

On behalf of:



Federal Ministry for the
Environment, Nature Conservation,
Building and Nuclear Safety



of the Federal Republic of Germany



Định lượng khả năng hấp thụ CO₂ của Mắm biển (*Avicennia marina*) tại khu vực ven biển của thành phố Bạc Liêu

Implemented by

giz Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Cộng tác viên thực hiện nghiên cứu

TT	Họ và tên	Chức vụ	Địa chỉ
1	Lê Hoàng Vũ	P. Trưởng phòng	Phòng QLBR, Chi cục Kiểm lâm
2	Nguyễn Xuân Bình An	Cán bộ	Phòng QLBR, Chi cục Kiểm lâm
3	Trịnh Hữu Lộc	Trạm trưởng	Trạm Kiểm lâm Nhà Mát
4	Hà Phước Lộc	Nhân viên	Trạm Kiểm lâm Nhà Mát
5	Trần Văn Sử	P. Trạm trưởng	Trạm Kiểm lâm Nhà Mát
6	Nguyễn Minh Đảo	Nhân viên	Trạm Kiểm lâm Nhà Mát
7	Lê Tấn Lực	Trạm trưởng	Trạm Kiểm lâm Xiêm Cán
8	Phan Trọng Hữu	Nhân viên	Trạm Kiểm lâm Xiêm Cán
9	Văn Hoàng Khởi	Nhân viên	Trạm Kiểm lâm Xiêm Cán

CẢM ƠN

Để hoàn thành công trình nghiên cứu này chúng tôi xin cảm ơn đến:

Lãnh đạo và nhân viên của Chi cục Kiểm Lâm tỉnh Bạc Liêu, Cán bộ phòng Kỹ thuật đã cùng tham gia, hỗ trợ thu thập số liệu, đặc biệt là KS. Lê Hoàng Vũ, Phó Phòng Quản lý bảo vệ rừng, Chi cục Kiểm Lâm tỉnh Bạc Liêu đã hỗ trợ thu thập và tính toán xử lý số liệu.

Nhân viên dự án GIZ về “Thích ứng với biến đổi khí hậu thông qua việc thúc đẩy đa dạng sinh học” tại tỉnh Bạc Liêu gồm ông Phan Văn Hoàng và Cô Thảo đã hỗ trợ trong quá trình thực hiện.

Ngoài ra, trong quá trình thu thập số liệu ở hiện trường còn có sự giúp đỡ, tham gia của nhân viên Hạt Kiểm Lâm, các trạm thuộc Thị xã Bạc Liêu và một số hộ dân giữ rừng đã giúp đỡ trong quá trình thu thập số liệu ở thực địa.

Thay mặt nhóm nghiên cứu.

TS. Viên Ngọc Nam

MỤC LỤC

Cộng tác viên thực hiện nghiên cứu.....	i
CÁM ƠN.....	ii
MỤC LỤC.....	iii
CHỮ VIẾT TẮT	v
DANH SÁCH CÁC BẢNG	vi
DANH SÁCH CÁC HÌNH, ĐỒ THỊ.....	vii
1 Đặt vấn đề.....	1
2 Mục tiêu nghiên cứu.....	2
3 Khu vực nghiên cứu	2
4 Phương pháp nghiên cứu.....	4
4.1. Phương pháp phân tích trong phòng thí nghiệm.....	5
4.1.1 Phân tích các mẫu của các bộ phận của cây	5
4.1.2 Xây dựng phương trình các bộ phận của cây	5
4.2 Phương pháp phân tích xử lý số liệu.....	6
5 Kết quả nghiên cứu	7
5.1 Sinh khối khô các bộ phận của cây.....	7
5.2 Sinh khối tươi các bộ phận của cây	9
5.3 Tương quan giữa sinh khối tươi và sinh khối khô của cây.....	11
5.4. Tương quan giữa sinh khối tươi và khô với đường kính thân cây.....	11
5.5 Sinh khối khô của quần thể Mắm biển.....	13
5.6 Tương quan giữa carbon với đường kính thân cây ($D_{1,3}$).....	13

5.7	Tương quan giữa carbon với sinh khối khô	16
5.8	Kiểm tra khả năng vận dụng của các phương trình	16
5.8	Lượng CO ₂ của quần thể Mấm biển theo các bộ phận	17
5.9	Trữ lượng rừng Mấm biển	19
5.9.1	Tương quan giữa chiều cao và đường kính (H _{vn} – D _{1,3}).....	19
5.9.2	Tương quan giữa thể tích của cây với chiều cao và đường kính	19
5.9.3	Trữ lượng rừng.....	19
5.9.4	Lượng CO ₂ mà cây hấp thụ theo quần thể	20
5.9.5	Quan hệ giữa CO ₂ với các nhân tố điều tra	21
5.10	Bảng tra sinh khối khô, carbon, CO ₂ các bộ phận cây Mấm biển	22
5.11	Lượng giá hấp thụ CO ₂ của rừng Mấm biển.....	23
6	Kết luận	24
7	Kiến nghị	25
	TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	26

CHỮ VIẾT TẮT

CF	Hệ số điều chỉnh (Corection Factor)
D _{1,3}	Diameter at Breast Height
IVI	Chỉ số giá trị quan trọng (Important Value Index)
MAE	Sai số tuyệt đối trung bình (Mean absolute error)
SE	Sai tiêu chuẩn (Standard of Error)
R ²	Hệ số xác định
SEE	Sai tiêu chuẩn của ước lượng (Standard Error of Est)
REDD	Giảm thiểu phát thải khí thông qua hạn chế chặt phá và suy thoái rừng (Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation).

DANH SÁCH CÁC BẢNG

Bảng 2.1. Dung lượng mẫu ô đo đếm theo các cấp

Bảng 5.1 Sinh khối của các bộ phận của cây Mắm biển

Bảng 5.2 Sinh khối tươi của các bộ phận của cây Mắm biển

Bảng 5.3 Các phương trình tương quan sinh khối tươi của các bộ phận

Bảng 5.4 Các phương trình tương quan sinh khối khô của các bộ phận

Bảng 5.5 Các phương trình tương quan giữa carbon của các bộ phận với $D_{1,3}$

Bảng 5.6 Thống kê mô tả các chỉ tiêu đo đếm

Bảng 5.7 Sai số tương đối của các phương trình sinh khối

Bảng 5.8 Sai số tương đối của các phương trình carbon

Bảng 5.9 Trữ lượng theo các cấp phân chia

Bảng 5.10 Lượng CO_2 của quần thể Mắm biển theo các cấp

Bảng 5.11 Bảng tra sinh khối khô, carbon, CO_2 các bộ phận cây

Bảng 5.12 Lượng hấp thụ CO_2 của khu vực nghiên cứu

Bảng 5.13 Giá trị hấp thụ CO_2 của khu vực nghiên cứu

DANH SÁCH CÁC HÌNH, ĐỒ THỊ

Hình 3.1 Vị trí khu vực nghiên cứu rừng Mắm biển

Hình 5.1 Tỷ lệ % sinh khối khô các bộ phận của cây (\pm SE)

Hình 5.2 Tỷ lệ % sinh khối tươi các bộ phận của cây (\pm SE)

Hình 5.3 Tỷ lệ % sinh khối tươi và khô của cây

Hình 5.4 Các đường biểu diễn sinh khối khô của các bộ phận cây với $D_{1,3}$

Hình 5.5 Đồ thị sinh khối trung bình (a) và khoảng biến động của quần thể (b)

Hình 5.6 Các đường biểu diễn carbon của các bộ phận cây với $D_{1,3}$

Hình 5.7 Đồ thị lượng CO_2 trung bình (a) và khoảng biến động của quần thể (b)

Hình 5.8 Lượng CO_2 của các quần thể phân theo bộ phận theo ô đo đếm

Hình 5.9 Tỷ lệ % lượng CO_2 của quần thể theo các bộ phận

Hình 5.10 Đồ thị trữ lượng trung bình theo các cấp

Hình 5.11 Đồ thị trữ lượng CO_2 trung bình theo các cấp

1 Đặt vấn đề

Rừng ngập mặn là nguồn tài nguyên quý giá về lâm sản, đồng thời là nơi cư ngụ, sinh sản, cung cấp thức ăn cho nhiều loài thủy sản có giá trị kinh tế cao; ngoài ra rừng ngập mặn còn có tác dụng phòng hộ, chống sạt lở, cố định đất lấn biển, hấp thụ CO₂ v.v...

Hiện nay trên thế giới việc nghiên cứu để lượng hóa những giá trị về mặt môi trường đã được thực hiện, còn ở Việt Nam cũng đã có một số công trình nghiên cứu, Chính phủ đã thí điểm mô hình dự án chi trả dịch vụ môi trường tại 2 tỉnh Lâm Đồng và Sơn La cho việc chi trả môi trường về dịch vụ điều tiết và cung ứng nguồn nước, bảo vệ đất, chống bồi lấp lòng hồ, dịch vụ du lịch.

Rừng ngập mặn ở nước ta phân bố ở phía Bắc (Quảng Ninh, Thái Bình, Hải Phòng, Nam Định ...) và tập trung ở trong Nam từ thành phố Hồ Chí Minh đến Phú Quốc. Đước đôi (*Rhizophora apiculata* Blume) là loài cây ưu thế thường mọc thuần loại tự nhiên hay trồng chủ yếu ở tỉnh Cà Mau hay ở Nam bộ. Đước là loài cây có ý nghĩa về giá trị kinh tế, môi trường nhất là vai trò của rừng Đước trong việc hấp thụ CO₂ góp phần đáng kể trong việc giảm khí thải. Ở Việt Nam cũng đã có những nghiên cứu về sinh khối của loài cây này như Viên Ngọc Nam và ctv (1999, 2010, 2011) đã nghiên cứu sinh khối Đước đôi trồng ở Cần Giờ; Đặng Trung Tấn và ctv (2001) đã nghiên cứu sinh khối rừng Đước ở Cà Mau. Rừng ngập mặn của tỉnh Bạc Liêu chiếm diện tích không nhiều so với các tỉnh khác nhưng loài cây Mắm biển tự nhiên thuần loại chiếm diện tích lớn ở Việt Nam và có vai trò quan trọng trong việc phòng hộ, môi trường sống cho các loài thủy sản sinh sống cũng như vườn ươm cho các loài thủy sản sinh sản, đồng thời hỗ trợ cho người dân ven biển tăng thêm phần thu nhập thông qua việc nuôi trồng thủy sản cũng như nơi sinh sản của một số loài thủy sản như tôm, cá, nghêu... ngoài ra còn có vai trò lưu giữ carbon trong sinh khối các cây rừng ngập mặn, làm giảm hiệu ứng nhà kính và giảm thiểu các tác động do nước biển dâng. Riêng nghiên cứu về rừng Mắm biển ở Bạc Liêu cho đến nay thì chưa có công trình nào nghiên cứu.

Vấn đề hấp thụ CO₂ của rừng đang được quan tâm nhất là đối với rừng ngập mặn, cụ thể là rừng Mắm biển thì càng được quan tâm hơn để tham gia thị trường carbon của thế giới cũng như các dự án REDD (Giảm thiểu phát thải khí thông qua hạn chế chặt phá và suy thoái rừng) và là các thông tin cần thiết cho việc tính toán chi trả dịch vụ môi trường rừng đang triển khai nên cần

được nghiên cứu.

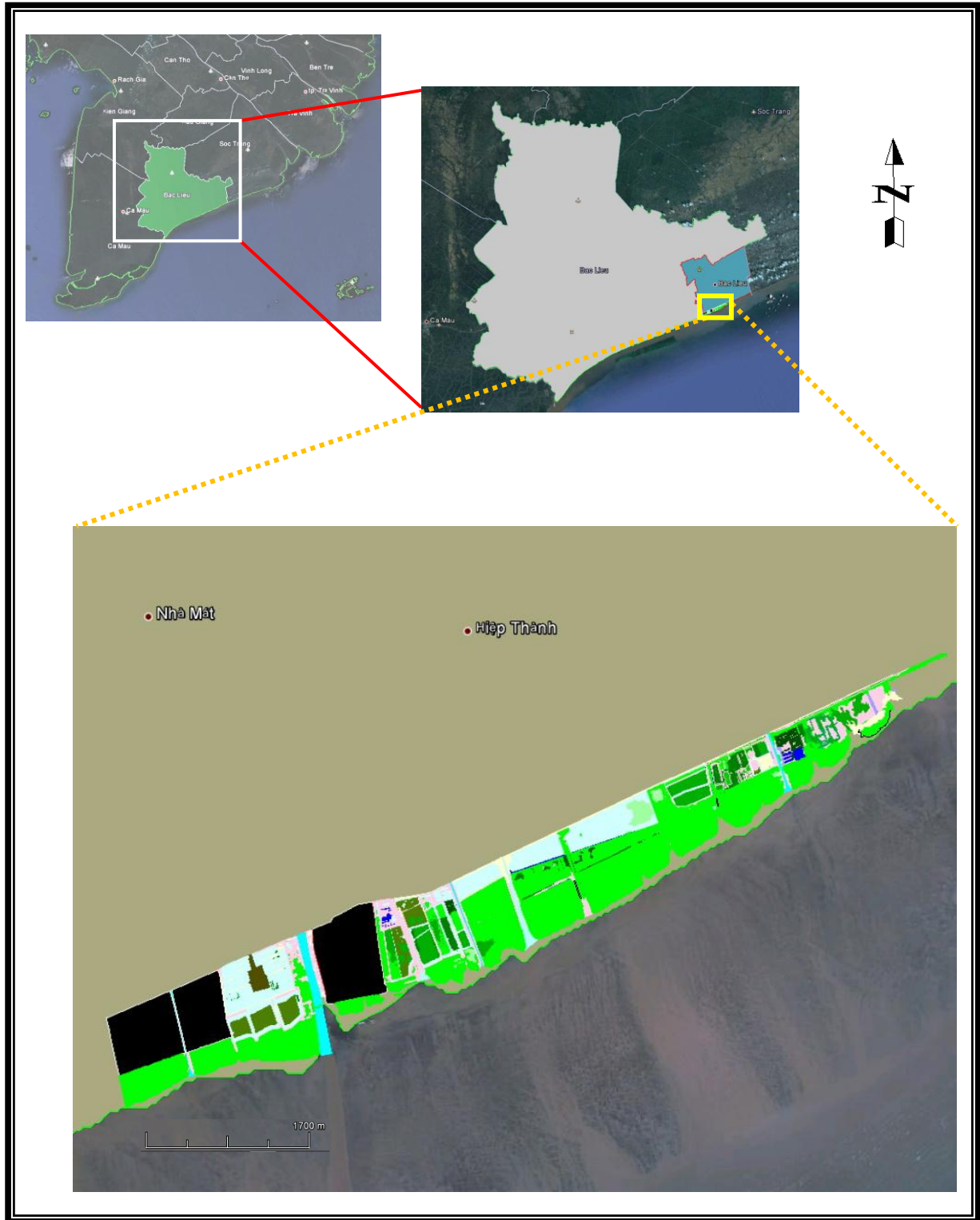
Đặc biệt vấn đề nóng lên của trái đất có liên quan đến vấn đề tích tụ carbon trong cây rừng do cây hút khí CO₂ nên giảm khí thải này ra không khí. Qua việc nghiên cứu sinh khối thì tính được lượng CO₂ mà cây hấp thụ, thông qua đó cũng góp phần tính toán giá trị kinh tế của rừng ngập mặn và tính phí chi trả dịch vụ môi trường của rừng ngập mặn. Xuất phát từ tình hình trên, việc nghiên cứu khả năng hấp thụ CO₂ của rừng Mắm biển cần được đặt ra nhằm phục vụ trước mắt và trong tương lai, đánh giá chất lượng rừng cũng như cung cấp những thông tin cần thiết để tính phí chi trả dịch vụ môi trường rừng theo Nghị định 99/2010/NĐ-CP ngày 24 tháng 09 năm 2010 của Chính phủ nhằm góp phần phát triển kinh tế, xã hội và môi trường rừng ngập mặn ở Bạc Liêu được bền vững trong tương lai.

2 Mục tiêu nghiên cứu

- Xác định lượng CO₂ do rừng Mắm biển hấp thụ ở khu vực nghiên cứu.
- Góp phần định lượng giá trị môi trường của rừng Mắm biển, phục vụ cho việc cung cấp thông tin cho việc chi trả dịch vụ môi trường của rừng.

3 Khu vực nghiên cứu

Rừng Mắm biển tái sinh tự nhiên thuộc khu vực xung yếu của rừng phòng hộ Biển Đông trên địa bàn thành phố Bạc Liêu, với tổng diện tích là 170 ha. Đã xác định được 49 loài cây ven biển của tỉnh Bạc Liêu, trong đó có 15 loài (chiếm 31%) là cây rừng ngập mặn thực sự và 34 loài (chiếm 69%) cây gia nhập rừng ngập mặn thuộc 27 họ. Về dạng sống thì có 56% là cây thân gỗ, 24% cây thân thảo, 14% dây leo, 4 % cây bụi và 2% là dương xỉ. Bảy loài có chỉ số giá trị quan trọng (IV) > 5% là Mắm biển (*Avicennia marina*), Đà vôi (*Ceriops tagal*), Lức (*Pluchea indica*), Cóc kèn 3 lá (*Derris trifoliata*), Đước (*Rhizophora apiculata*), Rau muống biển (*Ipomoea pes-caprae*) và Đà quánh (*Ceriops zippeliana*).



Hình 3.1 Vị trí khu vực nghiên cứu rừng Mắm biển

Khu vực nghiên cứu nằm dọc ven bờ biển của tỉnh Bạc Liêu, rừng ngập mặn trên vùng đất trũng, được hình thành chủ yếu do sự bồi lắng của phù sa tạo

nên. Phần lớn diện tích tự nhiên là đất nằm ở độ cao trên dưới 1,2 m so với mặt biển. Địa hình có xu hướng thấp dần từ Đông Bắc xuống Tây Nam và từ Tây sang Đông. Là đất phèn mặn, thành phần cơ giới có nhiều thịt, sét và cát.

Nằm trong vùng khí hậu nhiệt đới gió mùa, thời tiết chia thành hai mùa rõ rệt: Mùa khô (mùa nắng) bắt đầu từ tháng 10 - 11 năm trước đến tháng 4 - 5 năm sau; mùa mưa bắt đầu từ tháng 4 - 5 đến tháng 10 - 11. Nhiệt độ trung bình năm $28,5^{\circ}\text{C}$, nhiệt độ thấp nhất trong năm là 21°C (vào mùa mưa), nhiệt độ cao nhất trong năm là 36°C (vào mùa nắng). Chế độ bán nhật triều không đều nên thuận lợi cho cây rừng ngập mặn phát triển

4 Phương pháp nghiên cứu

- Phương pháp nghiên cứu lượng carbon tích tụ trên mặt đất của các bộ phận thân, cành, lá, vỏ của cây Mắm biển dựa vào phương pháp của Pearson và ctv (2005) thông qua việc xác định sinh khối của cây gỗ từ đó tính toán khả năng tích tụ carbon trong cây.

- Phương pháp thu thập số liệu ngoài thực địa kết hợp phân tích trong phòng thí nghiệm là chặt hạ cây tiêu chuẩn để xây dựng phương trình carbon của cây cá thể, Từ đó, dự báo khối lượng sinh khối khô và carbon toàn diện tích khu vực nghiên cứu.

- Chọn 36 cây có chuỗi đường kính liên tục từ nhỏ nhất đến lớn nhất trong khu vực nghiên cứu làm cây tiêu chuẩn (hay còn gọi là cây giải tích) để xây dựng các phương trình tương quan. Sau đó đốn hạ từng cây để đo các chỉ tiêu cần thiết như đường kính ngang ngực ($D_{1,3}$), chiều cao vút ngọn (H_{vn}) và cân các bộ phận cây như thân, cành, vỏ và lá ngay tại hiện trường.

- Tiến hành đo chiều cao H_{vn} , $D_{1,3}$ và đường kính giữa các đoạn 1 m ở các vị trí 0,5 m; 1,5 m; 2,5 m... của cây được chặt hạ. Thể tích cây được tính bằng công thức đơn tiết diện giữa theo phương pháp đo thể tích cây ngã (Giang Văn Thắng, 2006). Công thức: $V = G * L$ ($L = 1$) hay $V = \pi / 4 * D^2$, riêng đối với thể tích phần ngọn cây được tính theo công thức $V = 1/3 * \pi / 4 * D^2$.

- Tiến hành lấy 36 mẫu thân, 36 mẫu cành và 36 mẫu lá để tính tỉ lệ khô/tươi. Trong đó, mẫu thân được lấy ở 3 phần: gốc, thân, ngọn của thân cây; cành cũng lấy ở 3 phần: gốc cành, thân cành và ngọn của cành và lá được lấy chung cho từng cây.

Phân chia khu vực nghiên cứu thành 3 vùng (cấp), mỗi cấp là tương đối tương đồng nhau theo từ ngoài biển vào phía trong đất liền. Cấp 1 là cây lớn,

cây 2 là cấp trung bình và cấp 3 là cây nhỏ.

Trước tiên, điều tra trên 20 ô tiêu chuẩn theo các cấp, sau đó dựa vào bảng tính của Winrock để tính số lượng ô tiêu chuẩn, sai số là 5 % và ở mức tin cậy là 95 % có số ô là 26 ô trong khi đó đã điều tra 40 ô.

Sau khi xác định được số lượng ô tiêu chuẩn cần thiết là 26 ô đo đếm. Kết quả tính toán số lượng ô tiêu chuẩn được thể hiện tại bảng 2.1.

Bảng 2.1. Dung lượng mẫu ô đo đếm theo các cấp

TT	Cấp	Diện tích rừng (ha)	Số lượng ô tiêu chuẩn	
			Tính toán	Đo đếm
1	Cấp 1	73,6	10	16
2	Cấp 2	59,0	8	11
3	Cấp 3	44,9	8	13
Tổng		177,5	26	40

4.1. Phương pháp phân tích trong phòng thí nghiệm

4.1.1 Phân tích các mẫu của các bộ phận của cây

Các mẫu tươi được đánh dấu theo từng cây tiêu chuẩn đã được chặt hạ theo các bộ phận thân, lá và cành. Cành từng bộ phận ngay tại chỗ để được trọng lượng tươi, mỗi loại lấy 1 kg cho vào bao nylon buộc kín, đánh dấu các mẫu theo ký hiệu riêng đem về phòng thí nghiệm để sấy khô ở 105⁰C đến khi trọng lượng không đổi và thu 1 kg lá bỏ vào túi nylon đem về phòng thí nghiệm sấy khô ở 80⁰C cho đến khi trọng lượng không đổi để phân tích tỉ lệ sinh khối khô/tươi đồng thời tính được carbon trong các mẫu sấy khô theo phương pháp Walkey-Black.

4.1.2 Xây dựng phương trình các bộ phận của cây

Các phương trình được chọn đã được kiểm nghiệm bằng các dữ liệu không tham gia tính toán. Phương pháp thực hiện là sử dụng số liệu của 32 cây trong tổng số 36 cây giải tích để xây dựng các phương trình tương quan, 4 cây còn lại không đưa vào tham gia tính toán thì được dùng để kiểm tra sự chênh lệch giữa lý thuyết và thực nghiệm, nếu sai số của các phương trình nhỏ hơn 10% thì phương trình được chấp nhận và ngược lại.

Kiểm tra khả năng ứng dụng của các phương trình thông qua thông số sau:

$$\Delta\% = \left| \frac{Y_{lt} - Y_{tn}}{Y_{lt}} \right| * 100$$

Trong đó: Y_{tn} : Thực nghiệm
 Y_{lt} : Lý thuyết
 $\Delta\%$: Sai số tương đối

Mô hình sinh khối, carbon hay CO₂ của các loài cây thường được sử dụng dưới dạng phương trình mũ $Y = aX^b$, trong đó Y là biến phụ thuộc và X là biến độc lập, a và b là hằng số, X là đường kính hay chu vi cây cao ở vị trí 1,3 m. Một số tác giả như Chave và ctv (2005); Ong và ctv (1995); Clough và Scott (1989); Đặng Trung Tấn (2001), Viên Ngọc Nam (1998, 2010, 2012) đã sử dụng dạng phương trình này để tính sinh khối cho cây rừng ngập mặn. Trong tính toán phương trình $W = aD^b$ được chuyển thành phương trình tuyến tính có dạng $\ln W = \ln a + b \ln D$ (Một số tác giả dùng \log_{10} thay cho log tự nhiên (ln Neper)). Kết quả tính toán này thường sử dụng phương pháp hồi qui bình quân nhỏ nhất. Khi chuyển từ phương trình tuyến tính từ $\ln W = \ln a + b \ln D$ trở về dạng $W = aD^b$ thì gặp phải vấn đề sai số, về mặt đại số thì hai phương trình này giống nhau nhưng khác nhau về mặt thống kê, do đó đã có một số tác giả như Whittaker, R.H. và ctv (1975); Sprugel (1983) đã đề xuất hệ số điều chỉnh như sau:

$$CF = \exp(SEE^2/2)$$

Trong đó SEE là sai tiêu chuẩn của ước lượng hay còn gọi là độ lệch chuẩn của sai số, thường được tính toán trong các phần mềm thống kê.

Phương trình được tính sau khi điều chỉnh là: $\exp((b * \ln(D_{1,3}) + a + (SEE^2/2)))$.

Các mô hình được chọn phải dễ tính toán, có hệ số xác định cao nhất (R^2), sai số tiêu chuẩn của ước lượng (SEE – Standard Error of Estimate), sai số tuyệt đối trung bình (MAE – Mean Absolute Error), tổng số dư bình phương (SSR – Sum of Squares of Residual) của phương trình là nhỏ nhất.

4.2 Phương pháp phân tích xử lý số liệu

- Các số liệu được xử lý trong phần mềm Excel và Stagraphic
- Từ sinh khối khô của từng bộ phận của cây cá thể, tính tổng sinh khối khô cho toàn bộ một cây và tính cho từng ô đo đếm, sau đó tính cho 1 ha theo từng cấp và toàn khu vực nghiên cứu.
- Lượng CO₂/ha được tính theo công thức:

$$\text{CO}_2 = \text{C} \cdot 44/12 \text{ (tấn/ha)}$$

Trong đó: - C là lượng carbon.

- 44/12 (hoặc 3,67) là hệ số chuyển đổi từ carbon nguyên tử (C) sang carbon dioxide (CO₂).

- Xác định giá trị thương mại của C dựa vào công thức:

$$T(\$) = \text{Lượng CO}_2 \times \text{giá CO}_2 \text{ (USD/tấn theo thời giá của thị trường)}$$

5 Kết quả nghiên cứu

5.1 Sinh khối khô các bộ phận của cây

Bảng 5.1 Sinh khối của các bộ phận của cây Mắm biển

TT	W _{thk} (tấn/ha)	Thân (%)	W _{cak} (tấn/ha)	Cành (%)	W _{lak} (tấn/ha)	Lá (%)	W _{tongk} (tấn/ha)
1	41,3	60,1	22,9	33,4	4,4	6,5	68,7
2	55,4	62,1	27,3	30,6	6,5	7,3	89,2
3	52,2	64,8	22,0	27,3	6,4	7,9	80,5
4	47,0	60,9	24,9	32,2	5,4	6,9	77,2
5	43,5	63,3	20,0	29,1	5,3	7,7	68,8
6	46,7	62,9	22,2	30,0	5,3	7,2	74,2
7	59,9	60,6	32,4	32,7	6,6	6,6	98,8
8	58,8	60,5	31,9	32,8	6,5	6,7	97,2
9	50,4	62,4	24,3	30,1	6,0	7,4	80,7
10	31,5	64,0	13,9	28,3	3,8	7,7	49,2
11	44,1	67,2	16,2	24,7	5,3	8,1	65,6
12	50,0	63,9	22,4	28,6	5,9	7,6	78,4
13	54,8	61,2	28,5	31,8	6,3	7,0	89,6
14	51,3	59,3	29,9	34,6	5,3	6,1	86,4
15	55,9	60,7	29,9	32,5	6,3	6,9	92,2
16	41,8	63,3	19,2	29,1	5,0	7,6	66,1
17	52,9	62,1	26,1	30,6	6,1	7,2	85,1
18	53,4	65,9	21,2	26,1	6,5	8,0	81,0

19	45,4	62,9	21,3	29,6	5,4	7,5	72,2
20	48,6	60,9	25,6	32,1	5,5	7,0	79,8
21	57,7	62,5	27,7	30,0	6,9	7,4	92,2
22	28,1	68,1	9,8	23,8	3,3	8,1	41,2
23	22,7	69,0	7,6	23,1	2,6	8,0	33,0
24	24,9	69,1	8,2	22,9	2,9	8,0	35,9
25	38,0	59,7	24,0	37,7	1,6	2,5	63,6
26	11,2	69,7	3,6	22,4	1,3	7,9	16,1
27	17,9	69,3	5,9	22,7	2,0	7,9	25,8
28	27,4	67,2	10,1	24,8	3,3	8,0	40,7
29	57,7	62,5	27,7	30,0	6,9	7,4	92,2
30	35,6	65,2	14,6	26,8	4,3	7,9	54,5
31	49,1	63,3	22,5	29,1	5,9	7,6	77,5
32	41,7	68,2	14,5	23,7	4,9	8,0	61,2
33	23,4	69,2	7,7	22,8	2,7	7,9	33,7
34	28,1	68,1	9,8	23,8	3,3	8,1	41,2
35	22,7	69,0	7,6	23,1	2,6	8,0	33,0
36	24,9	69,1	8,2	22,9	2,9	8,0	35,9
37	38,0	59,7	24,0	37,7	1,6	2,5	63,6
38	11,2	69,7	3,6	22,4	1,3	7,9	16,1
39	17,9	69,3	5,9	22,7	2,0	7,9	25,8
40	27,4	67,2	10,1	24,8	3,3	8,0	40,7
Trung bình		64,6 ± 1,1 %		28,4 ± 1,4 %		7,3 ± 0,4 %	

Tỉ lệ sinh khối khô của thân cây cá thể chiếm trung bình là $64,6 \pm 1,1$ % tổng sinh khối của cây, tỉ lệ thân thấp nhất là 59,3 % và cao nhất là 69,7 %. Cành chiếm tỉ lệ trung bình là $28,4 \pm 1,4$ %, cao nhất là 37,7% và thấp nhất là 22,4% của toàn bộ sinh khối của cây. Lá là bộ phận có tỉ lệ sinh khối khô trung bình là $7,3 \pm 0,4$ %, cao nhất là 8,1% và thấp nhất là 2,5%. Trong ba bộ phận của cây là thân, cành và lá thì thân có sinh khối khô cao nhất và thấp nhất là lá

có tỉ lệ thấp nhất.

5.2 Sinh khối tươi các bộ phận của cây

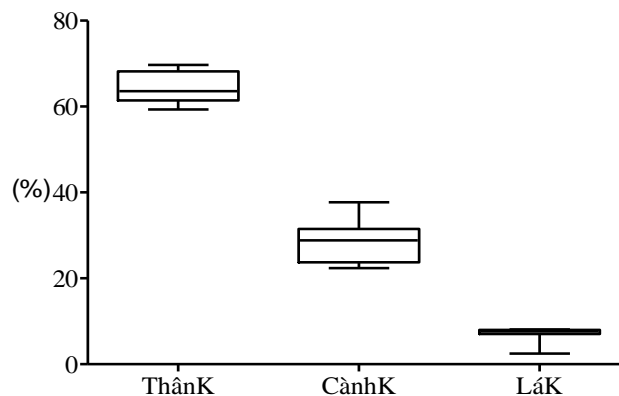
Các bộ phận của cây được cân trực tiếp ở hiện trường và tính toán cho trọng lượng cả cây.

Bảng 5.2 Sinh khối tươi của các bộ phận của cây Mầm biển

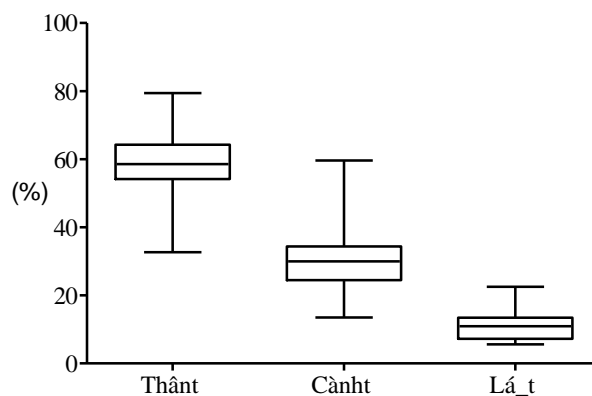
TT	W_{tht} (kg)	Thân (%)	W_{cat} (kg)	Cành (%)	W_{lat} (kg)	Lá (%)	W_{tongt} (kg)
1	2,4	57,1	1,0	23,8	0,8	19,0	4,2
2	2,6	50,0	2,0	39,0	0,6	11,0	5,2
3	4,2	72,4	0,9	15,2	0,7	12,4	5,8
4	3,7	78,9	0,7	13,7	0,4	7,4	4,7
5	4,4	59,5	2,0	27,0	1,0	13,5	7,4
6	6,7	58,3	3,1	26,8	1,7	14,9	11,4
7	6,6	52,0	4,4	34,5	1,7	13,5	12,6
8	5,5	53,9	2,4	23,5	2,3	22,5	10,2
9	8,4	66,7	2,3	18,3	1,9	15,1	12,6
10	10,0	63,7	3,3	20,8	2,4	15,5	15,7
11	14,1	60,1	6,1	25,8	3,3	14,1	23,4
12	14,6	56,6	8,4	32,4	2,9	11,0	25,8
13	16,2	56,6	8,8	30,8	3,6	12,6	28,6
14	17,5	59,3	8,9	30,0	3,2	10,7	29,5
15	21,1	59,8	10,2	28,9	4,0	11,3	35,3
16	23,1	66,0	10,0	28,5	2,0	5,6	35,0
17	21,0	58,8	10,0	28,1	4,7	13,1	35,7
18	22,6	55,8	12,5	31,0	5,4	13,2	40,5
19	25,8	79,4	4,4	13,5	2,3	7,1	32,5
20	24,3	46,2	20,5	38,9	7,8	14,9	52,6
21	34,3	64,4	12,8	24,0	6,2	11,6	53,2
22	37,4	59,2	21,3	33,8	4,4	7,0	63,1
23	27,6	65,4	11,8	27,8	2,9	6,8	42,2
24	23,9	57,8	13,3	32,1	4,1	10,0	41,3
25	30,0	36,4	46,6	56,6	5,8	7,0	82,4
26	35,9	61,9	17,4	30,0	4,7	8,1	58,0
27	25,1	75,4	6,3	18,8	2,0	5,9	33,3

28	42,5	48,0	39,7	44,8	6,3	7,2	88,5
29	37,3	65,3	15,2	26,7	4,6	8,0	57,1
30	35,0	46,5	35,3	46,9	5,0	6,6	75,3
31	48,0	56,4	27,8	32,7	9,3	10,9	85,1
32	53,1	54,9	32,5	33,6	11,2	11,5	96,8
33	43,2	47,7	38,5	42,5	8,8	9,8	90,5
34	35,4	32,7	64,4	59,6	8,3	7,6	108,1
35	53,5	55,3	35,6	36,8	7,6	7,9	96,7
36	82,5	60,0	46,6	33,9	8,3	6,0	137,4
Trung bình	$64,6 \pm 1,1$ %		$28,4 \pm$ 1,4 %		$7,3 \pm 0,4$ %		

Thân có trọng lượng tươi cao nhất trong các bộ phận của cây. Thân chiếm tỉ lệ là $64,6 \pm 1,1$ % trọng lượng tươi của cây, cành là $28,4 \pm 1,4$ % và lá là $7,3 \pm 0,4$ % có tỉ lệ thấp nhất trong các bộ phận của cây.



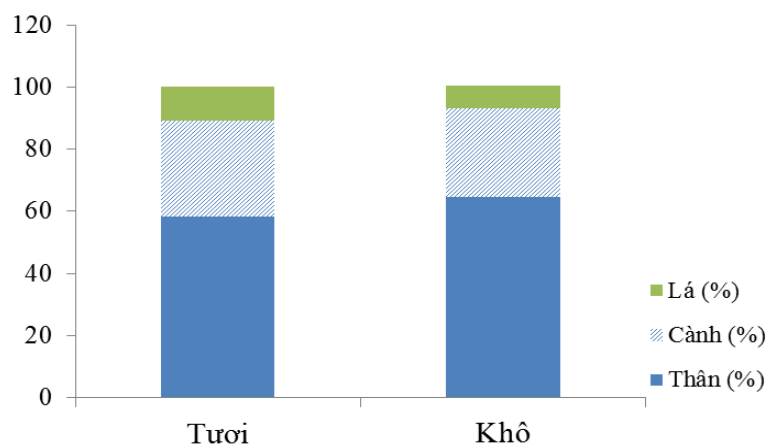
Hình 5.1: Tỉ lệ % sinh khối khô các bộ phận của cây (\pm SE)



Hình 5.2: Tỉ lệ % sinh khối tươi các bộ phận của cây (\pm SE)

Trọng lượng tươi và khô của các bộ phận thân cây có khác nhau. Trọng

lượng tươi của lá chiếm cao hơn trọng lượng khô của lá sau khi sấy. Tỷ trọng thân cây tươi thấp hơn thân khô, trong khi đó tỷ lệ cành tươi lại cao hơn cành khô (Hình 3.3).



Hình 5.3 Tỷ lệ % sinh khối tươi và khô của cây

5.3 Tương quan giữa sinh khối tươi và sinh khối khô của cây

Để thuận tiện trong tính toán sinh khối khô của cây mà không cần sấy khô thông qua việc cân trọng lượng tươi các bộ phận của cây thì có được sinh khối khô.

Quan hệ giữa sinh khối khô và sinh khối tươi của cây thể hiện qua phương trình (3.1).

$$W_{\text{tongk}} = 0,4744 * W_{\text{tongt}}^{1.03} \quad [3.1]$$

$$\text{Với } R^2 = 0,9962, \text{ SEE} = 0,0632, \text{ MAE} = 0,0508$$

Số mũ của phương trình là 1,03 nên xem như là 1 thì W_{tongk} sẽ bằng 47,44% của W_{tongt} . Như thế sau khi có trọng lượng tươi của cây thì nhân với 47,44% thì sẽ có sinh khối khô của cây.

5.4. Tương quan giữa sinh khối tươi và khô với đường kính thân cây

Bảng 5.3 Các phương trình tương quan sinh khối tươi của các bộ phận

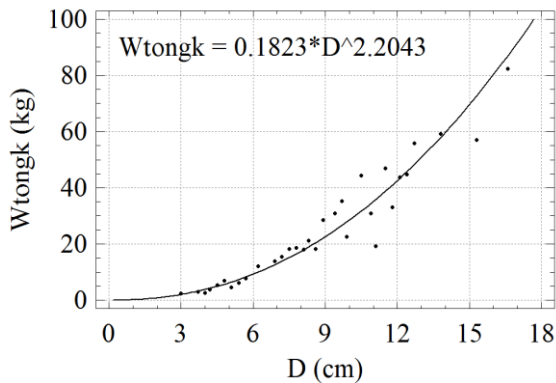
PT	Phương trình	R^2	SEE	SSR	MAE	Pa	Pb
3.2	$W_{\text{tongt}} = 0,4076 * D^{2,1195}$	94,68	0,23	1,55	0,18	0,000	0,000
3.3	$W_{\text{tht}} = 0,3134 * D^{1,9804}$	95,46	0,20	1,14	0,15	0,000	0,000
3.4	$W_{\text{cat}} = 0,0518 * D^{2,5514}$	85,65	0,47	6,69	0,36	0,000	0,000
3.5	$W_{\text{lat}} = 0,1391 * D^{1,5563}$	74,84	0,41	5,06	0,32	0,000	0,000

Kết quả tính toán các phương trình tương quan giữa sinh khối tươi của các bộ phận cây với đường kính thân cây ở vị trí cao 1,3 m được thể hiện ở bảng 3.3.

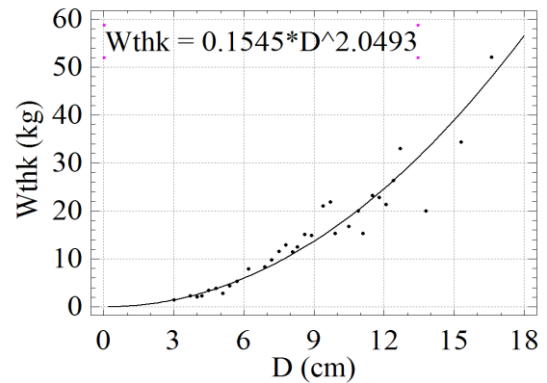
Bảng 5.4 Các phương trình tương quan sinh khối khô của các bộ phận

TT	Phương trình	R ²	SEE	SSR	MAE	Pa	Pb
3.6	$W_{\text{tongk}} = 0,1823 * D^{2,2043}$	95,37	0,22	1,45	0,17	0,000	0,000
3.7	$W_{\text{thk}} = 0,1545 * D^{2,0493}$	95,62	0,20	1,18	0,15	0,000	0,000
3.8	$W_{\text{cak}} = 0,0244 * D^{2,6114}$	90,35	0,38	4,23	0,31	0,000	0,000
3.9	$W_{\text{lak}} = 0,0425 * D^{1,5567}$	70,97	0,45	6,08	0,34	0,000	0,000

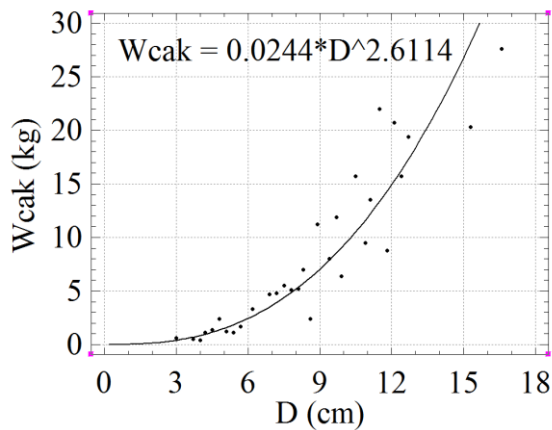
Phạm vi sử dụng của các phương trình là $3,0 < D_{1,3} < 16,6$ cm



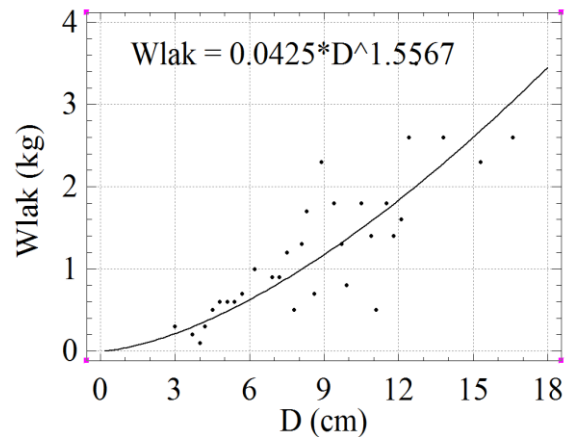
Tương quan tổng sinh khối khô với $D_{1,3}$



Tương quan sinh khối thân khô với $D_{1,3}$



Tương quan sinh khối cành khô với $D_{1,3}$



Tương quan sinh khối lá khô với $D_{1,3}$

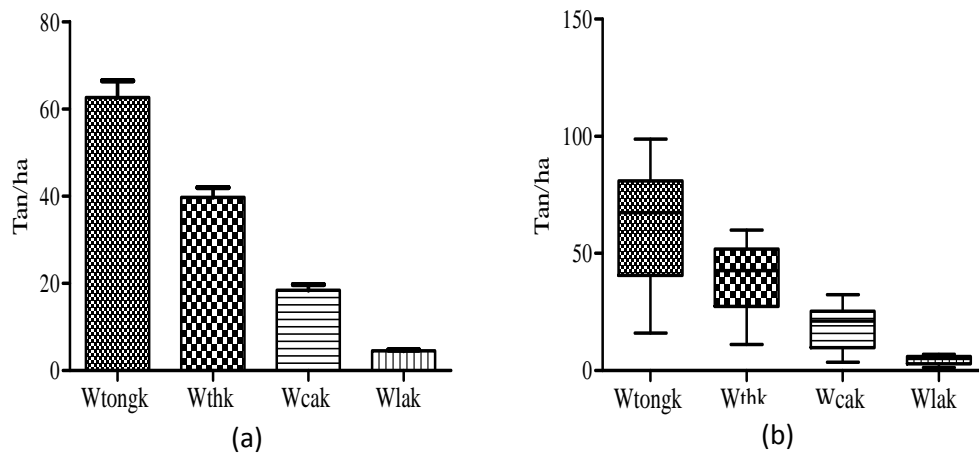
Hình 5.4 Các đường biểu diễn sinh khối khô của các bộ phận cây với $D_{1,3}$

Hệ số xác định của các phương trình sinh khối tươi và khô của các bộ

phần thân, cành và tổng là khá cao từ 85,65 – 95,62%, riêng bộ phận lá có nhiều biến động do lá phân bố trên các cây không đồng đều nên hệ số xác định biến động từ 70,97 – 74,84%. Các sai số (SEE) đều nhỏ hơn 1, các tham số của phương trình (Pa và Pb) đều nhỏ ($P < 0,000$)

5.5 Sinh khối khô của quần thể Mắm biển

Tổng sinh khối khô trung bình của quần thể là $62,6 \pm 7,8$ tấn/ha biến động từ 54,84 – 70,40 tấn/ha (hình 3.5a). Quần thể rừng có sinh khối cao nhất là 98,8 tấn/ha và thấp nhất là đối với rừng non mới tái sinh thì sinh khối chỉ đạt đến 16,1 tấn/ha (hình 3.5b).



Hình 5.5 Đồ thị sinh khối trung bình (a) và khoảng biến động của quần thể (b)

Sinh khối trung bình các bộ phận của cây là thân, cành và lá theo thứ tự là $39,8 \pm 4,6$ tấn/ha, $18,4 \pm 2,8$ tấn/ha và $4,5 \pm 0,6$ tấn/ha. Nhìn chung tổng sinh khối của quần thể thuộc khu vực nghiên cứu không cao là do rừng tái sinh tự nhiên còn non. Các khu vực phía trong hướng về thành phố Bạc Liêu thì cây to hơn nên sinh khối cũng cao, còn phía ngoài biển thì cây mới tái sinh nên còn nhỏ do đó sinh khối cũng thấp.

5.6 Tương quan giữa carbon với đường kính thân cây ($D_{1,3}$)

Qua tính toán cho thấy các phương trình tương quan carbon của các bộ phận của cây đều có dạng $Y = aX^b$ với các hệ số xác định khá cao, các tham số của phương trình đều tồn tại với $P < 0,000$, sai số (SEE) nhỏ, tổng bình phương của sai số (SSR) là nhỏ biến động từ 9,71 đến 7,23, trong đó cành có chỉ số SSR là cao nhất trong các bộ phận của cây, trị số sai số trung bình tuyệt đối khá nhỏ của các bộ phận đều nhỏ hơn 1.

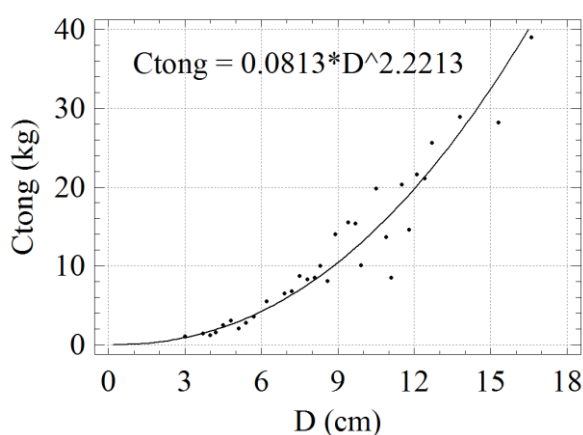
Sử dụng các phương trình này để tính lượng CO₂ qua công thức là:

$$CO_2 = C * 44/12$$

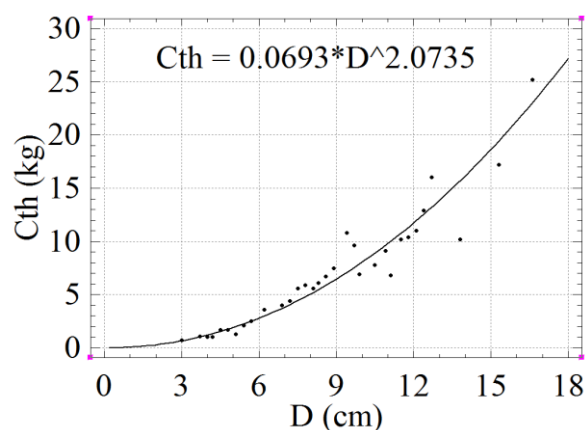
Bảng 5.5 Các phương trình tương quan giữa carbon của các bộ phận với D_{1,3}

TT	Phương trình	R ²	SEE	SSR	MAE	Pa	Pb
3.10	$C_{\text{tong}} = 0,0813 * D^{2,2213}$	95,08	0,23	1,56	0,18	0,000	0,000
3.11	$C_{\text{th}} = 0,0693 * D^{2,0735}$	95,60	0,20	1,21	0,15	0,000	0,000
3.12	$C_{\text{ca}} = 0,0116 * D^{2,6042}$	85,19	0,49	7,23	0,38	0,000	0,000
3.13	$C_{\text{la}} = 0,7218 * D^{0,4884}$	67,42	0,15	0,71	0,11	0,000	0,000

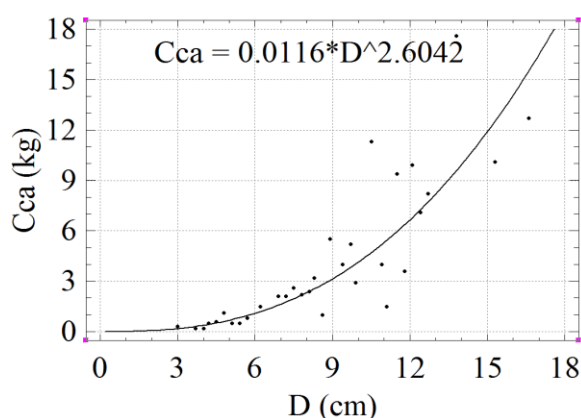
Phạm vi sử dụng của các phương trình là $3,0 < D_{1,3} < 16,6$ cm



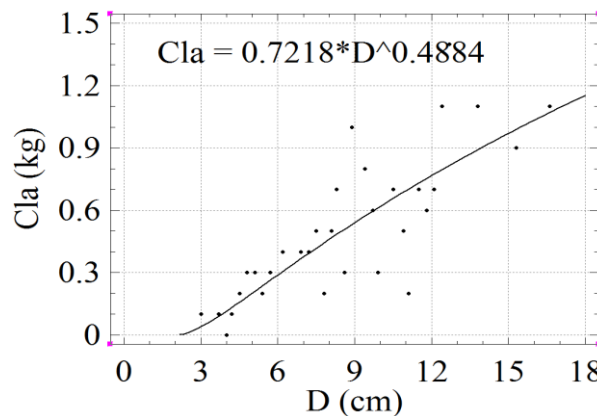
Tương quan C tổng với D_{1,3}



Tương quan C thân với D_{1,3}



Tương quan sinh khối C cành với D_{1,3}



Tương quan C lá với D_{1,3}

Hình 5.6 Các đường biểu diễn carbon của các bộ phận cây với D_{1,3}

Bảng 5.6: Thống kê mô tả các chỉ tiêu đo đếm

Chỉ tiêu	D _{1.3} (cm)	H (m)	N (ha)	C _{tong} (tấn/ha)	C _{th} (tấn/ha)	C _{ca} (tấn/ha)	C _{la} (tấn/ha)	CO ₂ tong (tấn/ha)	CO ₂ th (tấn/ha)	CO ₂ ca (tấn/ha)	CO ₂ la (tấn/ha)
Trung bình	5,1	4,7	8.550	28,8	18,6	8,6	1,6	105,7	68,4	31,6	5,8
Sai tiêu chuẩn (SE)	0,2	0,2	448	1,8	1,1	0,6	0,1	6,6	3,9	2,4	0,4
Median	5,0	4,5	8.350	31,1	20,0	10,0	1,8	113,9	73,5	36,6	6,6
Mode	6,1	4,0	7.100	42,5	27,1	13,0	2,4	156,0	99,5	47,6	8,9
Độ lệch chuẩn (SD)	1,4	1,2	2.838	11,3	6,8	4,1	0,6	41,5	24,8	15,0	2,4
Kurtosis	-1,1	19,6	0,5	-1,1	-1,0	-1,3	-1,1	-1,1	-1,0	-1,3	-1,1
Skewness	0,4	3,8	0,7	-0,4	-0,4	-0,2	-0,4	-0,4	-0,4	-0,2	-0,4
Khoảng biến động	4,7	7,4	12.500	38,4	23,1	13,4	2,1	140,8	84,8	49,3	7,6
Thấp nhất	3,5	3,7	3.900	7,3	5,2	1,7	0,4	26,8	19,0	6,2	1,3
Cao nhất	8,2	11,1	16.400	45,7	28,3	15,1	2,4	167,7	103,8	55,5	8,9
Khoảng tin cậy(95.0%)	0,5	0,4	907	3,6	2,2	1,3	0,2	13,3	7,9	4,8	0,8

5.7 Tương quan giữa carbon với sinh khối khô

Việc tính toán carbon thường được tính từ các phương trình sinh khối của cây cá thể (tổng sinh khối của cây và từng bộ phận của cây) rồi nhân với hệ số chuyển đổi từ sinh khối khô sang carbon là 0,5. Trong đề tài này, chúng tôi tiến hành phân tích carbon của từng bộ phận của cây để từ đó xây dựng phương trình tương quan trực tiếp từ tổng lượng carbon, từng bộ phận của cây cá thể với sinh khối khô từng bộ phận của cây.

$$C_{\text{tong}} = \exp(-0,7983 + 1,008 * \ln(W_{\text{tongk}}))$$

Từ phương trình trên đưa về dạng chính tắc là:

$$C_{\text{tong}} = 0,4500 * W_{\text{tongk}}^{1.008} \quad (3.14)$$

$$R^2 = 0,9984, \text{ SEE} = 0,04091, \text{ MAE} = 0,03428, \text{ SSR} = 0,0502$$

Qua tính toán cho thấy các phương trình trên đều có số mũ xấp xỉ bằng 1 nên lượng carbon tổng của cây cá thể bằng 45 % của tổng sinh khối khô, C của thân bằng 45,96% của sinh khối khô của thân, C của cành bằng 45,13% sinh khối khô của cành.

5.8 Kiểm tra khả năng vận dụng của các phương trình

Đã xây dựng các phương trình tương quan giữa sinh khối khô và carbon với đường kính ($D_{1,3}$). Để biết tính chính xác của các phương trình đã kiểm tra thông qua sai số tương đối được thể hiện ở các bảng dưới đây

Bảng 5.7. Sai số tương đối của các phương trình sinh khối

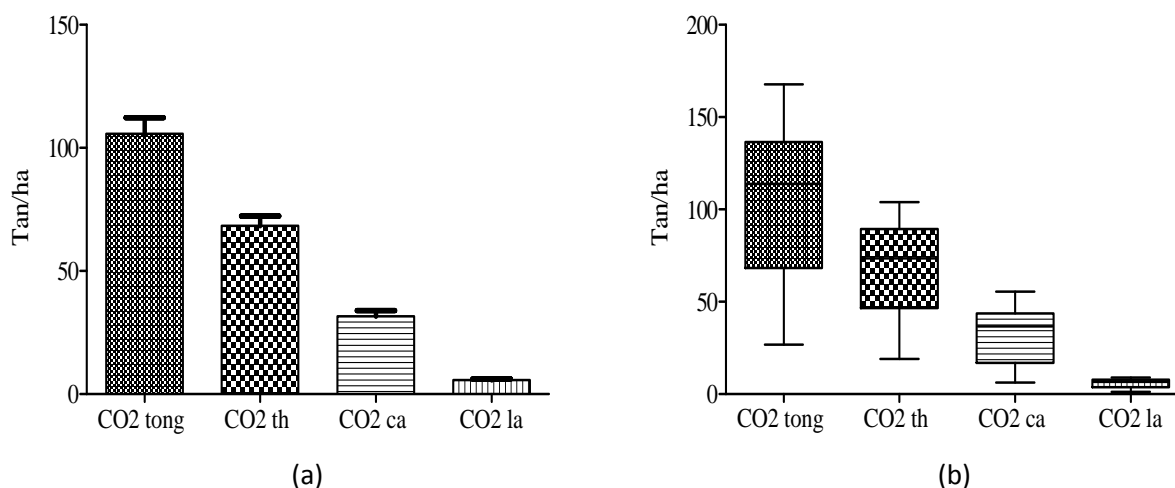
PT số	Tên phương trình	$\Delta \%$		
		Giá trị nhỏ nhất	Giá trị lớn nhất	Giá trị trung bình
3.10	$C_{\text{tong}} = 0,0813 * D^{2,2213}$	1,1	8,8	2,1
3.11	$C_{\text{th}} = 0,0693 * D^{2,0735}$	1,8	11,2	2,6
3.12	$C_{\text{ca}} = 0,0116 * D^{2,6042}$	4,4	14,8	3,9
3.13	$C_{\text{la}} = 0,7218 * D^{0,4884}$	2,7	14,3	3,7

Bảng 5.8. Sai số tương đối của các phương trình carbon

PT số	Tên phương trình	$\Delta \%$		
		Giá trị nhỏ nhất	Giá trị lớn nhất	Giá trị trung bình
3.6	$W_{\text{tongk}} = 0,1823 * D^{2,2043}$	0,5	3,7	2,3
3.7	$W_{\text{thk}} = 0,1545 * D^{2,0493}$	5,7	15,7	5,6
3.8	$W_{\text{cak}} = 0,0244 * D^{2,6114}$	6,7	12,4	4,3
3.9	$W_{\text{lak}} = 0,0425 * D^{1,5567}$	3,0	16,5	4,1

Kết quả bảng 5.7 cho thấy, sai số trung bình của các phương trình tích tụ carbon đều thấp hơn giới hạn cho phép là $< 10 \%$, cao nhất là 5,6% phương trình 3.7, thấp nhất là phương trình 3.6. Vì vậy, các phương trình được chấp nhận và có khả năng ứng dụng vào thực tiễn để tính lượng carbon tích tụ của cây Mắm biển ở Bạc Liêu.

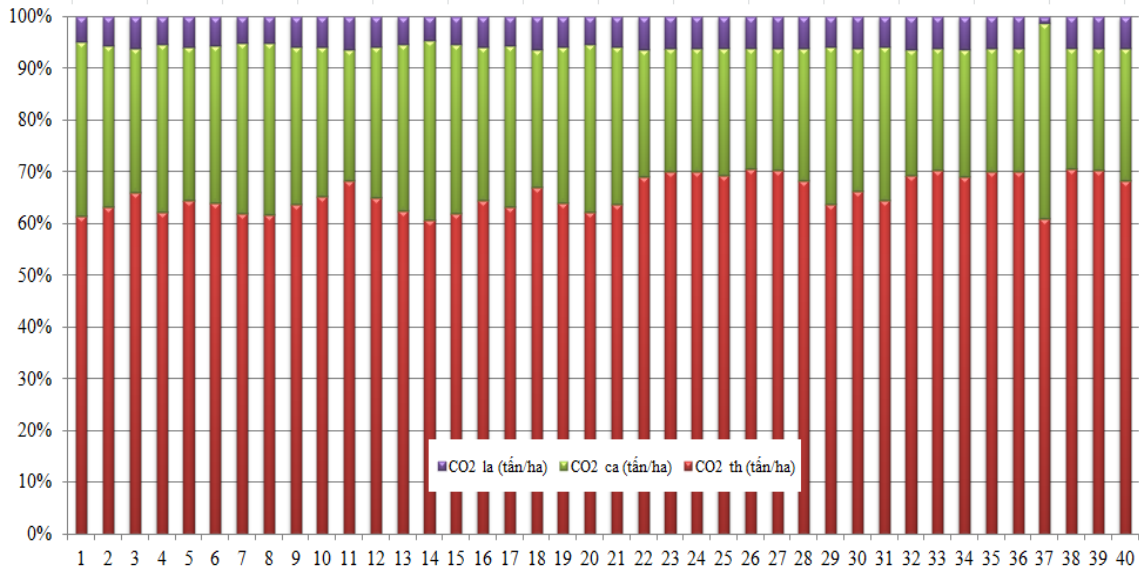
5.8 Lượng CO₂ của quần thể Mắm biển theo các bộ phận



Hình 5.7 Đô thị lượng CO₂ trung bình (a) và khoảng biên động của quần thể (b)

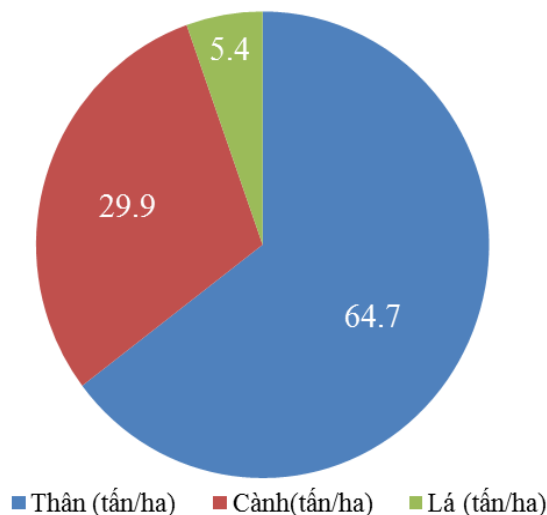
Tổng lượng CO₂ trung bình của quần thể Mắm biển ở khu vực nghiên cứu là $105 \pm 13,3$ tấn/ha biên động từ 92,46 – 119,0 tấn/ha (hình 3.7a). Quần thể có tổng lượng CO₂ cao nhất theo các bộ phận là 140,8 tấn/ha và thấp nhất

có quần thể chỉ đạt 26,8 tấn/ha (hình 3.7b) đó là những quần thể mới phát triển tiếp giáp gần phía biển. Lượng CO₂ của các cành, thân, cành và lá biến động khá cao theo thứ tự là 39,23%, 36,27%, 47,51%, 41,36%, cành có hệ số biến động cao là do cây Mắm biển đối diện trực tiếp với biển bị gió thổi nên cây không cao nhưng nhiều cành nhánh.



Hình 5.8 Lượng CO₂ của các quần thể phân theo bộ phận theo ô đo đếm

Lượng CO₂ trung bình của các bộ phận của cây Mắm biển là $68,4 \pm 7,9$ tấn/ha biến động từ 60,45 – 76,31 tấn/ha, $31,6 \pm 4,8$ tấn/ha biến động từ 26,79 – 36,39 tấn/ha và $5,8 \pm 0,8$ tấn/ha biến động từ 4,9 – 6,5 tấn/ha theo thứ tự là thân, cành và lá, trong đó thân có vai trò hấp thụ CO₂ cao nhất kể đến là cành và thấp nhất là lá. Tỷ lệ lượng CO₂ của các bộ phận cây mà cây hấp thụ cũng khác nhau, trong đó thân cây hấp thụ CO₂ chiếm 64,7% tổng lượng của quần thể, kể đến là cành cây chiếm 29,9% và lá chỉ chiếm 5,4% (hình 5.8, 5.9).



Hình 5.9 Tỷ lệ % lượng CO₂ của quần thể theo các bộ phận

5.9 Trữ lượng rừng Mắm biển

5.9.1 Tương quan giữa chiều cao và đường kính ($H_{vn} - D_{1,3}$)

Qua khảo nghiệm một số phương trình để chọn phương trình tốt nhất để thể hiện quan hệ giữa chiều cao và đường kính thể hiện như sau:

$$H_{vn} = 1/(0,0965108 + 0,590457/D) \quad (3.15)$$

Với hệ số tương quan $R = 0,8915$, $SEE = 0,0205$, $MAE = 0,0163$

Phạm vi sử dụng của phương trình là $2,9 < H_{vn} < 7,3$ m

Trong thực tế việc đo cao rất khó thực hiện ở thực địa nên việc sử dụng tương quan $H_{vn} - D_{1,3}$ để chỉ đo yếu tố đường kính là yếu tố dễ đo để suy ra chiều cao

5.9.2 Tương quan giữa thể tích của cây với chiều cao và đường kính

Phương trình thể tích thân cây với chiều cao và đường kính thể hiện ở phương trình 3.15.

$$\ln(V) = -8,90347 + 1,68731 \cdot \ln(D) + 0,754881 \cdot \ln(H)$$

$$V = 0,0001368 \cdot D^{1,6873} \cdot H^{0,7549} \quad (3.16)$$

Với $R^2 = 0,9684$, $SEE = 0,7931$, $SSR = 0,0017$, $MAE = 0,1242$

Phạm vi sử dụng phương trình với $3,5 < D_{1,3} < 8,2$ cm và $3,7 < H < 5,7$ cm

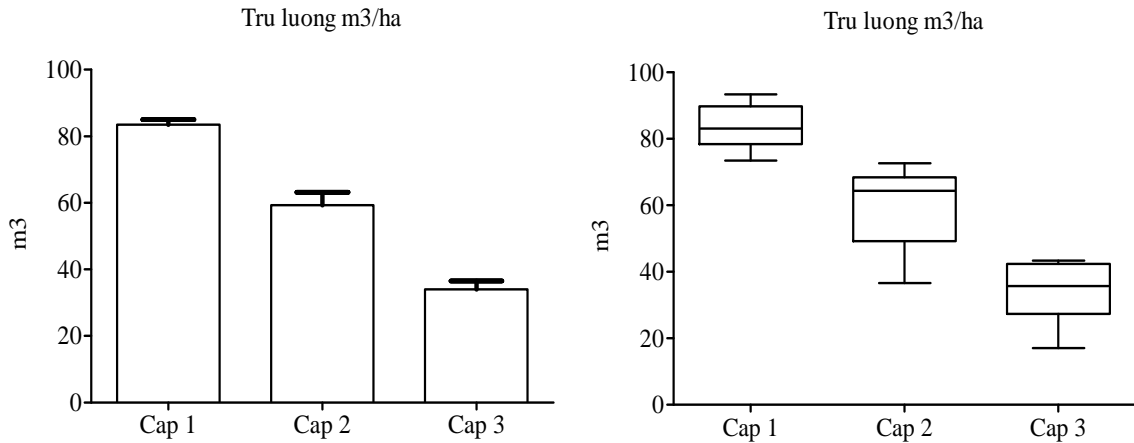
5.9.3 Trữ lượng rừng

Trữ lượng rừng Mắm biển được phân theo 3 cấp dựa theo đường kính thân cây, chiều cao và mật độ cây trên ha.

Bảng 5.9 Trữ lượng theo các cấp phân chia

	$D_{1,3}$ (cm)	H (m)	N (cây)	G (m^2/ha)	M (m^3/ha)
Cấp 1	$6,4 \pm 0,5$	$5,5 \pm 0,8$	7.487 ± 1422	$24,6 \pm 0,9$	$83,5 \pm 3,3$
Cấp 2	$5,0 \pm 0,7$	$4,5 \pm 0,4$	9.064 ± 2433	$18,9 \pm 1,4$	$59,3 \pm 8,8$
Cấp 3	$3,7 \pm 0,1$	$3,9 \pm 0,1$	9.423 ± 1175	$10,5 \pm 1,7$	$33,9 \pm 5,6$

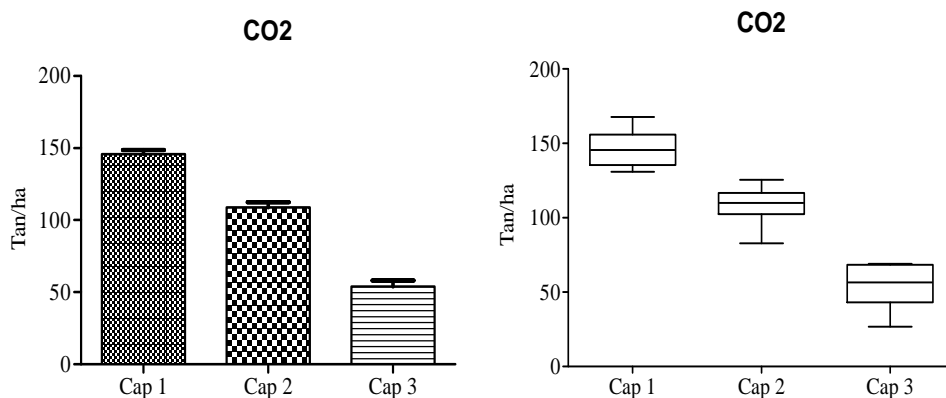
Cấp 2 có đường kính và tiết diện ngang cao nhất là $24,6 \pm 0,9 \text{ m}^2/\text{ha}$ nhưng mật độ lại thấp nhưng trữ lượng lại cao nhất, trong khi đó ở cấp 3 có mật độ cao nhưng đường kính và chiều cao thấp nên trữ lượng cũng thấp.



Hình 5.10 Đồ thị trữ lượng trung bình theo các cấp

Trữ lượng trung bình của toàn khu vực nghiên cứu là $60,74 \pm 7,4 \text{ m}^3/\text{ha}$, biến động từ $53,3 \text{ m}^3/\text{ha}$ đến $68,2 \text{ m}^3/\text{ha}$. Trữ lượng trung bình ở cấp 1 là $83,5 \pm 3,25 \text{ m}^3/\text{ha}$, biến động từ $80,3 \text{ m}^3/\text{ha}$ đến $86,8 \text{ m}^3/\text{ha}$. Cấp 2 là $59,3 \pm 8,8 \text{ m}^3/\text{ha}$, biến động từ $50,5 \text{ m}^3/\text{ha}$ đến $68,0 \text{ m}^3/\text{ha}$. Cấp 3 là $33,9 \pm 5,6 \text{ m}^3/\text{ha}$, biến động từ $28,4 \text{ m}^3/\text{ha}$ đến $39,5 \text{ m}^3/\text{ha}$ (hình 3.8). Trong 3 cấp thì cấp 3 có trữ lượng thấp nhất là do rừng non mới tái sinh, cấp 1 là cây lớn do tái sinh đã lâu nên có trữ lượng cao.

5.9.4 Lượng CO₂ mà cây hấp thụ theo quần thể



Hình 5.11 Đồ thị trữ lượng CO₂ trung bình theo các cấp

Để tính lượng CO₂ hấp thu của quần thể, đề tài sử dụng các phương trình tương quan giữa lượng carbon tích tụ của cây cá thể với các nhân tố điều tra để tính lượng CO₂ hấp thu nhân với hệ số để tính cho từng ô tiêu chuẩn, hecta và tổng hợp cho cả khu vực.

Kết quả tính toán lượng CO₂ hấp thu ở các bộ phận của quần thể cho thấy, tổng lượng CO₂ hấp thu trung bình của quần thể là 105 ± 13,3 tấn/ha, biến động từ 92,46 – 119,0 tấn/ha (phụ lục 1).

Trong 3 cấp thì cấp 3 có đường kính nhỏ nhất, xấp xỉ 1/3 của cấp 1. Mật độ cây của cấp 3 cao nhất là 9.423 cây/ha, cấp 2 là 9.064 và thấp nhất là cấp 1 với 7.487 cây/ha là do cây lớn trong quá trình sinh trưởng phát triển theo thời gian đã giảm mật độ cây.

Khả năng hấp thụ CO₂ của cây Mắm trắng ở cấp 1 là 145,8 ± 6,5 tấn/ha biến động từ 139,2 - 152,3 tấn/ha, cấp 2 là 108,7 ± 8,4 biến động từ 100,2 - 117,1 tấn/ha và cấp 3 có lượng CO₂ thấp nhất, trung bình là 53,9 ± 9,0 tấn/ha biến động từ 44,95 - 62,96 tấn/ha bằng ½ khả năng hấp thụ CO₂ của cấp 2 và bằng 1/3 của cấp 3.

Bảng 5.10 Lượng CO₂ của quần thể Mắm biển theo các cấp

Cấp	D _{1,3} (cm)	H (m)	N (cây)	G (m ² /ha)	M (m ³ /ha)	CO ₂ tong (tấn/ha)
Cấp 1	6,4 ± 0,5	5,5 ± 0,8	7.487 ± 1.422	24,6 ± 0,9	83,51 ± 3,3	145,8 ± 6,5
Cấp 2	5,0 ± 0,7	4,5 ± 0,4	9.064 ± 2.433	18,9 ± 1,4	59,3 ± 8,8	108,7 ± 8,4
Cấp 3	3,7 ± 0,1	3,9 ± 0,1	9.423 ± 1.175	10,5 ± 1,7	33,9 ± 5,6	53,9 ± 9,0

Nhìn chung khả năng hấp thụ CO₂ của rừng Mắm biển ở khu vực nghiên cứu còn thấp là do rừng mới tái sinh nên kích thước cây không lớn.

5.9.5 Quan hệ giữa CO₂ với các nhân tố điều tra

Qua sử dụng hàm tuyến tính đa biến để tính toán, xem xét quan hệ giữa lượng CO₂ hấp thu của quần thể với các nhân tố, N, D_{1,3}, H_{vn}, tiết diện ngang (G m²/ha) và M m³/ha thì phương trình sau cùng thể hiện là:

$$CO_2\text{tong} = 3,70548 + 6,2677 * G(m^2) - 0,0015908 * N\text{cay} \quad (3.17)$$

$$\text{Với } R_2 = 0,9947, \quad SEE = 3,09, \quad MAE = 1,8 \quad P < 0,000$$

Qua phương trình 3.17 cho thấy lượng CO₂ do cây hấp thu phụ thuộc

vào tiết diện ngang thân cây, khi tiết diện ngang càng lớn thì khả năng hấp thu CO₂ của Mắm biển càng tăng, trong khi đó mật độ cây càng nhiều thì khả năng hấp thu CO₂ của rừng càng giảm. Để tăng khả năng hấp thu CO₂ của rừng cần có tỉa thưa để giảm mật độ phù hợp, tạo điều kiện cho cây phát triển làm gia tăng khả năng hấp của cây Mắm biển trên địa bàn nghiên cứu.

5.10 Bảng tra sinh khối khô, carbon, CO₂ các bộ phận cây Mắm biển

Trong các nhân tố điều tra, thì nhân tố đường kính ngang ngực là dễ đo và có quan hệ chặt chẽ với sinh khối, khả năng tích tụ carbon và hấp thụ CO₂ của cây. Do đó, việc lập bảng tra sinh khối nhanh và các chỉ tiêu trên thông qua nhân tố đường kính với độ chính xác cho phép.

Trong phạm vi nghiên cứu của đề tài, đường kính thân cây đo được tại vị trí 1,3 m là từ 3,0 cm đến 16,6 cm, đây là cỡ đường kính chiếm phần lớn trong diện tích nghiên cứu. Tuy nhiên, trong toàn khu vực thì đường kính khác nhau cũng theo 3 cấp đã phân chia.

Bảng 5.11. Bảng tra sinh khối khô, carbon, CO₂ các bộ phận cây

D (cm)	Thân (kg)	Cành (kg)	Lá (kg)	Tổng (kg)
3,0	1,47	0,43	0,16	2,05
	0,68	0,20	0,05	0,93
	2,48	0,74	0,20	3,42
4,0	2,65	0,91	0,31	3,87
	1,23	0,43	0,11	1,77
	4,50	1,57	0,41	6,48
5,0	4,18	1,63	0,52	6,33
	1,95	0,77	0,19	2,90
	7,15	2,81	0,68	10,64
6,0	6,08	2,63	0,76	9,46
	2,85	1,23	0,27	4,35
	10,44	4,52	1,00	15,95
7,0	8,33	3,93	1,03	13,29
	3,92	1,84	0,37	6,13
	14,37	6,75	1,35	22,47
8,0	10,96	5,57	1,32	17,84
	5,17	2,61	0,47	8,24
	18,95	9,56	1,72	30,23

9,0	13,95	7,57	1,61	23,13
	6,60	3,54	0,57	10,71
	24,19	12,99	2,08	39,27
10,0	17,31	9,97	1,90	29,18
	8,21	4,66	0,66	13,53
	30,10	17,10	2,43	49,62
11,0	21,04	12,79	2,17	36,00
	10,00	5,98	0,75	16,72
	36,67	21,91	2,73	61,32
12,0	25,15	16,05	2,41	43,61
	11,98	7,50	0,81	20,29
	43,92	27,49	2,99	74,40
13,0	29,63	19,79	2,61	52,03
	14,14	9,23	0,86	24,24
	51,85	33,86	3,16	88,87
14,0	34,49	24,01	2,76	61,26
	16,49	11,20	0,88	28,57
	60,46	41,07	3,24	104,77
15,0	39,73	28,75	2,85	71,33
	19,03	13,40	0,88	33,31
	69,76	49,15	3,22	122,13
16,0	45,35	34,03	2,86	82,23
	21,75	15,86	0,83	38,44
	79,75	58,14	3,06	140,95
17,0	51,34	39,86	2,78	93,99
	24,66	18,57	0,75	43,98
	90,44	68,09	2,75	161,27

Ghi chú: Sinh khối khô
Carbon
CO₂

5.11 Lượng giá hấp thụ CO₂ của rừng Mắm biển

Lượng carbon tích tụ trong sinh khối quy thành lượng CO₂ tương đương của Mắm biển trong khu vực nghiên cứu là 19.569,6 tấn trong đó cấp 1 là 10.736,7 tấn, cấp 2 là 6.415,1 tấn, cấp 3 là 2.417,8 tấn (Bảng 5.10).

Bảng 5.12. Lượng hấp thu CO₂ của khu vực nghiên cứu

Cấp	Diện tích (ha)	Carbon quần thể (tấn/ha)	CO ₂ quần thể (tấn/ha)	CO ₂ quần thể (tấn)
1	73,6	39,8	145,8	10.736,7
2	59,0	29,6	108,7	6.415,1
3	44,9	14,7	53,9	2.417,8
Tổng	177,5	28,0	102,8	19.569,6

Do chưa có đơn giá chính thức trong việc mua bán khí thải CO₂ trên thị trường Việt Nam tại thời điểm nghiên cứu và qua tham khảo giá mua bán CO₂ trên thị trường thế giới trong những năm gần đây, đề tài tính giá trị thương mại có thể thu được từ việc bán CO₂ của rừng theo khung giá trung bình là 7 USD/tấn. Theo tỉ giá thương mại của Ngân hàng Nhà nước Việt Nam 11/2012 thì 1 USD = 20.835 đồng. Như vậy, 1 tấn CO₂ có giá trung bình tại thời điểm nghiên cứu là 145.852 đồng/tấn.

Bảng 5.13 Giá trị hấp thụ CO₂ của khu vực nghiên cứu

Cấp	Diện tích (ha)	CO ₂ quần thể (tấn/ha)	Tổng CO ₂ quần thể (tấn)	Thành tiền (đồng)
1	73,6	145,8	10.736,7	1.164.472.902,2
2	59,0	108,7	6.415,1	1.366.776.688,4
3	44,9	53,9	2.417,8	385.909.383,8
Tổng	177,5	102,8	19.569,6	2.917.158.974,4

Kết quả các bảng 5.11 cho thấy giá trị hấp thu CO₂ của rừng Mắm biển là 2.917.158.974 đồng.

6 Kết luận

+ Phương trình tương quan giữa chiều cao (H_{vn}) và đường kính ($D_{1,3}$): có dạng $Y = aX^b$ và phương trình tương quan giữa thể tích (V_{cay}) với đường kính ($D_{1,3}$) và chiều cao (H_{vn}): $V_{cay} = 1,215 * D_{1,3}^{0,217} * H_{vn}^{0,267}$

+ Kết cấu sinh khối tươi và khô của cây Mắm biển theo tỉ lệ lần lượt là: thân > cành > lá

+ Tổng sinh khối khô bằng 47,44% so với tổng sinh khối tươi.

+ Các phương trình tương quan giữa sinh khối tươi, khô và carbon cây cá thể với đường kính đều có hệ số xác định (R^2) khá cao, từ 0,90 trở lên và phương trình có dạng là $Y = a \cdot X^b$.

+ Kết cấu sinh khối khô quần thể theo tỉ lệ lần lượt là: thân > cành > lá.

- Lượng CO_2 hấp thu:

+ Đối với quần thể, lượng CO_2 hấp thu trung bình của khu vực nghiên cứu là $105 \pm 13,3$ tấn/ha. Các bộ phận khác nhau của quần thể thì có lượng carbon tích tụ khác nhau và sắp xếp theo tỉ lệ lần lượt là carbon thân > carbon cành > carbon lá.

+ Lượng CO_2 hấp thu của cấp 1 là $145,8 \pm 6,5$ tấn/ha, cấp 2 là $108,7 \pm 8,4$ tấn/ha và cấp 3 là $53,9 \pm 9,0$ tấn/ha.

+ Lượng hấp thụ CO_2 của khu vực nghiên cứu là 19.569,6 tấn.

+ Giá trung bình tại thời điểm nghiên cứu là 145.852 đồng/tấn CO_2 eq, giá trị hấp thụ CO_2 của khu rừng nghiên cứu là 2.917.158.974 đồng.

7. Kiến nghị

- Đề tài chỉ tập trung nghiên cứu lượng carbon tích tụ của các bộ phận của cây trên mặt đất. Đề nghị tiếp tục nghiên cứu về carbon trên các dạng lập địa, đất đai, khả năng tích tụ carbon các bể carbon khác như của cây chết và các bộ phận khác của cây như rễ cây trên và dưới mặt đất, carbon trong đất.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- 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., Riéra B. và Yamakura T., 2005. Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. *Ecosystem ecology, Oecologia* 145: 87 – 99 DOI 10.1007/s004-005-0100-x.145: 87 – 99.
- Clough B.F và Scott. K., 1989. Allometric for estimating above – ground biomass in six mangrove species, *Forest Ecology and Management* 27, 117 – 127.
- Đặng Trung Tấn, 2001. *Sinh khối rừng Đước (Rhizophora apiculata Blume)*. Kết quả nghiên cứu Khoa học và Kỹ thuật Lâm Nghiệp Việt Nam, Hà Nội, 6 trang.
- Donato D.C., Kauffman J.B. và Stidham M., 2009. *With Special Reference to Carbon Assessment for Sundarbans Reserve Forest, Bangladesh. Protocols for Measuring & Reporting Carbon Stocks in Mangrove Forests*. U.S.D.A. Forest Service, Pacific Southwest Research Station, Northern Research Station, International Programs, 77 trang.
- Giang Văn Thắng, 2006. *Giáo trình điều tra rừng*. Khoa Lâm nghiệp, Trường Đại học Nông Lâm TP. Hồ Chí Minh, trang 23 - 93.
- Nghị định 99/2010/NĐ-CP của Chính phủ ngày 24 tháng 09 năm 2010 về việc chi trả dịch vụ môi trường rừng.
- Ong J. E., Gong W. K. and Wong C. H., 2004. Allometry and partitioning of the mangrove, *Rhizophora apiculata*. *Forest Ecology and Management* 188: 395 - 408.
- Pearson T. R. H., Brown S. and Ravindranath N. H., 2005. *Integrating carbon benefit estimates into GEF Projects*. Winrock International, 64 trang.
- Sprugel D.G., 1983. Correcting for bias in log-transformed allometric equations, *Ecology* 64. Pp 209–213.
- Viên Ngọc Nam, 2010. *Phương trình sinh khối các bộ phận của loài Đước đôi (Rhizophora apiculata) ở Nam Bộ*. Bộ môn Quản lý tài nguyên rừng, Khoa Lâm nghiệp, Đại học Nông Lâm thành phố Hồ Chí Minh, 10

trang.

- Viên Ngọc Nam, 2009. *Nghiên cứu sinh khối Đà quánh (Ceriops zippeliana Blume và Cóc trắng (Lumnitzera racemosa Willd) tại Khu Dự trữ sinh quyển rừng ngập mặn Cần Giờ, Sở Khoa học và Công nghệ thành phố Hồ Chí Minh – Đại học Nông Lâm thành phố Hồ Chí Minh, 63 trang.*
- Viên Ngọc Nam, 2011. Nghiên cứu tích tụ carbon của rừng Đước đôi (*Rhizophora apiculata* Blume) trồng ở Khu Dự trữ sinh quyển rừng ngập mặn Cần Giờ, thành phố Hồ Chí Minh. *Tạp chí Nông nghiệp và PTNT*, số 18/2011, trang 78 – 83.
- Viên Ngọc Nam, 2011. Điều tra đa dạng thực vật vùng ven biển tỉnh Bạc Liêu, *Tạp chí Nông nghiệp và PTNT* số 05/2011, trang 86 - 92.

Phụ lục 1: Thống kê mô tả các nhân tố điều tra

Ô đo đếm	D _{1.3} (cm)	H (m)	N (ha)	C _{tong} (tấn/ha)	C _{th} (tấn/ha)	C _{ca} (tấn/ha)	C _{la} (tấn/ha)	CO ₂ tong (tấn/ha)	CO ₂ th (tấn/ha)	CO ₂ ca (tấn/ha)	CO ₂ la (tấn/ha)
1	7,3	5,6	3.900	31,8	19,5	10,7	1,5	116,6	71,7	39,3	5,6
2	6,5	5,2	7.100	41,2	26,1	12,8	2,3	150,9	95,6	46,9	8,5
3	5,0	4,6	11.600	37,0	24,4	10,3	2,3	135,6	89,5	37,8	8,3
4	7,3	5,5	4.700	35,7	22,2	11,6	1,9	131,0	81,4	42,7	6,9
5	5,8	4,9	7.100	31,7	20,4	9,4	1,9	116,2	74,9	34,4	6,9
6	5,4	4,7	8.200	34,2	21,9	10,4	1,9	125,4	80,4	38,2	6,8
7	6,7	5,2	6.600	45,7	28,3	15,1	2,3	167,7	103,8	55,5	8,4
8	7,2	5,4	5.800	45,0	27,8	14,9	2,3	164,9	101,9	54,7	8,3
9	6,3	5,1	6.900	37,2	23,7	11,4	2,1	136,5	86,9	41,8	7,8
10	5,0	4,5	6.600	22,6	14,8	6,5	1,3	82,9	54,1	23,9	4,9
11	4,2	4,2	14.600	30,0	20,5	7,6	1,9	110,0	75,2	27,9	6,9
12	5,1	4,6	10.100	36,1	23,5	10,5	2,1	132,2	86,0	38,5	7,7
13	6,7	5,3	6.200	41,4	25,9	13,3	2,2	151,8	94,8	48,9	8,1
14	8,2	5,7	3.900	40,1	24,3	14,0	1,8	147,0	89,1	51,3	6,6
15	7,5	5,6	5.500	42,6	26,4	14,0	2,2	156,3	96,9	51,3	8,1
16	5,6	4,8	7.100	30,4	19,6	9,0	1,8	111,6	72,0	33,0	6,6

17	6,1	5,0	7.400	39,3	24,9	12,2	2,2	144,0	91,3	44,8	7,9
18	4,6	4,4	14.100	37,2	24,9	9,9	2,3	136,2	91,3	36,5	8,5
19	5,8	4,9	7.200	33,3	21,3	10,0	1,9	122,0	78,2	36,7	7,0
20	7,2	5,5	4.900	36,9	23,0	12,0	1,9	135,3	84,2	44,0	7,1
21	6,1	5,1	8.200	42,5	27,1	13,0	2,4	156,0	99,5	47,6	8,9
22	3,9	4,0	10.700	18,8	13,0	4,6	1,2	69,1	47,8	17,0	4,3
23	3,6	3,8	10.200	15,0	10,5	3,6	0,9	55,1	38,6	13,1	3,4
24	3,6	3,8	11.400	16,4	11,5	3,9	1,0	60,1	42,2	14,2	3,7
25	3,9	3,9	10.000	29,5	18,0	11,2	0,4	108,3	65,9	41,0	1,3
26	3,5	3,7	5.600	7,3	5,2	1,7	0,4	26,8	19,0	6,2	1,6
27	3,5	3,8	8.500	11,8	8,3	2,8	0,7	43,1	30,4	10,1	2,6
28	4,1	4,1	9.400	18,6	12,7	4,7	1,2	68,3	46,6	17,4	4,2
29	6,1	11,1	8.200	42,5	27,1	13,0	2,4	156,0	99,5	47,6	8,9
30	4,8	4,5	8.600	25,0	16,6	6,9	1,5	91,7	60,9	25,2	5,6
31	5,5	4,8	8.600	35,7	23,0	10,6	2,1	130,9	84,5	38,7	7,6
32	3,9	4,0	16.400	27,9	19,4	6,8	1,7	102,4	71,0	25,1	6,4
33	3,6	3,8	10.900	15,4	10,8	3,6	0,9	56,4	39,6	13,3	3,5
34	3,9	4,0	10.700	18,8	13,0	4,6	1,2	69,1	47,8	17,0	4,3
35	3,6	3,8	10.200	15,0	10,5	3,6	0,9	55,1	38,6	13,1	3,4

36	3,6	3,8	11.400	16,4	11,5	3,9	1,0	60,1	42,2	14,2	3,7
37	3,9	3,9	10.000	29,5	18,0	11,2	0,4	108,3	65,9	41,0	1,3
38	3,5	3,7	5.600	7,3	5,2	1,7	0,4	26,8	19,0	6,2	1,6
39	3,5	3,8	8.500	11,8	8,3	2,8	0,7	43,1	30,4	10,1	2,6
40	4,1	4,1	9.400	18,6	12,7	4,7	1,2	68,3	46,6	17,4	4,2
Trung bình	5,1 ± 0,5	4,7 ± 0,4	8.550 ± 908	28,8 ± 3,6	18,6 ± 2,2	8,6 ± 1,3	1,6 ± 0,2	105 ± 13,3	68,4 ± 7,9	31,6 ± 4,8	5,8 ± 0,8

Phụ lục 2: Tương quan H – D_{1,3}

Simple Regression - H vs. D

Dependent variable: H

Independent variable: D

Double reciprocal model: $Y = 1/(a + b/X)$

Coefficients

	<i>Least Squares</i>	<i>Standard</i>	<i>T</i>	
<i>Parameter</i>	<i>Estimate</i>	<i>Error</i>	<i>Statistic</i>	<i>P-Value</i>
Intercept	0.0965108	0.00845096	11.4201	0.0000
Slope	0.590457	0.0547918	10.7764	0.0000

Analysis of Variance

<i>Source</i>	<i>Sum of Squares</i>	<i>Df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
Model	0.0489255	1	0.0489255	116.13	0.0000
Residual	0.0126389	30	0.000421298		
Total (Corr.)	0.0615644	31			

Correlation Coefficient = 0.891462

R-squared = 79.4704 percent

R-squared (adjusted for d.f.) = 78.7861 percent

Standard Error of Est. = 0.0205255

Mean absolute error = 0.0162827

Durbin-Watson statistic = 0.991717 (P=0.0005)

Lag 1 residual autocorrelation = 0.398274

The StatAdvisor

The output shows the results of fitting a double reciprocal model to describe the relationship between H and D. The equation of the fitted model is

$$H = 1/(0.0965108 + 0.590457/D)$$

Phụ lục 3: Tương quan V với D và H

Multiple Regression - ln(V)

Dependent variable: ln(V)

Independent variables:

ln(D)

ln(H)

		<i>Standard</i>	<i>T</i>	
<i>Parameter</i>	<i>Estimate</i>	<i>Error</i>	<i>Statistic</i>	<i>P-Value</i>
CONSTANT	-8.90347	0.288608	-30.8497	0.0000
ln(D)	1.68731	0.124798	13.5203	0.0000
ln(H)	0.754881	0.269322	2.8029	0.0089

Analysis of Variance

<i>Source</i>	<i>Sum of Squares</i>	<i>Df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
Model	24.3175	2	12.1587	444.61	0.0000
Residual	0.793066	29	0.0273471		
Total (Corr.)	25.1105	31			

R-squared = 96.8417 percent

R-squared (adjusted for d.f.) = 96.6239 percent

Standard Error of Est. = 0.16537

Mean absolute error = 0.124164

Durbin-Watson statistic = 1.511 (P=0.0391)

Lag 1 residual autocorrelation = 0.195441

The StatAdvisor

The output shows the results of fitting a multiple linear regression model to describe the relationship between log(V) and 2 independent variables. The equation of the fitted model is

$$\ln(V) = -8,90347 + 1,68731*\ln(D) + 0,754881*\ln(H)$$

Phụ lục 4: Tương quan Ctong với Wtongk

Simple Regression - Ctong vs. Wtongk

Dependent variable: Ctong

Independent variable: Wtongk

Multiplicative model: $Y = a * X^b$

Coefficients

	<i>Least Squares</i>	<i>Standard</i>	<i>T</i>	
<i>Parameter</i>	<i>Estimate</i>	<i>Error</i>	<i>Statistic</i>	<i>P-Value</i>
Intercept	-0.7983	0.02201	-36.28	0.0000
Slope	1.008	0.00732	137.8	0.0000

NOTE: intercept = ln(a)

Analysis of Variance

<i>Source</i>	<i>Sum of Squares</i>	<i>Df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
Model	31.76	1	31.76	18980.72	0.0000
Residual	0.0502	30	0.001673		
Total (Corr.)	31.81	31			

Correlation Coefficient = 0.9992

R-squared = 99.84 percent

R-squared (adjusted for d.f.) = 99.84 percent

Standard Error of Est. = 0.04091

Mean absolute error = 0.03428

Durbin-Watson statistic = 1.821 (P=0.2423)

Lag 1 residual autocorrelation = 0.08629

The StatAdvisor

The output shows the results of fitting a multiplicative model to describe the relationship between Ctong and Wtongk. The equation of the fitted model is

$$\text{Ctong} = \exp(-0.7983 + 1.008 * \ln(\text{Wtongk}))$$

or

$$\ln(\text{Ctong}) = -0.7983 + 1.008 * \ln(\text{Wtongk})$$

Phụ lục 5: Tương quan CO₂ tổng với các nhân tố đo đạc

Multiple Regression - CO₂total

Dependent variable: CO₂total

Independent variables:

CO₂total

D13

Gm2

Hvn

Ncay

Vm3

		<i>Standard</i>	<i>T</i>	
<i>Parameter</i>	<i>Estimate</i>	<i>Error</i>	<i>Statistic</i>	<i>P-Value</i>
CONSTANT	3.70548	2.2821	1.62372	0.1129
Gm2	6.2677	0.0775157	80.8571	0.0000
Ncay	-0.0015908	0.000176203	-9.02825	0.0000

Analysis of Variance

<i>Source</i>	<i>Sum of Squares</i>	<i>Df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
Model	66734.8	2	33367.4	3501.71	0.0000
Residual	352.569	37	9.52888		
Total (Corr.)	67087.3	39			

R-squared = 99.4745 percent

R-squared (adjusted for d.f.) = 99.4461 percent

Standard Error of Est. = 3.08689

Mean absolute error = 1.80139

Durbin-Watson statistic = 0.897451 (P=0.0000)

Lag 1 residual autocorrelation = 0.532189

Final model selected.

The StatAdvisor

The output shows the results of fitting a multiple linear regression model to describe the relationship between CO₂total and 6 independent variables. The equation of the fitted model is

$$\text{CO}_2\text{total} = 3.70548 + 6.2677 * \text{G}(\text{m}^2) - 0.0015908 * \text{N}(\text{cay})$$



Phụ hình: Bản đồ khu vực nghiên cứu và vị trí các ô đo đếm

Phụ lục 6: Thống kê mô tả các chỉ tiêu đo đếm của cấp 1

	D _{1,3} (cm)	H (m)	N (cây)	G (m ² /ha)	M (m ³ /h a)	W _{ton} gk (tấn/ ha)	W _{thk} (tấn/ ha)	W _{cak} (tấn/ha)	W _{lak} (tấn/ ha)	C _{tong} (tấn/ha)	C _{th} (tấn/ ha)	C _{ca} (tấn/ ha)	C _{la} (tấn/ ha)	CO ₂ tong (tấn/ha)	CO ₂ th (tấn/ha)	CO ₂ ca (tấn/ha)	CO ₂ la (tấn/ha)
Mean	6,4	5,5	7488	24,6	83,5	86,1	53,4	26,5	6,2	39,8	25,2	12,4	2,2	145,8	92,3	45,5	8,0
Standard Error	0,2	0,4	667	0,4	1,5	1,8	1,0	0,9	0,1	0,8	0,5	0,4	0,0	3,1	1,7	1,5	0,2
Kurtosis	-0,5	13, 7	1	-1,1	-1,2	-1,2	-1,1	-1,0	-0,5	-1,2	-1,1	-1,0	-0,1	-1,2	-1,1	-1,0	-0,1
Skewness	-0,2	3,6	1	-0,1	0,1	0,3	0,1	0,1	-0,5	0,3	0,1	0,1	-0,7	0,3	0,1	0,1	-0,7
Range	3,5	6,7	10200	5,9	19,9	21,6	12,9	11,2	1,6	10,0	6,1	5,2	0,6	36,8	22,4	19,1	2,3
Minimum	4,6	4,4	3900	21,5	73,4	77,2	47,0	21,2	5,3	35,7	22,2	9,9	1,8	130,9	81,4	36,5	6,6
Maximum	8,2	11, 1	14100	27,4	93,3	98,8	59,9	32,4	6,9	45,7	28,3	15,1	2,4	167,7	103,8	55,5	8,9
Count	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
Confidence Level(95,0%)	0,5	0,8	1422	0,9	3,3	3,8	2,1	1,9	0,3	1,8	1,0	0,9	0,1	6,5	3,6	3,2	0,4

Phụ lục 7: Thống kê mô tả các chỉ tiêu đo đếm của cấp 2

Chỉ tiêu	D _{1,3} (cm)	H (m)	N (cây)	G (m ² /h a)	M (m ³ /h a)	Wtongk (tấn/ha)	Wthk (tấn/ ha)	Wcak (tấn/ha)	Wlak (tấn/ ha)	Ctong (tấn/ha)	Cth (tấn/ ha)	Cca (tấn/ ha)	Cl (tấn/ ha)	CO ₂ tong (tấn/ha)	CO ₂ th (tấn/ha)	CO ₂ ca (tấn/ha)	CO ₂ la (tấn/ha)
Mean	5,0	4,5	9064	18,9	59,3	64,3	40,7	19,4	4,3	29,6	19,1	9,1	1,5	108,7	70,0	33,3	5,4
Standard Error	0,3	0,2	1092	0,6	3,9	2,2	1,4	1,2	0,4	1,0	0,6	0,5	0,2	3,8	2,3	2,0	0,6
Kurtosis	0,4	0,0	1	-0,3	-0,4	0,6	0,1	-1,7	0,7	0,6	0,3	-1,7	1,0	0,6	0,3	-1,7	1,0
Skewness	0,7	0,5	1	-0,7	-1,0	-0,9	-0,8	-0,3	-1,4	-0,9	-0,8	-0,3	-1,5	-0,9	-0,8	-0,3	-1,5
Range	3,4	1,7	12500	6,9	36,0	25,0	15,2	10,1	3,8	11,6	7,2	4,7	1,6	42,5	26,3	17,1	5,7
Minimum	3,9	3,9	3900	14,6	36,6	49,2	31,5	13,9	1,6	22,6	14,8	6,5	0,4	82,9	54,1	23,9	1,3
Maximum	7,3	5,6	16400	21,6	72,6	74,2	46,7	24,0	5,4	34,2	21,9	11,2	1,9	125,4	80,4	41,0	7,0
Count	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
Confidence Level(95.0%)	0,7	0,4	2432,5	1,4	8,8	4,9	3,0	2,6	0,9	2,3	1,4	1,2	0,4	8,4	5,2	4,5	1,4

Phụ lục 8: Thống kê mô tả các chỉ tiêu đo đếm của cấp 3

	D _{1.3} (cm)	H (m)	N (cây)	G (m ² /ha)	M (m ³ /ha)	Wtongk (tấn/ha)	Wthk (tấn/ha)	Wcak (tấn/ha)	Wlak (tấn/ha)	Ctong (tấn/ha)	Cth (tấn/ ha)	Cca (tấn/ /ha)	Cl (tấn/ ha)	CO ₂ tong (tấn/ ha)	CO ₂ th (tấn/ ha)	CO ₂ ca (tấn/ ha)	CO ₂ la (tấn/ ha)
Mean	3,7	3,9	9423	10,5	34,0	32,2	22,1	7,5	2,6	14,7	10,3	3,6	0,9	54,0	37,6	13,0	3,3
Standard Error	0,1	0,0	539	0,8	2,6	2,5	1,6	0,6	0,2	1,1	0,8	0,3	0,1	4,1	2,8	1,1	0,3
Kurtosis	-0,9	-1,1	1	-0,1	-0,2	-0,3	-0,1	-0,5	-0,3	-0,3	-0,2	-0,5	-0,3	-0,3	-0,2	-0,5	-0,3
Skewness	0,9	0,8	-1	-1,0	-0,9	-0,9	-1,0	-0,6	-0,8	-0,9	-1,0	-0,7	-0,8	-0,9	-1,0	-0,7	-0,8
Range	0,6	0,4	5800	8,0	26,4	25,2	16,9	6,5	2,1	11,5	7,9	3,1	0,7	42,2	28,8	11,2	2,7
Minimum	3,5	3,7	5600	5,3	17,0	16,1	11,2	3,6	1,3	7,3	5,2	1,7	0,4	26,8	19,0	6,2	1,6
Maximum	4,1	4,1	1140 0	13,3	43,4	41,2	28,1	10,1	3,3	18,8	13,0	4,7	1,2	69,1	47,8	17,4	4,3
Count	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
Confidence Level(95.0%)	0,1	0,1	1175	1,7	5,6	5,4	3,6	1,4	0,4	2,5	1,7	0,6	0,2	9,0	6,1	2,4	0,6

Một số hình ảnh tập huấn và đo đếm ngoài thực địa



Hình 1: Tập huấn đo đạc carbon



Hình 2: Đo đường kính thân cây



Hình 3: Cắt khúc cây tiêu chuẩn



Hình 4: Ngắt lá



Hình 5: Cân thân cây tươi



Hình 6: Cân cành tươi



Hình 7: Đo đếm trong ô



Hình 8: Tách các bộ phận của cây



Hình 9: Lập ô đo đếm



Hình 10: Đo đường kính thân cây



Hình 11: Ghi vị trí ô đo đếm



Hình 12: Lấy mẫu về phân tích

Imprint

Published by the

Deutsche Gesellschaft für
Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Registered offices

Bonn and Eschborn, Germany

Sustainable Management of Coastal Forest Ecosystems in
Bac Lieu Province

215, 23/8 Street, Ward 8
Bac Lieu City
Bac Lieu Province, Viet Nam

As at

November 2012

Photo credits

© GIZ

Text

Viên Ngọc Nam
Lê Hoàng Vũ

GIZ is responsible for the content of this publication.

On behalf of the

Federal Ministry for the Environment, Nature
Conservation,
Building and Nuclear Safety of the Federal Republic of
Germany.