

XÁC ĐỊNH CARBON LƯU GIỮ CỦA RỪNG LỒ Ô (*Bambusa procure* A.chev et A.cam) Ở KHU VỰC TÂY NGUYÊN

Huỳnh Thị Kiều Trinh¹, Bùi Hiến Đức², Nguyễn Hải Hòa³

¹Viện KHLN Nam Trung Bộ và Tây Nguyên- Lâm Đồng

²Công ty TNHH DV KHKT Khoa Đăng- Lâm Đồng

³Trường Đại học Lâm nghiệp

TÓM TẮT

Rừng Lồ ô mang lại cho con người nhiều giá trị về kinh tế, văn hóa và cả giá trị môi trường. Nhưng nhận thức của các nhà quản lý cũng như cộng đồng cho rằng nó có ít giá trị và đang chặt phá để chuyển đổi mục đích sử dụng đất và khai thác quá mức. Đặc biệt, trong giai đoạn hiện nay khi vấn đề dân số gia tăng, thay đổi cơ cấu cây trồng, nhu cầu đất cho sản xuất nông nghiệp ngày càng tăng nên việc chặt phá rừng tre nứa, Lồ ô để chuyển đổi mục đích như trồng cao su, cà phê hoặc trồng các loại cây nông nghiệp khác làm cho diện tích rừng Lồ ô ngày một giảm đi. Sự tàn phá diện tích rừng nói chung và rừng tre nứa Lồ ô nói riêng, không những gây mất cân bằng sinh thái ở nước ta mà còn làm giảm khả năng hấp thụ CO₂ và gián tiếp làm tăng thêm lượng khí CO₂ phát thải vào khí quyển, làm cho biến đổi khí hậu toàn cầu tăng nhanh. Vì vậy, một trong những cách thức quản lý bền vững loại rừng này để nhằm phát triển kinh tế, văn hóa thắm mỹ song song với vấn đề bảo vệ môi trường đó là tính được giá trị hấp thụ CO₂ của loại rừng này để tham gia chương trình REDD. Qua kết quả nghiên cứu cho thấy carbon được lưu giữ chủ yếu trong thân cây Lồ ô khí sinh và chúng có quan hệ chặt chẽ với nhân tố tuổi của cây. Ngoài ra, chúng còn có mối quan hệ chặt chẽ với khối lượng sinh khối khô của thân mục, cây chết. Lượng CO₂ hấp thụ trong lâm phần Lồ ô còn phụ thuộc vào các nhân tố như mật độ cây/ha và đường kính bình quân. Ở cấp đường kính trung bình 3cm và mật độ 3500 cây/ha sẽ hấp thụ được 601 tấn CO₂/ha. Và ở cấp đường kính trung bình 9cm và mật độ 16500 cây/ha sẽ hấp thụ được 1880 tấn CO₂/ha.

Từ khóa: Carbon, CO₂, REDD, rừng Lồ ô

Determination carbon storage of Bamboo forest (*Bambusa procure* A.chev et A.cam) in Central Highlands

Keywords: Bamboo forest, carbon, CO₂, REDD

Bamboo forests bring people various values include economic, cultural and environmental value. But the awareness of managers as well as the community that it has little value and cleared to convert land use purpose and overexploitation. Especially, in the current period when development population issue, change the crop structure, demand of land using with agricultural production purpose have trend to increases so deforestation bamboo to convert purposes such as plant rubber tree, coffee or other

agricultural crops made bamboo area has decrease. In general, forest destruction also bamboo forest not only cause ecological imbalance but also reduces absorb CO₂ ability and indirectly increase CO₂ emissions into the atmosphere make speed up global climate change. One way of sustainable forest management to economic development, cultural as parallel with environmental protection issues that is calculated absorb CO₂ value of bamboo forest to participate REDD program. The result of research shows that carbon is stored mainly in bamboo trunk and it has closely relationship with age factor of the tree, volume dry biomass of litter and dead wood. Amount of CO₂ absorbed in bamboo forest depend on factors such as density trees/ha and average diameter. With average diameter 3cm and density 3500 trees/ha would absorbed 601 ton CO₂/ha. And average diameter 9cm and density 16500 trees/ha would absorbed 1880 ton CO₂/ha.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Lồ ô là cây đặc hữu của phần Nam Đông Dương gồm Nam Việt Nam, Nam Lào và Campuchia. Ở Việt Nam Lồ ô mọc tập trung nhất ở phần Nam Tây Nguyên và vùng Đông Nam Bộ. Phân họ Lồ ô có khoảng 75 chi với hơn 1.250 loài (Soderstromand Ellis *et al.*, 1988). Ba dòng chính của phân họ Lồ ô hiện đang được công nhận là Arundinarieae, Bambuseae và Olyreae (Sungkaewet *et al.*, 2009). Lồ ô mọc ở châu Phi, châu Á, Trung và Nam Mỹ (Banik *et al.*, 2000). Một số loài còn trồng thành công ở vùng ôn đới ở châu Âu và Bắc Mỹ (Soderstromand Ellis *et al.*, 1988). Về mặt hình thái, tất cả các loài Lồ ô có thể được phân loại như monopodial, sympodial và amphipodial, với mỗi nhóm được trồng cho mục đích công nghiệp, nông nghiệp, trang trí và sinh thái (Maoyiand Banik *et al.*, 1996). Lồ ô đóng một vai trò quan trọng trong nền kinh tế địa phương đặc biệt là ở khu vực châu Á-Thái Bình Dương (Holttum *et al.*, 1958). Lồ ô cung cấp nhiều dịch vụ môi trường cả ở làng quê và hệ sinh thái rừng. Ở làng quê, nó bảo vệ gió cho nhà cửa, đáp ứng nhu cầu vật liệu xây dựng nhà và các mục đích củi (Neff *et al.*, 2009). Ở cấp

hệ sinh thái rừng, Lồ ô đóng vai trò quan trọng để phục hồi đất thoái hóa, kiểm soát xói mòn và bảo vệ nguồn nước (INBAR, 2006). Ở Việt Nam nói chung và khu vực Tây Nguyên nói riêng, rừng Lồ ô mang lại nhiều giá trị về mặt kinh tế, văn hóa-xã hội và môi trường. Nhưng nhận thức của các nhà quản lý cũng như cộng đồng cho rằng nó có ít giá trị và đang chặt phá để chuyển đổi mục đích sử dụng đất và khai thác quá mức. Đặc biệt, trong giai đoạn hiện nay khi vấn đề dân số gia tăng, thay đổi cơ cấu cây trồng, nhu cầu đất cho sản xuất nông nghiệp ngày càng tăng nên việc chặt phá rừng tre nứa, Lồ ô để chuyển đổi mục đích như trồng cao su, cà phê hoặc trồng các loại cây nông nghiệp khác làm cho diện tích rừng Lồ ô ngày một giảm đi. Trong khi đó, Lồ ô là nguồn thu nhập chính của một số đồng bào sống gần rừng, dùng để làm nhà, đan lát các vật dụng hoặc khai thác bán cho những thương gia, cung cấp thực phẩm lớn cho đồng bào. Một số địa phương đã có công ty chế biến bột giấy, làm đũa xuất khẩu, thu hút được nhiều lao động địa phương tham gia làm công nhân trong các dây chuyền sản xuất. Và nó cũng gắn liền với văn hóa của chúng ta đặc biệt là khu vực Tây Nguyên với các nhạc cụ như: sáo, đàn tơ rưng...

Bên cạnh đó, giá trị về mặt môi trường của rừng Lò ô mang lại rất lớn. Lò ô có hệ rễ chằng chịt trong đất giúp nâng cao sinh khối dưới mặt đất, bảo vệ lớp đất mặt dưới rừng rất tốt và độ tơi xốp của đất, tăng tính thoáng khí, khả năng thấm thấu, điều hòa độ ẩm cũng như tính đa dạng sinh học của đất. Với tác dụng bám giữ đất khá tốt của hệ rễ mà cường độ xói mòn đất dưới rừng Lò ô rất thấp. Với tốc độ tăng trưởng nhanh chóng và tái phát triển hàng năm cao sau khi thu hoạch, Lò ô có một bể chứa tiềm năng carbon cao (INBAR, 2010). Xem xét vai trò trong giảm thiểu và thích ứng với biến đổi khí hậu, Lò ô đảm bảo vai trò quan trọng trong nền nông nghiệp carbon và thương mại carbon (Arun Jyoti Nath *et al.*, 2015). Các chương trình nhằm giảm phát thải khí nhà kính luôn ưu tiên việc giảm lượng phát thải carbon hoặc lưu giữ được nó ở các hệ sinh thái rừng, hệ thống nông lâm kết hợp. Đến nay, hầu hết các nghiên cứu về tiềm năng thương mại carbon của một số loài cây, các kiểu rừng đã được thực hiện nhưng rất ít về loài Lò ô (Lobovikov *et al.*, 2012). Tuy nhiên, Lò ô được biết đến với năng suất cao (Hunter và Wu, 2002), trong đó đã tạo được sự quan tâm ngày càng nhiều của cộng đồng khoa học trong nghiên cứu vai trò của Lò ô trong lưu trữ cacbon và các dịch vụ hệ sinh thái (INBAR, 2006, 2010). Hiện nay, chương trình REDD đang được triển khai ở một số nước, do vậy xây dựng các mô hình ước tính CO₂ cho rừng Lò ô nhằm khuyến khích mọi người sử dụng và bảo vệ nó một cách bền vững, đặc biệt là để tham gia vào chương trình REDD quốc gia. Nghiên cứu này nhằm mục đích xác định lượng Carbon lưu trữ trong rừng Lò ô và mối quan hệ của nó với các nhân tố điều tra làm cơ sở ước lượng nhanh lượng Carbon lưu trữ và CO₂ hấp thụ của rừng Lò ô ở khu vực Tây Nguyên.

II. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Thu thập số liệu ngoại nghiệp

a) *Lập ô tiêu chuẩn thu thập số liệu Lò ô*

Tại khu vực xã Nam Ka, huyện Lắk, tỉnh Đắk Lắk lập 12 ô tiêu chuẩn điển hình 10 × 10m và kế thừa 5 ô tiêu chuẩn (bộ môn Quản lý Tài nguyên rừng, trường Đại học Tây Nguyên) thu thập tại xã Quảng Trục, huyện Tuy Đức, tỉnh Đắk Nông. Điều tra cây Lò ô trong ô mẫu với các nhân tố: Đường kính ngang ngực, chiều cao, tuổi.

b) *Giải tích cây Lò ô trong lâm phần để thu thập số liệu sinh trưởng, sinh khối tươi và lấy mẫu để phân tích Carbon*

Mỗi ô tiêu chuẩn, chọn cây tiêu chuẩn theo tuổi để giải tích. Mỗi tuổi giải tích một cây trong một ô tiêu chuẩn. Lò ô sinh trưởng mạnh về chiều cao và đường kính trong 1 - 2 tuổi đầu, sau đó ngừng sinh trưởng và biến đổi chủ yếu về độ cứng, chất lượng sợi tăng lên. Lò ô không hình thành vòng năm nên việc xác định tuổi phải thông qua hình thái bên ngoài, màu sắc thân cây. Theo phương pháp xác định tuổi thân sinh khí của Lâm Xuân Sanh và Châu Quang Hiền - 1984, tuổi của Lò ô được xác định như bảng trình bày ở trang 74.

Tổng số cây giải tích là 83 cây Lò ô ở các tuổi từ 1 - 5 (Ô L2 và ô L3 không có cây ở tuổi 5 nên không giải tích). Với 83 cây lấy mẫu đo các chỉ tiêu D_{1.3}, chiều dài L, sau đó cân từng bộ phận cây như thân, cành, lá để xác định khối lượng sinh khối tươi. Mỗi bộ phận cây tre Lò ô bao gồm thân, cành, lá được lấy 100g mẫu chính xác bằng cân điện tử để phân tích xác định khối lượng sinh khối khô, ghi mã hiệu của từng mẫu một cách rõ ràng (Cách ghi mã hiệu mẫu: loài, số thứ tự ô, số thứ tự cây lấy mẫu, loại mẫu là thân, cành hay lá, ví dụ: L2.1T).

Tuổi cây	Đặc điểm
Tuổi 1	+ Mo nang còn tồn tại, thường gần gốc. + Thân chính màu xanh thẫm, phủ một lớp phấn trắng, chưa có địa y. + Nhiều cành nhỏ (cành bên) xuất hiện suốt dọc theo thân chính, chưa hoặc chỉ có một vài cành chính còn non mọc ở ngọn cây.
Tuổi 2	+ Mo nang không còn tồn tại. + Thân chính màu xanh tươi, phủ lớp phấn trắng ít hơn, chưa có địa y hoặc chỉ có một vài đốm gần gốc. + Cành chính xuất hiện rõ, có thể có cành cấp 2 còn non.
Tuổi 3	+ Thân chính hơi ngả màu xanh thẫm, địa y phát triển nhiều (30 - 40%) tạo nên những đốm trắng loang lổ nhưng vẫn còn nhận ra nền xanh của thân. + Cành nhánh tập trung ở ngọn cây, cành chính đã già biểu hiện ở màu xanh sẫm lốm đốm địa y, có thể có cành phụ cấp 2.
Tuổi 4	+ Thân chính có màu trắng xám do địa y phát triển mạnh (70 - 80%), nền xanh của thân gần như biến mất. + Cành nhánh tập trung ở ngọn cây, cành chính đã già màu trắng xám do địa y phát triển.
Tuổi 5	+ Thân chính chuyển sang màu vàng, địa y vẫn phát triển dày đặc. + Bắt đầu quá trình mục hóa, ngã đổ.

c) Thu thập mẫu thảm tươi, thảm mục, cây Lò ô chết trong lâm phần.

Tại vị trí trung tâm mỗi ô tiêu chuẩn lập ô mẫu phụ có diện tích 2x2m để điều tra thu thập mẫu: Cây bụi, dây leo, thảm tươi, thảm mục, cây Lò ô chết. Cân khối lượng từng phần sau đó lấy 100g mẫu chính xác bằng cân điện tử để phân tích xác định khối lượng sinh khối khô và lượng Carbon trong từng phần, ghi mã hiệu của từng mẫu một cách rõ ràng (Cách ghi mã hiệu mẫu: Loài, số thứ tự ô, loại mẫu là thảm tươi, thảm mục, thân cành ngã đổ, ví dụ: L2TM).

d) Thu thập mẫu đất, rễ để xác định lượng Carbon tích lũy

- *Thu thập mẫu đất:* Tại vị trí trung tâm ô tiêu chuẩn sau khi đã điều tra thu thập mẫu thảm tươi, thảm mục, thân cành ngã đổ xong, tiến hành đào một phẫu diện nơi có mật độ cây Lò ô mọc trung bình. Kích thước phẫu diện cần

đào là: 1x1x0,5m để điều tra thu thập mẫu đất và rễ Lò ô. Phẫu diện chỉ có 1 tầng từ 0 - 50cm. Lấy 500g mẫu đất để phân tích xác định lượng Carbon, ghi mã hiệu rõ ràng (Cách ghi mã hiệu mẫu: loài, số thứ tự ô, tầng đất, ví dụ: L2D).

- *Thu thập mẫu rễ:* Trong phẫu diện đất đào, thu nhặt tất cả các mẫu rễ đem cân và cũng tiến hành lấy 100g mẫu rễ để xác định trọng lượng khô và phân tích xác định lượng Carbon, ghi mã hiệu rõ ràng (Cách ghi mã hiệu mẫu: Loài, số thứ tự ô, mẫu rễ, ví dụ L2R).

2.2. Xây dựng các mô hình ước tính lượng Carbon tích lũy trong cây là lâm phần Lò ô

a) Xác định sinh khối khô của cây Lò ô giải tích

Nghiên cứu đã thu thập ngoài thực địa 131 mẫu của 3 bộ phận thân, lá và cành ứng với 12 ô tiêu chuẩn và kế thừa 59 mẫu ứng với 5 ô tiêu chuẩn. Trong đó, 83 mẫu thân, 48 mẫu

cành và 59 mẫu lá. (Đối với những cây ở tuổi 1 và tuổi 2 thường chỉ thu được mẫu thân, đối với cành và lá chưa phát triển hoặc rất ít nên một số cây giải tích không thu được mẫu cho 2 bộ phận này). Khối lượng mỗi mẫu thu thập là 100g/mẫu và có kèm theo mã hiệu. Sấy khô mẫu tươi ở nhiệt 80 - 105°C đến khi mẫu khô hoàn toàn, có khối lượng không đổi nữa, xác định được khối lượng khô, % khối lượng khô so với tươi.

Từ đây tính được khối lượng sinh khối khô của từng bộ phận và cả cây theo công thức:

$$SKK(kg/ha) = \frac{KLT * KLM}{100}$$

Trong đó:

SKK: Sinh khối khô của bộ phận cây Lò ô (kg/ha).

KLT: Khối lượng tươi của bộ phận cây Lò ô (kg/ha).

KLM: Khối lượng khô của 100g mẫu bộ phận (g).

b) Phân tích hàm lượng Carbon trong từng bộ phận cây Lò ô (thân, cành, lá)

Dựa trên cơ sở oxy hoá chất hữu cơ bằng $K_2Cr_2O_7$ (Kali dicromat) theo phương pháp Walkley - Black; xác định lượng Carbon ở 5 ô tiêu chuẩn bằng phương pháp so màu xanh của Cr_3+ tạo thành ($K_2Cr_2O_7$) tại bước sóng 625nm. Từ đây xác định được %C trong khối lượng khô, từ đó dựa vào % khối lượng khô so với tươi, tính được khối lượng Carbon tích lũy trong từng bộ phận thân cây và cả cây Lò ô. Lượng CO_2 hấp thụ theo cây được quy đổi: $CO_2 = 3,67C$.

Dùng phần mềm Statgraphics để xây dựng hàm quan hệ giữa khối lượng khô của từng bộ phận (kg) và Carbon từng bộ phận (kg) cho 5 ô với hệ số R^2 cao nhất. Từ đó dùng hàm quan hệ này tính Carbon lưu giữ cho 12 ô tiêu chuẩn.

Công thức tính Carbon cho từng bộ phận: Thân; Cành; Lá

$$KLC(kg/ha) = \frac{KLT * \%C}{100}$$

Trong đó:

KLC: Khối lượng Carbon cho từng bộ phận thân, cành, lá (kg/ha)

KLT: Khối lượng tươi của từng bộ phận thân, cành, lá (kg/ha).

% C: Phần trăm Carbon trong sinh khối tươi từng bộ phận (%)

c) Phân tích hàm lượng Carbon trong đất, thảm tươi, thảm mục, cây Lò ô chết và rễ của nó

Kết quả thu thập ngoài thực địa với 12 mẫu đất, 12 mẫu rễ, 17 mẫu thảm mục, 2 mẫu thảm tươi và 12 mẫu cây chết ứng với 17 ÔTC (trong đó 5 ô kế thừa không có thu thập mẫu đất và rễ, đồng thời lượng thảm tươi trong rừng Lò ô chiếm rất ít chỉ có 2 ô và có 5 ô không có lượng cây chết vì quá trình phân hủy của cây khá nhanh nên lượng thảm mục chiếm chủ yếu trong ô). Phân tích hàm lượng Carbon trong thảm tươi, thảm mục, cây Lò ô chết, đất, rễ theo phương pháp đã nói trên. Từ đây suy ngược lại theo tỷ lệ rút mẫu được khối lượng Carbon tích lũy và lượng CO_2 hấp thụ trong đất, rễ trên một ha đất rừng. Nhưng chỉ phân tích Carbon đối với 5 ô của thảm tươi, thảm mục từ đó xây dựng hàm tương quan giữa khối lượng Carbon và khối lượng khô để tính ra được Carbon cho 12 ô.

Đối với thảm tươi, thảm mục, cây chết:

+ Khối lượng tươi của lâm phần trong thảm tươi, thảm mục, cây Lò ô chết được tính bằng công thức:

$$SKT_{lâm phần} (tấn/ha) = \frac{KLT * 10}{4}$$

Trong đó:

SKT_{lâm phần}: Khối lượng tươi của TT, TM, CC (tấn/ha);

KLT: Khối lượng tươi của TT, TM, CC thu được trong ô mẫu (kg/ha).

+ Khối lượng khô trong thảm tươi, thảm mục, cây Lồ ô chết được tính bằng công thức:

$$SKK \text{ (tấn/ha)} = \frac{KLT * KLKm}{100}$$

Trong đó:

SKK: Khối lượng khô (tấn/ha);

KLT: Khối lượng tươi (tấn/ha);

KLKm: Khối lượng khô của 100g mẫu (g).

+ Khối lượng Carbon trong thảm tươi, thảm mục, cây Lồ ô chết được tính bằng công thức:

$$KL C \text{ (tấn/ha)} = \frac{KLK * \%C}{100}$$

Trong đó:

KL C: Khối lượng Carbon/ ha (tấn/ha);

KLK: Khối lượng khô (tấn/ha);

% C: Phần trăm Carbon trong sinh khối khô (%).

Đối với rế:

+ Khối lượng tươi:

$$SKT \text{ (tấn/ha)} = \frac{KLT * 10}{2}$$

Trong đó:

KLT: Khối lượng tươi rế (kg/trung bình ô mẫu)

+ Khối lượng khô:

$$SKK \text{ (tấn/ha)} = \frac{KLT * KLK}{100}$$

Trong đó:

KLT: Khối lượng tươi rế (tấn/ha);

KLK: Khối lượng rế khô trong 100g mẫu (kg/ha).

+ Khối lượng Carbon:

$$KLC \text{ (tấn/ha)} = \frac{KLK * \%C}{100}$$

Trong đó:

KLC: Khối lượng Carbon rế trong lâm phần (tấn/ha);

KLK: Khối lượng khô (tấn/ha);

% C: Phần trăm Carbon trong sinh khối khô (%).

Đối với đất:

+ Khối lượng ướt:

$$KLT \text{ (tấn/ha)} = \rho * d * 10^2$$

Trong đó:

KLT: Khối lượng đất ướt (tấn/ha);

ρ : Bề dày tầng đất (cm);

d: Dung trọng đất (g/ cm³).

+ Khối lượng khô:

$$KLK \text{ (tấn/ha)} = \frac{KLT * KLKm}{500}$$

Trong đó:

KLK: Khối lượng đất khô (tấn/ha);

KLT: Khối lượng đất ướt (tấn/ha);

KLKm: Khối lượng đất khô trong 500g lấy mẫu (g).

+ Khối lượng Carbon:

$$KLC \text{ (tấn/ha)} = \frac{KLK * \%C}{100}$$

Trong đó:

KLC: Khối lượng Carbon trong đất (tấn/ha);

KLK: Khối lượng đất khô (tấn/ha);

% C: Phần trăm Carbon trong đất khô (%).

d) Thiết kế mô hình ước tính, dự báo lượng Carbon tích lũy trong các bộ phận cây Lồ ô khí sinh, trong các bể chứa và lâm phần Lồ ô

Kết quả điều tra ngoài thực địa được nhập theo hệ thống để tạo lập cơ sở dữ liệu trong Excel.

Sử dụng phần mềm Excel hoặc chương trình xử lý thống kê trong phần mềm Statgraphic, phân tích hồi quy, tương quan để xây dựng các mô hình:

- Quan hệ Carbon tích lũy trong thân, lá, cành Lồ ô với các chỉ tiêu cây khí sinh $D_{1,3}$, H, A.
- Quan hệ Carbon của thảm tươi, thảm mục với khối lượng sinh khối khô.
- Quan hệ Carbon trên và dưới mặt đất với các nhân tố lâm phần: N, D_{bq} , H_{bq} .
- Chọn mô hình tối ưu là mô hình có hệ số xác định R^2 cao nhất và các tham số tồn tại ở mức $P < 0,05$, đồng thời phù hợp với quy luật sinh học. Mỗi mô hình được kiểm tra giá trị ước lượng với giá trị thực theo sai số tương đối, mô hình được chấp nhận nếu có sai số tương đối $\leq \pm 10\%$.
- Dựa trên các mối tương quan, hồi quy này làm cơ sở cho việc dự báo lượng CO_2 hấp thụ trong các bể chứa và lâm phần Lồ ô.

III. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1 Xây dựng quan hệ Carbon tích lũy trong thân, lá, cành Lồ ô với các chỉ tiêu cây khí sinh: $D_{1,3}$, H, A

Lượng Carbon tích lũy trong thân cây khí sinh chủ yếu ở thân, cành, lá và chúng phụ thuộc vào nhiều nhân tố. Do đó, lượng CO_2 hấp thụ trong cây Lồ ô có quan hệ với các nhân tố như: Đường kính ngang ngực, chiều cao, tuổi cây. Trên thực tế việc xác định lượng CO_2 hấp thụ trong thân cây thường được tiến hành thông qua trọng lượng tươi/khô của cây. Tuy nhiên, việc xác định trọng lượng tươi/khô cho từng

cây là vấn đề hết sức khó khăn. Vì vậy, việc thiết lập các mô hình quan hệ giữa trọng lượng khô của cây với các nhân tố dễ đo đếm như đường kính, chiều cao, tuổi là việc rất quan trọng và hữu ích. Khi thiết lập được mô hình sẽ đo tính được Carbon hấp thụ một cách dễ dàng mà không cần thông qua giải tích các bộ phận của cây.

Kết quả tính khối lượng sinh khối khô của 3 bộ phận thân, cành lá của 83 cây Lồ ô lấy mẫu và kết quả phân tích % C trong từng bộ phận đã suy ra được lượng C (Carbon) trong cây khí sinh Lồ ô (thân, cành, lá). Sử dụng phần mềm Excel, Stargraphic để thiết lập các mô hình quan hệ lượng C của cây khí sinh Lồ ô với các chỉ tiêu điều tra là đường kính ($D_{1,3}$), tuổi (A) và chiều cao (H).

Để thăm dò quan hệ giữa lượng C của cây khí sinh Lồ ô có quan hệ với nhân tố điều tra nào, tiến hành lập quan hệ C với 1, hoặc 2 hoặc 3 nhân tố là $D_{1,3}$, A, H. Kết quả đã xây dựng được các hàm quan hệ giữa C với các chỉ tiêu điều tra cây khí sinh với giá trị P value $< 0,05$ khi kiểm tra sự tồn tại của hệ số xác định R^2 và các tham số gắn biến số. Nhìn chung Carbon trong thân khí sinh có quan hệ chặt chẽ với với 3 nhân tố là $D_{1,3}$, H, A ở biến đơn hoặc đa biến, với hệ số xác định $R^2 > 0,72$. Tuy nhiên, để xác định mô hình tối ưu, cần đánh giá sai số ước lượng từ mô hình so với giá trị thực đã đo đếm.

Sử dụng sai số tương đối để đánh giá độ tin cậy của từng phương trình bằng công thức:

$$\Delta(\%) = \frac{Clt - Ctt}{Ctt} 100$$

Trong đó

- $\Delta\%$: Giá trị sai số chấp nhận nằm trong khoảng $\pm 10\%$;
- Cl: Carbon theo lý thuyết theo mô hình;
- Ct: Carbon theo thực tế.

Bảng 1. Các phương trình thể hiện mối quan hệ giữa Carbon tích lũy trong thân, lá, cành Lò ô với các chỉ tiêu cây khí sinh: D_{1,3}, H, A

Mô hình	Phương trình	R ²	Δ%
C = f(D _{1,3})	$C = 1/D_{1,3}^{0,2} * EXP(-2,7935 + 4,21356 * Log(D_{1,3}))$	0,810	9,82 %
C = f(A)	$C = 1/A * EXP(1,01672 + 0,442608 * A)$	0,988	0,24 %
C = f(D _{1,3} , H)	$C = 1/H * EXP(-1,37951 + 1,12185 * log(D_{1,3}^{0,2}) + 0,0798491 * H)$	0,722	9,90 %
C = f(A, H)	$C = 1/A * EXP(6,59215 - 0,29502 * H)$	0,864	1,56 %
C = f(A, H, D _{1,3})	$C = 1/(A * D_{1,3}) * EXP(19,418 - 5,73138 * log(H))$	0,878	2,32 %
C = f(A, D _{1,3})	$C = Log(-872,745 + 0,558466 * A^3 + 148,492 * D_{1,3})$	0,975	0,61%

(Các phương trình được thiết lập trong statgraphic nên Log = logarit Nepe)

Từ kết quả trên cho thấy lượng C tích lũy trong cây khí sinh Lò ô có quan hệ chặt chẽ nhất với tuổi. Lựa chọn mô hình tối ưu để ước tính Carbon trong cây khí sinh Lò ô là quan hệ Carbon tích lũy trong thân cây Lò ô khí sinh với tuổi theo phương trình:

$$C \text{ (kg/ha)} = 1/A * EXP(1,01672 + 0,442608 * A)$$

Với R² = 0,988, Δ = 0,24 %. Hệ số R² cho thấy quan hệ giữa Carbon tích lũy trong cây với tuổi có mối quan hệ rất chặt chẽ, đồng thời với Δ chỉ 0,24% cho thấy độ chính xác khá cao của mối quan hệ này. Thông qua phương trình này sẽ giúp xác định được lượng Carbon tích lũy trong thân, lá, cành Lò ô với chỉ tiêu dễ đo đếm đó là tuổi cây Lò ô.

3.2. Xây dựng mô hình quan hệ Carbon tích lũy trong thảm tươi, thảm mục, cây Lò ô chết với khối lượng sinh khối khô

Lượng Carbon tích lũy không chỉ ở thân cây khí sinh mà còn ở trong các bộ phận thảm mục, thảm tươi, cây Lò ô chết. Tuy nhiên, khi tiến hành điều tra trên 17 ô mẫu thì chỉ có 2 ô mẫu có khối lượng thảm tươi. Vì vậy khối lượng thảm tươi trong rừng Lò ô là không đáng kể, chủ yếu thảm mục là nhiều nhất và một phần cây Lò ô chết, đây là bộ phận góp

phần lưu giữ không nhỏ một lượng Carbon trong rừng Lò ô tự nhiên. Kết quả thu mẫu ngoài thực địa sau khi sấy sẽ thu được khối lượng khô. Từ khối lượng khô tính được cùng với khối lượng Carbon đem phân tích lập hàm quan hệ giữa khối lượng Carbon với khối lượng thảm mục, cây Lò ô chết. Dùng công thức đánh giá sai số theo công thức trên để lựa chọn hàm tối ưu. Kết quả xử lý thu được như sau:

Đối với thảm mục (TM): $C_{TM} \text{ (tấn/ha)} = 0,4634 * KLTM \text{ (tấn/ha)}^{0,9519}$, với R² = 0,9987. Δ = -0,02%.

Đối với cây chết (CC): $C_{CC} \text{ (tấn/ha)} = EXP(-2,70768 + 2,44637 * CC \text{ (tấn/ha)}^{0,2})$, với R² = 0,999. Δ = 0,01 %

Các mô hình thể hiện mối quan hệ khá chặt chẽ thông qua hệ số R² cao. Tuy nhiên, rừng Lò ô có đặc điểm độ ẩm trong rừng cao, nhiệt độ thấp nên khối lượng thảm mục trong rừng rất lớn. Hằng năm, những cây Lò ô ngừng sinh trưởng và chết đi tạo nên khối lượng không nhỏ nhưng ít hơn so với khối lượng thảm mục. Từ các mô hình được xây dựng trên sẽ dễ dàng xác định được trữ lượng Carbon lưu giữ thông qua thu thập khối lượng thảm mục và cây Lò ô chết mà không cần tốn nhiều kinh phí cũng như thời gian để phân tích hàm lượng Carbon.

3.3. Xây dựng quan hệ Carbon tích lũy trên và dưới mặt đất với các nhân tố lâm phần: N (cây/ha), D_{bq} (cm)

Lượng CO_2 hấp thụ nằm trong 6 bể chứa của rừng (Thân cây khí sinh, thảm tươi, thảm mục, cây chết, đất, rễ) hay có thể phân ra làm hai nhóm là Carbon tích lũy gồm trên mặt đất và dưới mặt đất. Lượng Carbon lưu giữ trong từng bể chứa phụ thuộc vào nhiều yếu tố. Do đó, cần xét các mối quan hệ để xây dựng và lựa chọn hàm tối ưu phù hợp với quy luật sinh học. Kết quả xử lý số liệu đã xây dựng được các hàm quan hệ sau:

a) Carbon tích lũy trên mặt đất: (Gồm cây khí sinh, thảm mục và cây chết)

Quan hệ Carbon tích lũy trên mặt đất với mật độ cây/ha theo phương trình:

$$C \text{ (tấn/ha)} = 1/N^2 * EXP(-5,29187 + 2,98895 * \text{Log}(N)). \text{ Với } R^2 = 0,9047. \Delta = 6,1\%.$$

Quan hệ Carbon tích lũy trên mặt đất với mật độ cây/ha và đường kính bình quân theo phương trình:

$$C \text{ (tấn/ha)} = 1/(D_{bq} * N) * (-1141,11 + 27,8508 * \text{sqrt}(N))^2.$$

$$\text{Với } R^2 = 0,82007. \Delta = 8,2\%$$

Từ hai mô hình quan hệ trên lựa chọn hàm tối ưu với sai số thấp nhất. Kết quả đã lựa chọn được hàm quan hệ Carbon tích lũy trên mặt đất có mối quan hệ chặt chẽ với mật độ theo phương trình:

$$C \text{ (tấn/ha)} = 1/N^2 * EXP(-5,29187 + 2,98895 * \text{Log}(N)).$$

$$\text{Với giá trị } R^2 = 0,9047 \text{ và } \Delta = 6,1\%.$$

Lượng Carbon lưu giữ trên mặt đất trong lâm phần Lô ô phụ thuộc vào mật độ cây Lô ô trong lâm phần. Ở những nơi có mật độ cây càng dày thì lượng Carbon lưu giữ với khối lượng càng lớn.

b) Carbon tích lũy dưới mặt đất: (Gồm trong rễ và đất rừng)

Kết quả xử lý đã xây dựng được các phương trình sau:

- Quan hệ Carbon tích lũy dưới mặt đất với mật độ cây/ha:

$$C \text{ (tấn/ha)} = 1/N^2 * EXP(7,30189 + 1,73826 * \text{log}(N)), R^2 = 0,8992. \Delta = 1,86\%$$

- Quan hệ Carbon tích lũy dưới mặt đất với đường kính bình quân

$$C \text{ (tấn/ha)} = 1/D_{bq}^3 * EXP(4,30993 + 3,39918 * \text{log}(D_{bq})), R^2 = 0,8607, \Delta = 2,1\%$$

- Quan hệ Carbon tích lũy dưới mặt đất với đường kính bình quân và mật độ cây/ ha:

$$C \text{ (tấn/ha)} = 1/(N * D_{bq}^2) * EXP(6,58925 + 2,2402 * \text{log}(D_{bq}) + 0,77183 * \text{log}(N)), R^2 = 77,3295. \Delta = 1,82\%$$

Từ các mô hình quan hệ trên chọn được mô hình quan hệ tối ưu với sai số thấp nhất. Do đó, mô hình được lựa chọn là mô hình thể hiện mối quan hệ Carbon tích lũy dưới mặt đất với đường kính bình quân và mật độ cây/ ha:

$$C \text{ (tấn/ha)} = 1/(N * D_{bq}^2) * EXP(6,58925 + 2,2402 * \text{log}(D_{bq}) + 0,77183 * \text{log}(N)), R^2 = 77,3295; \Delta = 1,82\%.$$

Qua đây cho thấy lượng Carbon lưu giữ dưới mặt đất trong lâm phần có quan hệ khá chặt chẽ với mật độ và đường kính bình quân. Điều này có thể giải thích, đất rừng lưu giữ một lượng Carbon tương đối không khác nhau, nhưng lượng Carbon chủ yếu khác nhau ở hệ rễ, trong khi đó khối lượng rễ tăng lên khi mật độ và kích thước Lô ô tăng lên.

3.4. Ước tính tổng lượng Carbon lâm phần Lô ô dựa vào quan hệ với các nhân tố lâm phần như: N/ha, D_{bq}

Lượng Carbon lưu giữ trong lâm phần Lô ô có quan hệ với các nhân tố lâm phần như mật độ cây/ha và đường kính bình quân. Cho nên cần nghiên cứu phương pháp ước tính trữ lượng

Carbon lưu giữ theo các lâm phần khác nhau, làm cơ sở để thẩm định lượng CO₂ hấp thụ của rừng Lò ô tự nhiên và lượng giá từng thời điểm. Kết quả dùng số liệu Carbon có được từ các bộ phận trên và dưới mặt đất kết hợp với các mô hình được xây dựng ở trên để tìm ra hàm quan hệ giữa khối lượng Carbon với các nhân tố lâm phần. Qua phần xử lý số liệu và tính sai số đã xây dựng được hàm quan hệ như sau:

$$C \text{ (tấn/ha)} = D_{bq}^2 * EXP(5,01374 + 8,65121E-22 * (N)^5 - 1,92394 * \log(D_{bq})),$$

$$R^2 = 0,8304, \Delta = 0,29\%.$$

Phương trình trên thể hiện mối quan hệ giữa Carbon lưu giữ trong lâm phần với các nhân tố

như đường kính bình quân và mật độ rất chặt chẽ với hệ số R² = 0,8304. Đồng thời sai số của phương trình với giá trị nhỏ cho thấy độ chính xác của phương trình càng cao. Từ phương trình trên sẽ xây dựng được mô hình ước tính nhanh Carbon lưu giữ theo các cấp mật độ và đường kính khác nhau. Trên thực tế, dựa vào phương trình này chúng ta có thể tính ra được lượng Carbon lưu giữ cho cả lâm phần thông qua hai nhân tố để đo đếm đó là: đường kính bình quân và mật độ cây Lò ô trên ha. Sau đây là bảng tra khối lượng Carbon lưu giữ theo cấp kính và mật độ:

Bảng 3. Bảng tra khối lượng Carbon theo cấp kính và cấp mật độ

Đ/v: Carbon tấn/ha

Cấp đường kính trung bình (cm)	Cấp mật độ trung bình (cây/ha)				
	3500	6500	9500	13500	16500
3	164	165	175	241	471
5	170	172	182	251	490
7	175	176	187	257	503
9	178	180	190	262	512

Qua kết quả trên cho thấy Carbon trên ha của lâm phần Lò ô có quan hệ thuận với 2 nhân tố là đường kính ngang ngực trung bình và mật độ lâm phần. Rừng Lò ô trước đây thường được coi là rừng kém giá trị kinh tế, trong khi đó với kết quả tính toán này cho ta thấy các rừng Lò ô non đã lưu giữ được 164 tấn/ha Carbon và rừng mật độ dày, rừng già lưu giữ một lượng Carbon rất cao là 512 tấn/ha, không thua kém các khu rừng gỗ. Vì vậy, cần xem xét giá trị môi trường trong hấp thụ CO₂ rừng Lò ô. Không chỉ rừng Lò ô có giá trị khá lớn về mặt môi trường mà còn về các giá trị khác nữa (kinh tế, văn hóa, phòng hộ). Do vậy, trong quản lý, sử dụng và bảo vệ rừng

cần có sự hỗ trợ nguồn tài chính cho những người dân, cộng đồng sống gần rừng nói riêng và những người bảo vệ rừng nói chung. Và hiện nay chính sách chi trả dịch vụ môi trường đã và đang được thực thi cho phép chi trả dịch vụ môi trường cho những khu rừng có khả năng hấp thụ CO₂. Rừng Lò ô cũng hấp thụ được một lượng CO₂ lớn.

Theo mô hình, có được lượng Carbon lưu giữ trong lâm phần sẽ quy đổi ra được lượng CO₂ hấp thụ theo công thức: CO₂ = 3.67*C. Để dễ dàng tính ra lượng CO₂ hấp thụ của rừng Lò ô tự nhiên nên từ mô hình quan hệ trên lập được bảng sau:

Bảng 4. Lượng CO₂ của rừng Lò ô dựa vào nhân tố đường kính trung bình và mật độ

Đ/v: tấn/ha

Cấp đường kính trung bình (cm)	Cấp mật độ (cây/ha)				
	3500	6500	9500	13500	16500
3	601	606	642	885	1729
5	624	630	667	920	1798
7	641	647	685	944	1845
9	653	659	698	962	1880

3.5. Ứng dụng của các mô hình trong ước lượng trữ lượng Carbon cho rừng Lò ô tự nhiên khi tham gia REDD

Hiện nay, chương trình REDD đang là chính sách thu hút mọi người quan tâm hơn trong quản lý và sử dụng rừng bền vững, đặc biệt là những người dân, những cộng đồng sống gần rừng. Nhưng để mọi người cùng tham gia vào chương trình REDD cần xây dựng những công cụ đơn giản, dễ áp dụng để đo tính Carbon lưu giữ và CO₂ hấp thụ của rừng. Do vậy, xây dựng các mô hình ước lượng trữ lượng Carbon cho rừng Lò ô tự nhiên nhằm ứng dụng cho mọi người đặc biệt là người dân, cộng đồng sống gần rừng tham gia chương trình REDD một cách thuận tiện hơn. Một số ứng dụng như sau: Xây dựng các mô hình ước tính lượng Carbon tích lũy từ các biến số dễ đo đếm như $D_{1.3}$, N từ đó tạo ra bảng cơ sở dữ liệu xác định lượng Carbon tích lũy tương ứng với từng cấp kính và mật độ cụ thể. Qua đó cộng đồng địa phương có thể xác định được lượng Carbon tích lũy trong lâm phần bằng cách đo đếm chỉ tiêu $D_{1.3}$, N sau đó dựa vào bảng cơ sở dữ liệu đã có để tính được lượng Carbon tương ứng. Để tiến hành đo tính Carbon rừng cần phải có phương pháp và tiến trình đơn giản trong các bước.

Đối với những công trình nghiên cứu khoa học, việc đo tính Carbon phải được xác lập một cách tỉ mỉ bao gồm các bước sau:

Bước 1: Thiết lập ô mẫu điều tra với kích thước 10×10 m. Trong diện tích ô này tiến hành đo đếm các chỉ tiêu: $D_{1.3}$, mật độ cây/ha, tuổi cây Lò ô. Với kích thước ô 2×2 m, xác định khối lượng thảm mục, thảm tươi, cây chết và dung trọng đất.

Bước 2: Giải tích ở mỗi cấp tuổi một cây, lấy mẫu các bộ phận của thân cây khí sinh, lấy mẫu thảm tươi, thảm mục, cây chết, đất. đem về sấy mẫu, phân tích được hàm lượng Carbon trong thân cây khí sinh và các bộ phận khác.

Bước 3: Dùng phần mềm Excel và Statgraphic để xây dựng các hàm quan hệ giữa Carbon với các nhân tố đo đếm là $D_{1.3}$, N , A .

Bước 4: Tạo bảng dữ liệu lượng Carbon lưu giữ và CO₂ hấp thụ ứng với từng cấp kính và mật độ cho lâm phần. Đây là cơ sở dữ liệu để tham gia vào chương trình REDD.

Trong tiếp cận đo tính Carbon rừng có sự tham gia ở cấp cơ sở thôn, xã, chủ rừng hoặc cộng đồng địa phương chỉ dừng lại các bước cung cấp dữ liệu bởi các bước sau:

Bước 1: Tiến hành đo đếm các chỉ tiêu: $D_{1.3}$, N trong lâm phần Lò ô.

Bước 2: Từ mô hình quan hệ: Carbon lưu giữ với $D_{1.3}$, N, tra bảng 4 để tạo được bảng dữ liệu Carbon lưu giữ trong lâm phần theo mật độ và cấp kính.

Ngoài ra trong thực tế, Carbon trong các bể như thảm mục, cây chết là rất thấp, chủ yếu là trong thân khí sinh, rễ và đất, nhưng Carbon trong rễ và đất là ổn định lâu dài, do đó để giám sát tăng trưởng Carbon trong rừng Lò ô chủ yếu là theo dõi thay đổi Carbon trong bể chứa cây khí sinh, lúc này chỉ tiêu đo đếm đơn giản là tuổi, mật độ và có thể xác định Carbon tích lũy trong từng cây và suy ra cho lâm phần.

Bước 3: Xác định giá trị hấp CO_2 của lâm phần Lò ô: Ứng với mỗi lâm phần khi đã xác định được Carbon, có thể suy ra CO_2 và từ đó tính toán thành tiền theo giá trị tín chỉ CO_2 tại thời điểm đó.

IV. KẾT LUẬN

- Carbon được lưu giữ chủ yếu trong thân cây Lò ô khí sinh và chúng có quan hệ chặt chẽ với nhân tố tuổi của cây theo phương trình: $C(kg/ha) = 1/A * EXP(1,01672 + 0,442608 * A)$, $P < 0,05$, $\Delta = 0,24\%$.
- Khối lượng sinh khối khô của thảm mục, cây Lò ô chết có quan hệ chặt chẽ với lượng Carbon theo mô hình: $C_{TM} (tấn/ha) = 0,4634 * KLTM ^ 0,9519(tấn/ha)$, $P < 0,05$, $R^2 = 0,998$, $\Delta = -0,02\%$
- Mô hình quan hệ giữa khối lượng khô cây chết (CC) với Carbon như sau: $C_{CC}(tấn/ha) = EXP(-2,70768 + 2,44637 * CC(tấn/ha)^{0,2})$, $P < 0,05$, $R^2 = 0,999$, $\Delta = 0,01\%$.
- Mọi quan hệ Carbon tích lũy trên và dưới mặt đất với các nhân tố lâm phần là N/ha, D_{bq} . Trên mặt đất lượng Carbon lưu giữ có quan hệ chặt chẽ với mật độ, còn dưới mặt đất thì có cả mật độ và đường kính bình quân.

Carbon tích lũy trong các bể chứa trên mặt đất rừng Lò ô:

$$C (tấn/ha) = 1/N^2 * EXP(-5,29187 + 2,98895 * \log(N)), R^2 = 0,9047, \Delta = 6,1\%.$$

Carbon tích lũy trong các bể chứa dưới mặt đất rừng Lò ô:

$$C (tấn/ha) = 1/(N * D_{bq} ^2) * EXP(6,58925 + 2,2402 * \log (D_{bq}) + 0,77183 \log (N)), R^2 = 77,3295; \Delta = 1,82\%.$$

- Mô hình ước tính tổng lượng Carbon lâm phần Lò ô dựa vào quan hệ giữa với các nhân tố lâm phần là N/ha, D_{bq} theo phương trình: $C (tấn/ha) = D_{bq}^2 * EXP(5,01374 + 8,65121 E-22 * (N)^5 - 1,92394 * \log (D_{bq}))$, $R^2 = 0,8304$, $\Delta = 0,29\%$.

- Ứng dụng của các mô hình trong ước lượng trữ lượng Carbon cho rừng Lò ô tự nhiên khi tham gia REDD: Việc điều tra thu thập dữ liệu Carbon rừng không chỉ áp dụng bởi các nhà nghiên cứu mà cần có sự tham gia của cộng đồng địa phương sống gần rừng. Do vậy, khi xây dựng các mô hình trong ước lượng trữ lượng Carbon cho rừng Lò ô tự nhiên nhằm tạo ra các công cụ để đo đếm nhất, để áp dụng nhất nhưng mang lại hiệu quả cao. Từ đó, giúp Việt Nam có những cơ sở vững chắc khi tham gia vào chương trình REDD. Các mô hình và các bảng tra đơn giản để cộng đồng có thể ứng dụng:

+ Nếu chỉ cần xác định Carbon trong bể chứa chính là thân cây khí sinh: Chỉ cần đo tính tuổi và mật độ. Từ đó, xác định được Carbon theo cây và mật độ suy ra lâm phần.

+ Nếu cần xác định Carbon cho toàn lâm phần: Chỉ cần đo đường kính, mật độ và tra bảng để có trữ lượng Carbon tại thời điểm điều tra.

+ Giá trị hấp thụ CO_2 theo thời gian = CO_2 (hiện tại) - CO_2 (thời điểm trước), từ đây tính được giá trị dịch vụ môi trường chi trả.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Arun Jyoti Nath, R., Ashesh, 2015. Managing woody bamboos for carbon farming and carbon trading. *Global Ecology and Conservation*, p. 662.
2. Banik, R.L., 2000. *Silviculture and Field-Guide to Priority Bamboos of Bangladesh and South Asia*. Government of the people's Republic of Bangladesh, Bangladesh Forest Research Institute, Chittagong, p. 82.
3. Hunter, I.R., Wu, J., 2002. *Bamboo Biomass*. INBAR, Beijing.
4. Holttum, R.E., 1958. *The Bamboos of the Malay Peninsula*, Vol. 16. *The Gardens' Bulletin*, Singapore.
5. INBAR, 2006. *The partnership for a better world-strategy to the year 2015*. Beijing, China.
6. INBAR, 2010. *Bamboo and climate change mitigation: a comparative analysis of Carbon sequestration*, Beijing, China: International Network for bamboo and Rattan (INBAR), Technical Report No. 32. p. 47.
7. Lobovikov, M., Schoene, D., Yping, L., 2012. Bamboo in climate change and rural livelihood. *Mitig. Adapt. Strateg. Glob. Change* 17, 261 - 276.
8. Maoyi, F., Banik, R.L., 1996. Bamboo production systems and their management. In: Rao, I.V.R., Sastry, C.B., Widjaja, E. (Eds.), *Bamboo, People and the Environment*, Vol. 4. INBAR, EBF, IPGRI, IDRC, pp. 18 - 33.
9. Neeff, T., Francisco, A., 2009. Lessons from carbon markets for designing an effective REDD architecture. *Clim. Policy* 9, 306 - 315.
10. Soderstrom, T.R., Ellis, R.P., 1988. The woody bamboos (Poaceae: Bambusoideae) of Sri Lanka. In: *A Morphological-Anatomical study*. Smithsonian Contributions of Botany, Vol. 72. Smithsonian Institution Press, Washington, D.D., pp. 30 - 36.
11. Sungkaew, S., Stapleton, C.M.A., Salamin, N., Hodkison, T.R., 2009. Non-monophyly of the woody bamboos (Bambuseae; Poaceae): a multi-gene region phylogenetic analysis of Bambusoideae. *J. Plant Res.* 122, 95 - 108.

Người thẩm định: PGS.TS. Trần Văn Con