



Rừng là vàng, nếu mình biết bảo vệ và xây dựng thì rừng rất quý

(Lời Hồ Chủ tịch)

Rừng & Môi trường

ISSN 1859-1248

TRUNG ƯƠNG HỘI KHOA HỌC KỸ THUẬT LÂM NGHIỆP VIỆT NAM



**Kết luận của Phó Thủ tướng
Hoàng Trung Hải tại phiên họp...**

Tr. 7



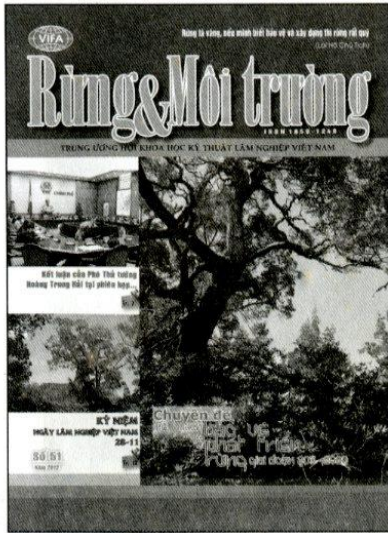
**KỶ NIỆM
NGÀY LÂM NGHIỆP VIỆT NAM
28-11**

Số 51
Năm 2012

Tr. 12



Chuyên đề
kế hoạch **hảo vệ**
và **phát triển**
rừng giai đoạn 2011-2020



SỐ 51
NĂM 2012



Hội đồng biên tập

PGS. TS. Triệu Văn Hùng

KS. Đỗ Văn Nhuận

GS. TS. Hà Chu Chừ

GS. Hoàng Hòe

GS. TSKH. Nguyễn Ngọc Lung

TS. Trần Lê Hưng

KS. Tô Đình Mai

PGS. TS. Phạm Xuân Hoàn

PGS. TS. Phạm Văn Chương



Tổng biên tập

PGS. TS. Triệu Văn Hùng



Phó tổng biên tập

GS. TS. Hà Chu Chừ

Thực hiện nội dung

Đàm Thị Mỹ

Biên tập và trình bày

Nguyễn Zùng - Đàm Phương



Toà soạn và tri sư

Số 114 Hoàng Quốc Việt, Hà Nội

ĐT: (04) 3.7541311 - 0913381559

Fax: (04) 3.7522220

Email: damthimy@gmail.com

Giấy phép XBBC số 84GP-Bộ VHHT

Cấp ngày 26/5/2006 - Khổ 20 x 28 cm

In tại Xí nghiệp in II - Nhà in KH&CN

18 Hoàng Quốc Việt, Hà Nội

Giá: 20.000đ



Rừng & Môi trường

Theo dòng sự kiện

- ◆ Văn phòng KHBV & PTR: Kế hoạch bảo vệ và phát triển rừng giai đoạn 2011 - 2020 4
- ◆ Kết luận của Phó Thủ tướng Hoàng Trung Hải tại phiên họp thứ I và thứ II của Ban chỉ đạo nhà nước về kế hoạch bảo vệ và phát triển rừng giai đoạn 2011 - 2020 7
- ◆ Cẩm Uyên: Đẩy mạnh thực hiện kế hoạch bảo vệ và phát triển rừng nhân kỷ niệm 53 năm Ngày lâm nghiệp Việt Nam 11
- ◆ Lâm Hà: Kỷ niệm Ngày lâm nghiệp Việt Nam 28 - 11 12

Khoa học và công nghệ

- ◆ TS. Phạm Minh Thoa: Căn cứ pháp lý để xây dựng cơ chế chi trả cho dịch vụ REDD+ 14
- ◆ Đậu Bá Thìn, Lê Văn Toàn, Đinh Thị Thanh Lam: Đa dạng thực vật và bảo tồn ở xã Cổ Lũng thuộc Khu Bảo tồn Thiên Nhiên Pù Luông, Thanh Hóa 18
- ◆ PGS. TS. Bảo Huy, TS. Võ Hùng, TS. Nguyễn Thị Thanh Hương, TS. Cao Thị Lý, Th.S. Nguyễn Đức Định: Thiết lập mô hình ước tính sinh khối và các bon của cây rừng lá rộng thường xanh vùng Tây Nguyên 21
- ◆ PGS. TS. Thái Thành Lương, Lê Việt Khải: Đánh giá tài nguyên, chất lượng nước mặt trong Vườn Quốc gia U Minh Thượng tỉnh Kiên Giang 30
- ◆ TS. Bùi Văn Ái: Thuốc bảo quản lâm sản có nguồn gốc đầu vỏ hạt điều 35
- ◆ Phạm Hồng Mạnh: Nhìn lại phát triển ngành Thủy sản Việt Nam giai đoạn 2001 - 2010: Một số khuyến nghị chính sách 39

Hoạt động trong ngành

- ◆ Đặng Thanh Mai: Quản lý, bảo vệ và phát triển rừng ở Yên Bái 45
- ◆ Bùi Nguyễn Phú Kỳ: Triển khai vận hành quỹ bảo vệ và phát triển rừng và chính sách chi trả DVMTR năm 2012 và nhiệm vụ trọng tâm năm 2013 47

THIẾT LẬP MÔ HÌNH ƯỚC TÍNH SINH KHỐI VÀ CÁC BON CỦA CÂY RỪNG LÁ RỘNG THƯỜNG XANH VÙNG TÂY NGUYÊN

● PGS.TS. Bảo Huy¹, TS. Võ Hùng¹, TS. Nguyễn Thị Thanh Hương¹, TS. Cao Thị Lý¹, Th.S. Nguyễn Đức Định¹

TÓM TẮT

Nghiên cứu nhằm thiết lập hệ thống mô hình để ước tính sinh khối và lượng các bon tích lũy các bộ phận thân cây gỗ trên và dưới mặt đất (thân, cành, vỏ, lá và rễ) của rừng lá rộng thường xanh vùng Tây Nguyên, làm cơ sở để đo tính và giám sát sự thay đổi của các bể chứa các bon trên dưới mặt đất của cây gỗ khi tham gia chương trình giảm thiểu khí phát thải từ suy thoái và mất rừng (REDD+).

Nghiên cứu dựa trên 20 ô mẫu (2000m²/ô) ở các trạng thái rừng khác nhau, với 362 cây giải tích phân bố tỷ lệ theo số cây ở các cấp kính để đo tính sinh khối tươi, phân tích sinh khối khô và lượng các bon trong các bộ phận cây rừng. Đã lựa chọn và thiết lập các hàm ước tính sinh khối và các bon tích lũy trong 5 bộ phận cây rừng (thân gỗ, cành, lá, vỏ và rễ). Kết quả cho thấy: i) Hàm ước tính sinh khối các bộ phận cây trên mặt đất (AGB) theo một biến số đường kính (DBH) có biến động trung bình S% = 27.9%; với ba biến số DBH, chiều cao (H) và khối lượng thể tích gỗ (WD) có S% = 20.3%; và nếu bổ sung thêm biến số diện tích tán lá (Ca) sẽ mang lại độ tin cậy cao nhất trong ước lượng AGB với S%=14.1%; các hàm này có biến động thấp hơn nhiều so với các hàm do Brown (2001) lập với S% = 43 – 107% và Chave (2005) với S% = 52 – 94% khi lập chung

cho rừng nhiệt đới ẩm, cho thấy sự cần thiết lập mô hình cho từng vùng sinh thái ở Việt Nam để đạt độ tin cậy cao hơn; ii) Tương tự như mô hình ước tính AGB, mô hình ước tính carbon của tất cả các bộ phận trên mặt đất (C(AGB)) có biến động thấp nhất với 4 biến số DBH, H, WD và Ca với S% = 13.2%; iii) Trong các mô hình ước tính AGB và C(AGB), khi đưa thêm biến Ca vào sẽ giảm biến động S% rõ rệt vì nó phản ảnh được sự đa dạng tán cành lá của các loài khác nhau trong rừng nhiệt đới; iv) Mô hình ước tính sinh khối rễ (BGB) tốt nhất là theo hai biến số DBH và WD với S% = 33.8% và carbon trong rễ cây C(BGB) theo ba biến số DBH, H và WD với S% = 46.6%; và S% khá cao cho thấy sự khác biệt lớn về sinh khối rễ của các loài.

Từ khóa: Mô hình sinh trắc (allometric equation), sinh khối rừng, các bon rừng, rừng lá rộng thường xanh, Tây Nguyên Việt Nam.

1. Đặt vấn đề

Vấn đề ước tính được sinh khối, trữ lượng các bon rừng lưu giữ và lượng CO₂ hấp thụ hoặc phát thải trong quá trình quản lý rừng để tham gia chương trình REDD+ (Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation: Giảm phát thải từ suy thoái và mất rừng kết hợp với bảo tồn, quản lý bền vững rừng và tăng cường trữ lượng các bon rừng ở các nước đang phát triển) ở Việt Nam là một nhu cầu cấp thiết, nhằm cung cấp thông tin dữ liệu đáng tin cậy theo yêu cầu của

¹ Bộ môn Quản lý Tài Nguyên Rừng và Môi trường (FREM), trường Đại học Tây Nguyên.

IPCC (2006) (Intergovernmental Panel on Climate Change: Cơ quan liên chính phủ về biến đổi khí hậu), từ đó để có thể xác định tín chỉ các bon rừng trong giảm phát thải và thu được nguồn tài chính từ dịch vụ môi trường hấp thụ CO₂ từ rừng.

Để ước tính sinh khối của cây rừng phần trên mặt đất (AGB) cho một số kiểu rừng nhiệt đới, phương pháp giải tích cây (destructive sampling) và lập mô hình ước tính sinh khối (allometric equations) đã được thực hiện bởi Brown (1997 - 2001), MacDicken (1997), Chave và cộng sự (2004, 2005), Pearson (2007), Basuki và cộng sự (2009), Henry và cộng sự (2010), Dietz và cộng sự (2011), Johannes và cộng sự (2011). Tuy nhiên số liệu cây giải tích còn ít trên vùng nhiệt đới rộng lớn toàn cầu, chưa có dữ liệu đại diện cho rừng nhiệt đới Việt Nam, chưa được đánh giá sai số và độ tin cậy, do vậy chưa thể ứng dụng ở Việt Nam. Đồng thời chỉ mới dừng lại ở sinh khối, lượng các bon tích lũy mới chỉ được ước tính thông qua hệ số chuyển đổi CF (Carbon Fraction) của IPCC (2006).

Trong khuôn khổ đề tài cấp bộ trọng điểm, thực hiện trong hai năm 2010 - 2012, với mục tiêu thiết lập được một hệ thống mô hình và công nghệ nhằm xác định lượng CO₂ hấp thụ trong các trạng thái của kiểu rừng lá rộng thường xanh vùng Tây Nguyên để cung cấp thông tin, cơ sở dữ liệu và phương pháp giám sát sự thay đổi của các bể chứa các bon trong hệ sinh thái rừng, làm cơ sở tham gia chương trình giảm thiểu khí phát thải từ suy thoái và mất rừng. Bài viết trình bày kết quả thiết lập các mô hình ước tính sinh khối và các bon tích lũy trong các bộ phận cây gỗ trên và dưới mặt đất của cây rừng lá rộng thường xanh vùng Tây Nguyên Việt Nam.

2. Đối tượng, phương pháp và vật liệu nghiên cứu

a. Đối tượng:

Khu rừng nghiên cứu nằm trong khu vực phân bố đại diện của rừng lá rộng thường xanh ở 3 tỉnh Tây Nguyên là Gia Lai, Đắk Lắk và Đắk Nông. Ở Gia Lai thuộc huyện K'Bang, tỉnh Đắk Lắk thuộc hai huyện Krông Bông và M'Đrăk và ở tỉnh Đắk Nông thuộc huyện Tuy Đức.

Đối tượng: Sinh khối và các bon cây rừng: Bao gồm trong 5 bộ phận là thân, cành, lá, vỏ và rễ; kiểu rừng lá rộng thường xanh bao gồm các trạng thái rừng giàu, trung bình, nghèo và non.

b. Phương pháp thu thập số liệu:

Ô mẫu được thiết lập theo phương pháp đại diện cho các trạng thái rừng (ICRAF, 2007). Ô mẫu có kích thước 20 x 100m, trung bình 5 ô cho mỗi trạng thái: (giàu, trung bình, nghèo và non). Trong mỗi ô mẫu 2000m², tiến hành áp dụng phương pháp giải tích thân cây theo cấp kính, với cự ly cấp kính là 10cm, bắt đầu với DBH \geq 5cm và cấp kính lớn nhất với DBH > 75cm. Mỗi cấp kính giải tích trung bình 3 cây, cây giải tích được lựa chọn là loài phổ biến, ưu thế trong lâm phần và rải trong ba cấp khối lượng thể tích gỗ là cứng, trung bình và mềm được xác định nhanh ở thực địa. Tổng số cây giải tích được tách ra theo nhóm nhân tố đo tính như sau: Số cây giải tích đo tính sinh khối 4 bộ phận cây trên mặt đất (thân, cành, lá, vỏ) là 219 cây; số cây giải tích đo tính sinh khối rễ dưới mặt đất là 143 cây; tổng số cây giải tích để đo tính sinh khối và lấy mẫu 5 bộ phận thân cây trên và dưới mặt đất là 362 cây.

Đo tính các chỉ tiêu và sinh khối trên cây giải tích bao gồm: Đo cây đứng: Loài, đường kính ngang ngực (DBH), chiều cao (H), đường kính tán (Dt); đo cây ngã: Tuổi cây (A), chiều dài (L); cân đo sinh khối tươi 5 bộ phận thân cây: Phân chia cây làm 5 bộ phận thân, vỏ, cành, lá và rễ; tiến hành cân khối lượng tươi từng bộ phận.

Lấy mẫu sinh khối 5 bộ phận của cây giải tích: Mỗi mẫu là 100g được cân bằng cân điện tử: i) Số mẫu 4 bộ phận cây trên mặt đất (thân, cành, lá và vỏ): 219 cây x 4 bộ phận x 3 mẫu/bộ phận (mỗi bộ phận ở 3 vị trí, hoặc cấp kính thước) = 2.628 mẫu; ii) Số mẫu rễ: 143 cây x 3 mẫu (ở 3 cấp rễ to, trung bình và nhỏ) = 429 mẫu. Tổng số mẫu của 5 bộ phận cây giải tích là 3.058 mẫu để phân tích sinh khối khô và hàm lượng carbon.

c. Phân tích sinh khối khô và hàm lượng các bon trong thực vật:

Mẫu các bộ phận thực vật sau khi thu thập được phân tích trong phòng thí nghiệm để xác định sinh khối khô (biomass) hàm lượng các bon.

Phân tích xác định sinh khối khô các bộ phận thực vật: Mẫu được chế nhỏ và sấy khô ở nhiệt độ 105°C, đến khi mẫu khô hoàn toàn, có khối lượng không đổi nữa (ít nhất là 48 giờ và mẫu được chế nhỏ). Từ đây tính được tỷ lệ giữa khối lượng khô/ khối lượng tươi của từng bộ phận thân.

Phân tích xác định hàm lượng các bon trong các bộ phận thực vật: Sau khi sấy khô, phân tích hàm lượng các bon trong từng bộ phận dựa trên cơ sở oxy hoá chất hữu cơ bằng K₂Cr₂O₇ (Kali bi-

chromat) theo phương pháp Walkley – Black; xác định lượng các bon bằng phương pháp so màu xanh của Cr^{3+} tạo thành ($K_2Cr_2O_7$) tại bước sóng 625nm. Từ đây tính được tỷ lệ %C trong sinh khối khô của từng bộ phận và trong đất. Từ lượng carbon, suy được lượng CO_2 tương đương hấp thụ: $CO_2 = 3.67C$.

d. Tính toán các biến số trong mô hình ước tính sinh khối, các bon:

Diện tích tán lá của cây Ca (m^2) = $\pi.Dt^2/4$, trong đó Dt: Đường kính tán, m.

Khối lượng thể tích gỗ (WD, g/cm^3): Mẫu gỗ ở 5 vị trí phân đoạn của cây được lấy xuyên tâm, đo thể tích tươi ($V(cm^3)$) bằng ống đo nước vạch đến ml (cm^3), sau khi sấy mẫu xác định khối lượng khô m(g), khối lượng thể tích gỗ được tính: $WD = m/V$ (g/cm^3), sau đó được lấy trung bình từ 5 phân đoạn cho từng cây giải tích.

Sinh khối khô của từng bộ phận và cây = Sinh khối tươi x tỷ lệ khô/tươi. Các bon của từng bộ phận và cây = Sinh khối khô x % C tích lũy.

e. Thiết kế mô hình sinh trắc để ước tính sinh khối, các bon của cây rừng:

Mô hình toán sinh trắc được thiết lập cho cây cá lè để ước tính sinh khối và các bon cây rừng. Mô hình được thực hiện theo hai phương pháp chính: i) Mô hình tuyến tính một đến nhiều biến, tổ hợp biến, hoặc phi tuyến được đổi biến số về tuyến tính, sử dụng phương pháp ước lượng bình phương tối thiểu; ii) Mô hình dạng phi tuyến một đến nhiều biến, tổ hợp biến, sử dụng phương pháp Marquardt. Các mô hình được xử lý phối hợp trong phần mềm thống kê Excel và Statgraphics Centurion.

Việc lựa chọn biến số tham gia mô hình và mô hình tối ưu có sai số ước lượng bé nhất và sai khác thấp nhất so với thực tế là rất quan trọng trong xây dựng mô hình allometric equations, do đó phương pháp để lựa chọn biến tham gia vào mô hình và hàm được xây dựng theo các tiêu chí thống kê sau:

Hệ số tương quan, quan hệ, xác định R^2 : Về tổng quát thì hàm tốt nhất khi R^2 đạt max và tồn tại ở mức sai $P < 0.05$. Tuy nhiên có trường hợp R^2 đạt max nhưng chưa phải là hàm phù hợp nhất, do vậy cần dựa thêm các chỉ tiêu thống kê khác.

Tiêu chuẩn t kiểm tra sự tồn tại của các tham số của mô hình: Với giả thuyết $H_0: b_i = 0$, giả thuyết bị bác bỏ khi $P < 0.05$; có nghĩa là các tham số tồn tại và khác 0 rõ rệt. Chỉ tiêu này chỉ

áp dụng cho hàm đa biến.

Nhân tố quan hệ (CF - Correction factor): $CF = \exp(RSE^2/2)$, CF luôn lớn hơn 1. Trong đó RSE (Residual standard error) là sai tiêu chuẩn của phần dư. Khi RSE càng lớn thì CF càng lớn, có nghĩa mô hình càng có độ tin cậy thấp. Mô hình tốt khi CF càng tiến dần đến 1. Sử dụng tiêu chuẩn này yêu cầu biến y của các hàm phải đồng nhất (Chave et al., 2005).

Tiêu chuẩn Mallow' Cp: Dùng để lựa chọn số biến số tham gia mô hình tốt nhất trong trường hợp có nhiều biến chưa rõ ảnh hưởng đến y. Chỉ số Cp càng gần với số biến số p thì mô hình càng phù hợp; dựa vào đây để xác định số biến số p tham gia mô hình khi có quá nhiều biến số được giả định là có ảnh hưởng đến y.

Tiêu chuẩn AIC (Akaike Information Criterion): Khi cần lựa chọn mô hình tốt nhất với nhiều mô hình có các biến số ảnh hưởng khác nhau, AIC mô hình với các biến số ảnh hưởng là hàm tốt nhất: $AIC = n \cdot \ln(RSS/n) + 2K = -\ln(L) + 2K$.

Mô hình tối ưu với các biến số thích hợp khi giá trị đại số của AIC là bé nhất. Trong đó n: số mẫu, RSS (the residual sums of squares) là tổng bình phương phần dư, K: số tham số của mô hình bao gồm tham số sai số ước lượng, ví dụ mô hình $y = a + bx$, thì $K = 3$. L: Likelihood của mô hình (Chave et al., 2005).

Sai lệch trung bình giữa giá trị ước lượng qua mô hình với giá trị quan sát thực tế (S%): $S\% = \frac{100}{n} \sum_{i=1}^n \frac{|Y_{ilt} - Y_i|}{Y_i}$

Trong đó: Y_{ilt} : Giá trị dự báo qua mô hình; Y_i : Giá trị thực quan sát, n: số mẫu quan sát. S% cho thấy mô hình có sai khác với thực tế cao hay thấp, và mô hình tối ưu khi sai khác này bé nhất (Chave et al., 2005), xây dựng mô hình các tiêu chuẩn thống kê để lựa chọn biến số và hàm tối ưu.

3. Kết quả và thảo luận

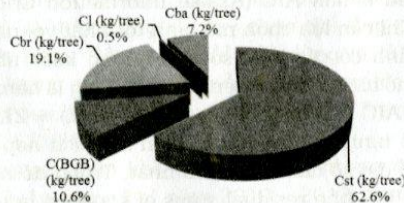
a. Ước tính sinh khối và các bon ở từng bộ phận cây:

Sinh khối và các bon của cây rừng nằm trong 5 bộ phận bao gồm thân, cành, lá, vỏ cây và rễ cây. Nghiên cứu đã thiết lập và lựa chọn được hệ thống mô hình ước tính sinh khối và các bon trong từng bộ phận cây với các nhân tố điều tra cây rừng chủ yếu như DBH, H, WD, và Ca. Kết quả phản ảnh năng lực tích lũy các bon của 5 bộ phận cây rừng trong bảng 1, hình 1 (Với: Cst: Các

bon trong trong gỗ; C(BGB): Các bon trong rễ;
Cbr: Các bon trong cành; Cl: Các bon trong lá và
Cba: Các bon trong vỏ).

DBH (cm)	Cst (kg/cây)	C(BGB) (kg/cây)	Cbr (kg/cây)	Cl (kg/cây)	Cba (kg/cây)	Tổng C (kg/cây)	Tổng CO ₂ (kg/cây)
5	2.0	0.4	0.4	0.1	0.2	3.0	11.0
15	29.2	5.1	6.9	2.5	2.9	46.6	170.9
25	101.8	17.6	26.0	5.0	10.5	160.9	590.4
35	231.6	39.8	62.5	6.7	24.7	365.3	1,340.6
45	428.2	73.1	120.3	7.8	46.8	676.2	2,481.5
55	699.3	118.8	202.9	8.7	77.8	1,107.5	4,064.5
65	1,051.9	178.0	313.6	9.3	118.9	1,671.7	6,135.3
75	1,492.5	251.7	455.3	9.9	170.9	2,380.2	8,735.3

Bảng 1. Các bon tích lũy và CO₂ hấp thụ của 5 bộ phận cây rừng theo cấp kính



Hình 1. Tỷ lệ các bon tích lũy trung bình trong 5 bộ phận cây rừng

Như vậy các bon tích lũy cao nhất là trong thân cây (62.6%), thứ hai là trong cành cây (19.1%), tiếp đến là trong rễ cây (10.6%), trong vỏ là 7.2%, thấp nhất là trong lá với tỷ lệ là 0.5%. Lượng CO₂ cây hấp thụ tăng theo tuổi (kích thước DBH), từ 11kg/cây ở cấp DBH = 5cm đến 8.7 tấn/cây ở cấp kính 75cm.

b. Mô hình ước tính sinh khối trên mặt đất cây rừng (AGB)

Hầu hết trên thế giới đều tập trung lập mô

hình allometric equations cho sinh khối cây trên mặt đất cây rừng (bao gồm 4 bộ phận thân, cành, lá và vỏ – AGB) (Brown (1997), MacDicken (1997), Henry và cộng sự (2010), Dietz và cộng sự (2011)), vì sinh khối trong cây trên mặt đất chiếm tỷ trọng lớn và biến động do quá trình tác động của con người. Vì vậy có thể xem đây là hàm quan trọng nhất trong hệ thống mô hình ước tính carbon rừng. Nghiên cứu đã thử nghiệm với nhiều dạng hàm khác nhau và với các biến số chủ yếu là DBH, H, WD, Ca. Sử dụng tổng hợp các tiêu chuẩn thống kê để lựa chọn biến số tham gia mô hình và lựa chọn hàm để tìm hàm tối ưu. Bảng 2 chỉ ra các mô hình tối ưu theo từng nhóm biến số khác nhau để ước tính sinh khối trên mặt đất của cây rừng (AGB).

Kết quả bảng 2 cho thấy, AGB được ước lượng tốt thông qua 3 biến số DBH, H và WD, trong đó WD phản ảnh được sự tích lũy sinh khối khô của các loài khác nhau. Hàm có hệ số R² cao nhất (97.481%), CF gần bằng 1, AIC bé nhất và biến động giữa lý thuyết và thực tế là 20.3%. Hàm ước lượng AGB theo một biến số DBH có biến động lớn nhất là 27.8%.

So sánh với các tác giả lập mô hình AGB cho vùng rừng nhiệt đới nói chung như Brown (1997) có mô hình với S% = 43% - 107%, Chave (2005) thì S% = 52% - 94%, Basuki và cộng sự (2009) thực hiện ở rừng khộp, S% = 26 - 30% chung cho các loài, kết quả nghiên cứu này cho thấy các hàm lập trong bảng 2 đã cụ thể hóa cho rừng lá rộng thường xanh vùng Tây Nguyên, Việt Nam, đã giảm đáng kể biến động S% giữa lý thuyết và thực tế so với các tác giả này.

Xây dựng sơ đồ về quan hệ AGB với các biến số khác nhau.

Các mô hình của các tác giả được đưa ra so sánh là:

Bảng 2: Mô hình ước tính sinh khối cây rừng trên mặt đất với các biến số

TT	Dạng hàm	Hàm	R ² adjusted (%)	P	n	Pbi	CF	AIC	S%
1	AGB = f(DBH)	$AGB_{kg} = \exp(-2.23927 + 2.49596 \cdot \log(DBH_{cm}))$	95.721	0.000	161	0.000	1.06	-345.805	27.88%
2	AGB = f(DBH, H, WD)	$\log(AGB_{kg}) = -2.74348 + 0.693879 \cdot \log(H_{m} \cdot DBH_{cm}^2) + 0.367445 \cdot \log(WD_{g_{cm3}} \cdot DBH_{cm}^2)$	97.481	0.000	161	0.000	1.03	-430.129	20.34%
3	AGB = f(DBH, H)	$\log(AGB_{kg}) = -2.9766 + 0.535797 \cdot \log(DBH_{cm}) + 0.759321 \cdot \log(H_{m} \cdot DBH_{cm}^2)$	96.804	0.000	161	0.046	1.04	-391.793	23.46%
4	AGB = f(DBH, WD)	$\log(AGB_{kg}) = -2.05364 + 1.76966 \cdot \log(DBH_{cm}) + 0.376371 \cdot \log(WD_{g_{cm3}} \cdot DBH_{cm}^2)$	96.313	0.000	161	0.000	1.05	-368.791	24.76%

Ghi chú: AGB: Sinh khối khô 4 bộ phận cây trên mặt đất, kg/cây; log: logarit neper

Đối với mô hình một biến số DBH:

Hàm Brown (2001) lập cho rừng nhiệt đới ẩm toàn thể giới (Moist Forest):

$AGB \text{ (kg/cây)} = \exp(-2.134 + 2.530 \cdot \ln(DBH))$, DBH=5-148cm, n=170 cây, $R^2=0.97$, được so sánh với hàm đã được thiết lập trong nghiên cứu này cho rừng lá rộng thường xanh vùng Tây Nguyên, Việt Nam:

$AGB_{kg} = \exp(-2.23927 + 2.49596 \cdot \ln(DBH_{cm}))$, DBH=5-75cm, n=161, $R^2=0.95$

Đối với mô hình ba biến số DBH (D), H và WD (ρ):

Hàm Chave (2005) lập mô hình cho rừng nhiệt đới ở 3 châu lục là Châu Mỹ, Châu Á và Châu Đại Dương:

$\langle AGB \rangle_{est} = \exp(-2.977 + \ln(\rho D^2 H)) \equiv 0.0509 \times \rho D^2 H$

Được so sánh với hàm đã được thiết lập trong nghiên cứu này:

$\log(AGB_{kg}) = -2.74348 + 0.693879 \cdot \log(H_m \cdot DBH_{cm}^2) + 0.367445 \cdot \log(WD_g_{cm}^3 \cdot DBH_{cm}^2)$

Kết quả so sánh hàm của hai tác giả trên với số liệu AGB thực tế ở Tây Nguyên cho thấy:

Kết quả so sánh hàm của hai tác giả trên với số liệu AGB thực tế ở Tây Nguyên cho thấy:

Đối với hàm của Brown (2001) với một biến DBH, biến động lên đến S% = 38.3% khi so với số liệu Tây Nguyên, trong khi đó mô hình trong đề tài này thiết lập là S% = 27.9%; giúp làm giảm sai số đến 11%.

Đối với hàm của Chave (2005) với 3 biến số DBH (D), H và WD (ρ), biến động là S% = 24.3% so với số liệu Tây Nguyên, trong khi đó hàm trong đề tài này đạt được S% = 20.3%; giúp giảm sai số 4%.

Như vậy việc thiết lập các hàm ước tính AGB cho Tây Nguyên, Việt Nam đã làm tăng độ tin cậy của việc ước lượng sinh khối đáng kể.

Từ kết quả này cho thấy, để ước tính chính xác AGB của cây rừng phần trên mặt đất, hàm 3 biến số DBH, H và WD đạt độ tin cậy cao nhất và cao hơn hàm Chave (2005) lập cho rừng nhiệt đới, kể đến là hai biến DBH và H. Hàm ước tính AGB với một biến DBH độ tin cậy thấp hơn, nhưng cũng cao hơn nhiều so với hàm chung của rừng nhiệt đới (Brown (2001), do vậy có thể ứng dụng trong đo tính khi không có yêu cầu cao về độ tin cậy hoặc chi phí thấp, ví dụ như đo tính các bon rừng với sự tham gia của cộng đồng.

Ngoài ra để tăng độ chính xác của mô hình ước

tính AGB, biến diện tích tán lá (Ca, m²/cây) được bổ sung để thử nghiệm. Vì trong thực tế tán cành lá cây rất khác biệt do đặc điểm hình thái mỗi loài, trong điều kiện địa hình khác nhau. Như vậy bổ sung biến số Ca sẽ mang lại độ tin cậy trong ước lượng trong khi chưa thể lập được mô hình allometric equations cho từng loài trên từng điều kiện lập địa của rừng nhiệt đới.

$\log(AGB_{kg}) = -2.13408 + 1.96454 \cdot \log(DBH_{cm}) + 0.619246 \cdot \log(H_m) + 0.124205 \cdot \log(Ca_{m^2}) + 1.03509 \cdot \log(WD_g_{cm^3})$

Với $R^2_{adj.} = 98.693\%$, $P < 0.000$, $n = 109$, $Phi < 0.000$, $CF = 1.02$, $AIC = -378.0$ và $S\% = 14.1\%$ (log: logarit nepert)

Xây dựng được sơ đồ quan hệ giá trị dự báo AGB với quan sát và biến động phần dư (residual) của mô hình 4 biến $\log(AGB) = f(\log(DBH), \log(H), \log(Ca), \log(WD))$.

Như vậy ước lượng AGB với 4 biến số DBH, H, WD và Ca sẽ cho độ tin cậy cao nhất, với hệ số quan hệ $R^2_{adj.} = 98.693\%$, cao nhất và $S\% = 14.1\%$ là thấp nhất và các chỉ tiêu CF, AIC cũng tốt nhất trong các mô hình ước tính AGB với các biến số khác nhau và thấp hơn rất nhiều so với các mô hình của Brown (2001) với chỉ một biến DBH và Chave (2005) với ba biến DBH, H, WD nhưng không có Ca. Trong thực tế sử dụng mô hình này chỉ cần bổ sung đo chính xác đường kính tán lá của cây ở 2 - 4 hướng và tính Ca, do vậy việc tăng biến Ca không làm tăng nguồn lực, chi phí khi ứng dụng lên quá nhiều trong khi đó tăng được độ tin cậy ước lượng các bon trong cây rừng ở các bộ phận trên mặt đất.

a. Mô hình ước tính các bon tích lũy trên mặt đất của cây rừng C(AGB)

Hầu hết các tác giả trên thế giới chỉ dừng lại lập mô hình ước tính sinh khối khô của cây (AGB) mà chưa phân tích và lập hàm ước tính trực tiếp các bon tích lũy; giá trị các bon chủ yếu được suy từ sinh khối khô theo hệ số 0.47 của IPCC (2006). Nghiên cứu này đã phân tích các bon trong 4 bộ phận cây giải tích (thân, cành, lá và vỏ), tiến hành lập và lựa chọn mô hình tối ưu với các biến DBH, H, WD và Ca, kết quả xem bảng 3.

Kết quả trong bảng 3 cho thấy nếu chưa xét đến biến Ca, thì các bon tích lũy trong cây phần trên mặt đất có quan hệ chặt chẽ nhất với 3 biến số DBH, H và WD với hệ số R^2 cao nhất, các chỉ tiêu CF, AIC thấp nhất và biến động S% cũng thấp nhất là 16.4%. Điều này cho thấy carbon tích lũy

KHOA HỌC CÔNG NGHỆ

trong cây gia tăng theo kích thước cây (theo tuổi) và đặc biệt phụ thuộc vào đặc điểm sinh học loài thông qua biến khối lượng thể tích gỗ WD. Mô hình có một biến DBH có quan hệ thấp nhất trong các mô hình với $S\% = 30.8\%$.

Đặc biệt khi đưa vào biến diện tích tán lá cây (Ca, $m^2/cây$) thì mô hình với 4 biến DBH, H, WD và Ca có các chỉ số thống kê tốt nhất, biến động $S\%$ rất thấp ở 13.2% ; mức biến động thấp như vậy hầu như ít thấy ở các mô hình trên thế giới. Điều này phù hợp với sinh học loài, trong thực tế một cây có cùng kích thước DBH, H và có thể có cùng nhóm khối lượng thể tích gỗ WD, nhưng do khác loài thì hình thái sẽ rất khác nhau như tán lá, phân cành, số cành... do vậy biến số Ca sẽ cải thiện rõ rệt độ tin cậy của mô hình ước tính các bon cây rừng với sự biến động cao của cành và tán lá của các loài khác nhau của rừng nhiệt đới.

Xây dựng được sơ đồ về quan hệ giá trị ước tính C(AGB) qua mô hình có biến số khác nhau với giá trị quan sát.

a. Mô hình ước tính sinh khối và các bon phần dưới mặt đất (trong rễ cây rừng) (BGB, B(BGB)):

Sinh khối (BGB) và các bon (C(BGB)) dưới mặt đất của rừng chiếm chủ yếu là rễ cây gỗ, đây là một bể chứa các bon quan trọng của rừng nhưng lại rất khó tiếp cận để lập mô hình. Hầu như rất khó tìm thấy mô hình allometric equations ước tính BGB hoặc C(BGB) trên thế giới, chủ yếu sử

dụng hệ số chuyển đổi từ sinh khối trên mặt đất AGB sang sinh khối dưới mặt đất với hệ số trung bình là $BGB = 20\% \cdot AGB$ (IPCC, (2006), MacDicken (1997), sau đó chuyển sang các bon cũng với hệ số 0.47.

Để lập mô hình ước tính BGB và C(BGB), đề tài đã tiến hành đào lấy rễ cây theo cấp kính và phân tích các bon mẫu rễ. Mô hình BGB và C(BGB) được thử nghiệm lựa chọn với các biến số DBH, H, WD với các dạng hàm khác nhau, kết quả tìm được các hàm tối ưu ở các bảng 4 và 5.

Sinh khối dưới mặt đất (BGB) được ước lượng tốt nhất với hàm 2 biến số DBH và WD, biến H tỏ ra không ảnh hưởng lớn đến hệ rễ cây. Hàm này có các chỉ tiêu thống kê tốt nhất như R^2 cao nhất (92.48%), CF gần 1 và AIC nhỏ nhất, với biến động so với thực tế là 33.8%. Biến động của hàm ước tính của BGB lớn hơn ABG cho thấy sự phức tạp của hệ rễ cây rừng so với phần sinh khối trên mặt đất của nó. Mô hình đơn giản hơn để ước tính BGB theo nhân tố DBH, có biến động là 40.4%.

Mô hình ước tính các bon tích lũy trong hệ rễ cây rừng (C(BGB)) đạt độ tin cậy cao nhất với 3 biến số DBH, H và WD, với $R^2 = 90.32\%$, biến động so với thực tế là 46.6%. Như vậy có thể thấy ước lượng C(BGB) có sai số lớn hơn nhiều khi ước lượng phần trên mặt đất. Mô hình đơn giản nhất ước lượng C(BGB) với một biến DBH có $R^2 = 89.11\%$ và biến động là 52.0%.

Bảng 3. Mô hình ước tính các bon cây gỗ phần trên mặt đất với các biến số

TT	Dạng hàm	Hàm	R^2 adjusted (%)	P	n	Pbi	CF	AIC	S%
1	$C(AGB) = f(DBH)$	$C_AGB_kg = \exp(-2.97775 + 2.49711 \cdot \ln(DBH_cm))$	95.398	0.000	93	0.000	1.07	-186.7	30.8%
2	$C(AGB) = f(DBH, H, WD)$	$\log(C_AGB_kg) = -3.40031 - 0.819475 \cdot \log(DBH_cm) + 0.787115 \cdot \log(H_m \cdot DBH_cm^2) + 0.673237 \cdot \log(WD_g_cm^3 \cdot DBH_cm^2)$	98.459	0.000	93	0.006	1.02	-286.5	16.4%
3	$C(AGB) = f(DBH, H)$	$\log(C_AGB_kg) = -3.72664 + 2.05141 \cdot \log(DBH_cm) + 0.760168 \cdot \log(H_m)$	96.280	0.000	93	0.000	1.05	-205.5	27.1%
4	$C(AGB) = f(DBH, WD)$	$\log(C_AGB_kg) = -2.63037 + 1.23621 \cdot \log(DBH_cm) + 0.662748 \cdot \log(WD_g_cm^3 \cdot DBH_cm^2)$	97.477	0.000	93	0.000	1.04	-241.6	21.6%
5	$C(AGB) = f(DBH, Ca, H, WD)$	$\log(C_AGB_kg) = -3.6277 + 0.170678 \cdot \log(Ca_m2) + 1.89109 \cdot \log(DBH_cm) + 0.0578426 \cdot H_m + 1.94886 \cdot WD_g_cm3$	98.621	0.000	50	0.001	1.02	-163.6	13.2%

Ghi chú: C(AGB): Các bon tích lũy trong 4 bộ phận cây trên mặt đất, kg/cây;
log: logarit neper, Ca: Diện tích tán lá, $cm^2/cây$.

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Kết luận

1) Năng lực tích lũy các bon trong 5 bộ phận cây rừng: Các bon tích lũy cao nhất là trong gỗ (62.6%), thứ hai là trong cành cây (19.1%), tiếp đến là trong rễ cây (10.6%), trong vỏ là 7.2%, thấp nhất là trong lá với tỷ lệ là 0.5%.

2) Hàm ước tính sinh khối cây trên mặt đất (AGB): Có 3 biến số DBH, H và WD đạt độ tin cậy cao; thứ đến là hai biến DBH và H; hàm một biến với biến số DBH độ tin cậy thấp hơn, Các hàm được mô tả như sau:

$$\log(AGB_kg) = -2.74348 + 0.693879 \cdot \log(H_m \cdot DBH_cm^2) + 0.367445 \cdot \log(WD_g_cm^3 \cdot DBH_cm^2)$$

$$AGB_kg = \exp(-2.9766 + 0.535797 \cdot \log(DBH_cm) + 0.759321 \cdot \log(H_m \cdot DBH_cm^2))$$

$$AGB_kg = \exp(-2.23927 + 2.49596 \cdot \ln(DBH_cm))$$

Bổ sung biến số Ca sẽ mang lại độ tin cậy cao nhất trong ước lượng AGB trong khi chưa thể lập được mô hình allometric equations cho từng loài trên từng điều kiện lập địa của rừng nhiệt đới. Hàm có dạng sau:

$$\log(AGB_kg) = -2.13408 + 1.96454 \cdot \log(DBH_cm) + 0.619246 \cdot \log(H_m) + 0.124205 \cdot \log(Ca_m^2) + 1.03509 \cdot \log(WD_g_cm^3)$$

3) Mô hình ước tính các bon trong cây rừng phần trên mặt đất C(AGB): Cần thông qua mô hình 4 biến DBH, H, WD và Ca; kế đến là 3 biến DBH, H và WD; còn độ tin cậy thấp hơn có thể chỉ sử dụng 2 biến thông thường là DBH và H. Hàm một biến với DBH chỉ sử dụng trong điều kiện không yêu cầu độ tin cậy cao như đo tính carbon ở cấp cộng đồng. Các hàm có dạng sau:

$$\log(C_AGB_kg) = -3.6277 + 0.170678 \cdot \log(Ca_m^2) + 1.89109 \cdot \log(DBH_cm) + 0.0578426 \cdot H_m + 1.94886 \cdot WD_g_cm^3$$

$$\log(C_AGB_kg) = -3.40031 - 0.819475 \cdot \log(DBH_cm) + 0.787115 \cdot \log(H_m \cdot DBH_cm^2) + 0.673237 \cdot \log(WD_g_cm^3 \cdot DBH_cm^2)$$

$$\log(C_AGB_kg) = -3.72664 + 2.05141 \cdot \log(DBH_cm) + 0.760168 \cdot \log(H_m)$$

$$C_AGB_kg = \exp(-2.97775 + 2.49711 \cdot \ln(DBH_cm))$$

4) Mô hình ước tính sinh khối dưới mặt đất (BGB): Được ước lượng tốt nhất với hàm 2 biến số DBH và WD. Biến động của hàm ước tính của BGB lớn hơn ABG cho thấy sự phức tạp của hệ rễ cây rừng so với phần sinh khối trên mặt đất của nó. Mô hình đơn giản hơn để ước tính BGB theo nhân tố DBH. Bao gồm các mô hình sau:

$$\log(BGB_kg) = -3.21544 + 2.34465 \cdot \log(DBH_cm)$$

Bảng 4. Mô hình ước tính sinh khối rễ cây theo các biến số

TT	Dạng hàm	Hàm	R ² adjusted (%)	P	n	Pbi	CF	AIC	S%
1	BGB = f(DBH)	BGB_kg = exp(-3.73687 + 2.32102*ln(DBH_cm))	89.992	0.000	105	0.000	1.11	-156.4	40.4%
2	BGB = f(DBH, H, WD)	log(BGB_kg) = -3.90385 + 0.891108*log(DBH_cm^2*H_m) + 1.03154*log(WD_g_cm3)	90.827	0.000	105	0.000	1.10	-164.6	36.7%
3	BGB = f(DBH, H)	log(BGB_kg) = -4.43424 + 0.880023*log(DBH_cm^2*H_m)	88.068	0.000	105	0.000	1.14	-137.9	43.8%
4	BGB = f(DBH, WD)	log(BGB_kg) = -3.21544 + 2.34465*log(DBH_cm) + 0.977922*log(WD_g_cm3)	92.482	0.000	105	0.000	1.08	-185.5	33.8%

Bảng 5. Mô hình ước tính các bon tích lũy trong rễ cây với các biến số

TT	Dạng hàm	Hàm	R ² adjusted (%)	P	n	Pbi	CF	AIC	S%
1	C(BGB) = f(DBH)	C_BGB_kg = exp(-4.91842 + 2.41957*ln(DBH_cm))	89.112	0.000	58	0.000	1.18	-60.8	52.0%
2	C(BGB) = f(DBH, H, WD)	log(C_BGB_kg) = -0.52749 - 20.0271*1/log(H_m*DBH_cm^2) + 0.865064*log(WD_g_cm3*DBH_cm^2)	90.318	0.000	58	0.045	1.23	-66.7	46.6%
3	C(BGB) = f(DBH, H)	log(C_BGB_kg) = -5.58412 + 0.911888*log(DBH_cm^2*H_m)	86.934	0.000	58	0.000	1.16	-50.2	55.7%
4	C(BGB) = f(DBH, WD)	log(C_BGB_kg) = -4.52334 + 2.43371*log(DBH_cm) + 0.707128*log(WD_g_cm3)	90.261	0.000	58	0.000	1.22	-66.3	47.6%

cm) + 0.977922*log(WD_g_cm³)

BGB_kg = exp(-3.73687 + 2.32102*ln(DBH_cm))

5) Mô hình ước tính các bon tích lũy trong hệ rễ cây rừng (C(BGB)): Đạt độ tin cậy cao nhất với 3 biến số DBH, H và WD. Mô hình đơn giản nhất ước lượng C(BGB) với một biến DBH:

log(C_BGB_kg) = -0.52749 - 20.0271*1/log(H_m*DBH_cm³) + 0.865064*log(WD_g_cm³*DBH_cm²)

C_BGB_kg = exp(-4.91842 + 2.41957 * ln(DBH_cm))

Kiến nghị:

Từ kết quả thu được của nghiên cứu, có các kiến nghị chính sau:

1) Ứng dụng kết quả của đề tài: Các mô hình ước sinh khối và các bon rừng đã được thiết lập cho kiểu rừng lá rộng thường xanh vùng Tây Nguyên có khối lượng mẫu đủ lớn, đại diện, đã được đánh giá độ tin cậy bảo đảm yêu cầu của IPCC (2006), do vậy đề nghị chuyển giao áp dụng cho chương trình UN-REDD Việt Nam và các dự án REDD.

2) Nghiên cứu tiếp theo cần có: Tiếp tục áp dụng phương pháp nghiên cứu của đề tài này cho các tất cả các kiểu rừng ở từng vùng sinh thái của Việt Nam để có được đầy đủ mô hình và công nghệ trong ước tính và giám sát các bon rừng ở Việt Nam.

Development of allometric equations to estimate biomass and carbon for the Ever-green broad leaved forest in the Central Highlands of Vietnam.

Bao Huy, Võ Hưng, Nguyễn Thị Thanh Hương, Cao Thị Lý, Nguyễn Đức Đình

Summary

This research aims to develop allometric equations for estimating biomass and carbon sequestrated from different parts of forest tree such as stem, branch, bark, leaf, and root of the ever-green broad leaved forest in the Central Highlands of Vietnam. It is basis for measuring and monitoring carbon pools of above and below ground to join the REDD+ (Reducing emissions from degraded and degradation forest).

Twenty sample plots with an area of 2,000m² each were established, of which 362 sample tree felled according to proportion number of trees at

various diameter classes. Based on the sample trees, fresh and dry biomass and carbon of the parts as mentioned above were determined and set of optimal models of carbon and biomass estimate is selected. Results showed that: i) Allometric equations of above ground biomass (AGB) from one variable of DBH was with average deviation S% = 27.9%, while from DBH, tree height (H), and wood density (WD) had S% = 20.3%. The most optimal models gained when adding crown area variable (CA) in the model with S% = 14.1%. In general all models of this study had lower deviation comparing to other equations which were developed for the tropical moist forest such as Brown (2001) with S% = 43 - 107%, and Chave (2005) with S% = 52 - 94%. This indicates that it is need to specifically model for each eco-region of Vietnam aiming to reliability and accuracy of estimates. ii) Similar to AGB equations, the lowest average deviation was found in the model of Carbon of AGB (C(AGB)) involving 4 variables with S% = 13.2%. iii) Most average deviation remarkably reduced when adding Ca variable in the models of AGB and C(AGB), because Ca reflects the canopy diversity of different species in tropical forests. iv) The best model for estimating below ground biomass (BGB) has variables of DBH and WD with S% = 33.8% and for carbon in BGB (C(BGB)) with three variables of DBH, H and WD with S% = 46.6%. The high average deviation of BGB, C(BGB) models showed differences of the root biomass of tropical forest species.

Key word: Allometric equation, above ground biomass, below ground biomass, forest carbon, ever-green broad leaved forest, the Central Highlands of Vietnam.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Basuki, T.M., Van Lake, P.E., Skidmore, A.K., Hussin, Y.A., 2009. Allometric equations for estimating the above-ground biomass in the tropical lowland Dipterocarp forests. *Forest Ecology and Management* 257(2009): 1684-1694.
 2. Brown, J. F., Loveland, T. R., Ohlen, D. O., and Zhu, Z. 1999. The global land-cover characteristics database: the user's perspective. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 65: 1069-1074.
 3. Brown, S., 1997. Estimating biomass and

biomass change of tropical forests: a Primer. FAO Forestry paper – 134. ISBN 92-5-103955-0. Available on web site: <http://www.fao.org/docrep/W4095E/w4095e00.htm#Contents>

4. Brown, S. 2002. Measuring carbon in forests: current status and future challenges. *Environmental Pollution*, 3(116): 363–372.

5. Brown, S. and Iverson, L. R., 1992. Biomass estimates for tropical forests. *World Resources Review* 4:366-384.

6. Brown, S., Iverson, L. R., Prasad, A., 2001. Geographical Distribution of Biomass Carbon in Tropical Southeast Asian Forests: A database. University of Illinois.

7. Brown, S., Gillespie, A.J.R., and Lugo, A.E., 1989. Biomass estimation methods for tropical forests with applications to forest inventory data. *Forest Science* 35:881-902.

8. Brown, S., Sathaye, J., Cannell, M., Kauppi, P., 1996. Management of forests for mitigation of greenhouse gas emissions. In: Watson, R.T., Zinyowera, M.C., Moss, R.H. (Eds.), *Climate Change 1995: Impacts, Adaptations and Mitigation of Climate Change: Scientific- Technical Analyses. Contribution of Working Group II to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge and New York, pp. 773–797.

9. Chave, J., Andalo, C., Brown, S., Cairns, M.A., Chambers, J.Q., Eamus, D., Folster, H., Fromard, F., Higuchi, N., Kira, T., Lescure, J.P., Nelson, B.W., Ogawa, H., Puig, H., Riera, B., Yamakura, T., 2005. Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. *Oecologia* 145 (2005): 87-99. DOI 10.1007/s00442-005-0100-x.

10. Chave, J., Condit, R., Aguilar, S., 2004. Error propagation and scaling for tropical forest biomass estimates. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B* 359(2004): 409–420. DOI 10.1098/rstb.2003.1425

11. Dietz, J., Kuyah, S., 2011. Guidelines for establishing regional allometric equations for biomass estimation through destructive sampling. World Agroforestry Center (ICRAF).

Người phản biện: PGS. TS. Vương Văn Quỳnh

Ngày nhận bài: Tháng 10/2012

Ngày phản biện thông qua: Tháng 11/2012

Ngày duyệt đăng: Tháng 11/2012

Đa dạng thực vật ...

Tiếp theo trang 20

Hoá, *T/c Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn*, Số 19, 106-111.

6. Phạm Hoàng Hộ, 1999-2000. *Cây cỏ Việt Nam*, Tập 1-3, Nxb. Trẻ, TP. HCM.

7. Nguyễn Nghĩa Thìn, 1997. *Cẩm nang nghiên cứu đa dạng sinh vật*, Nxb. Nông nghiệp, HN.

8. Nguyễn Nghĩa Thìn, 2001. *Đa dạng thực vật trên núi đá vôi khu bảo tồn thiên nhiên Pùmát - Nghệ An*. Lâm nghiệp xã hội và bảo tồn thiên nhiên Nghệ An (SFNC), Hà Nội.

9. Raunkiaer C., 1934. *Plant life forms*, Clarendon, Oxford, 104 pp.

DIVERSITY AND CONSERVATION PLANTS OF CO LUNG COMMUNE IN PU LUONG NATURE RESERVE THANH HOA PROVINCE

Dau Ba Thin, Le Van Toan, Pham Hong Ban, Dinh Thi Thanh Lam

SUMMARY

The vascular plants in Co Lung, Pu Luong Nature Reserve, Thanh Hoa province, was surveyed and identified with 262 species, 201 genera and 98 families of the 4 divisions. The number of useful plant species of the Co Lung, Pu Luong flora is categorized as follows: 95 species for medicinal plants, 31 species for timber plants, 17 species for food and food stuffs, 8 species for ornamental, 21 species for essential oils. The plant species in Co Lung, Pu Luong are mainly comprised of the tropical elements (72.16%) of them, the endemic elements with 18.43%. In the relationship of species with floras in Asia, the flora in Co Lung, Pu Luong has an affinity with that of Indochina-Indu (6.27%), Indochina-Malesia (13.73%), Himalaya (9.41%), South of China (10.20%) and Indochina (7.06%). The Spectrum of Biology (SB) of the flora in Co Lung, Pu Luong is summarized, as follows: SB = 80,53 Ph + 6,49 Ch + 2,29 Hm + 3,82 Cr + 6,87 Th.

Keywords: Diversity, life-forms, nature reserve, phytogeographical, plant, Co Lung, Pu Luong.

Người phản biện: TS. Nguyễn Thế Hưng

Ngày nhận bài: Tháng 8/2012

Ngày phản biện thông qua: Tháng 9/2012

Ngày duyệt đăng: Tháng 9/2012