. Wir schließen aus den Ergebnissen, dass das Feinwurzelsystem und seine Aktivität ein Schlüsselfaktor für das Verständnis der eindrucksvollen Reduktion der Baumgröße entlang der Berghänge in Ecuador darstellt. Wir glauben, dass zur weiteren Aufklärung dringend Studien über den Umsatz und die Lebensdauer von Feinwurzeln im Vergleich zu den herrschenden Umweltbedingungen entlang von Höhentransekten in tropischen Bergen benötigt werden.

© 2006 Gesellschaft für Ökologie. Published by Elsevier GmbH. All rights reserved.

## Introduction

Perhaps the most obvious change that occurs with elevation on tropical mountains is a gradual decrease in tree height (Whitmore, 1998). In equatorial regions, tropical lowland forest is replaced by Lower Montane Forest (LMF) typically at about 1000–1200 m a.s.l. which gives way to Upper Montane Forest (UMF) at about 1800–2200 m. LMF trees reach a maximum height of 25–35 m (at the most 40 m), whereas UMF trees grow not taller than 18–22 m and decrease in height from their lower limit toward the tree line where less than 10 m are reached. Elfin forests with trees 3–7 m tall are common immediately below the tree line in many high equatorial mountains. Average leaf size and specific leaf area decrease with elevation as well (Ashton, 2003).

For several decades, there has been an intensive debate among plant ecologists on the causes of this

altitudinal reduction in tree size in tropical mountains. A number of explanations for reduced growth in tropical high-elevation forests has been suggested including reduced plant surface temperatures due to dense cloud cover (Grubb, 1977), periodic drought stress on shallow mountain soils (van Steenis, 1972), limited oxygen supply in water-logged soils (Hetsch & Hoheisel, 1976), low nutrient supply (Tanner, Vitousek, & Cuevas, 1998), limited nutrient uptake due to diminished transpiration, high concentrations of phenolic compounds and/or free aluminium in soil organic matter (Bruijnzeel & Proctor, 1995; Bruijnzeel & Veneklaas, 1998; Hafkenschied, 2000), strong winds (Sugden, 1986), or elevated UV-B radiation and damage of the photosynthetic apparatus at high elevation (Flenley, 1996). An alternative hypothesis is that the altitudinal decrease in tree height in tropical mountains is primarily the consequence of a shift in aboveground/belowground carbon

Download English Version:

<https://daneshyari.com/en/article/4384890>

Download Persian Version:

<https://daneshyari.com/article/4384890>

[Daneshyari.com](https://daneshyari.com)