

# MỤC LỤC

Lời nói đầu.....	5
Lời cảm ơn.....	7
Danh mục bảng biểu.....	18
Danh mục hình, biểu đồ.....	21
Danh mục ngữ nghĩa của chữ, ký hiệu viết tắt.....	27

## MỞ ĐẦU

<b>1. Đặt vấn đề .....</b>	<b>33</b>
<b>2. Tổng quan vấn đề nghiên cứu hấp thụ CO<sub>2</sub> của rừng để tham gia chương trình REDD<sup>+</sup> .....</b>	<b>36</b>
2.1. Chương trình REDD <sup>+</sup> .....	36
2.2. Cơ sở đo tính, giám sát khí phát thải gây hiệu ứng nhà kính từ suy thoái và mất rừng .....	39
2.3. Giám sát hấp thụ và phát thải CO <sub>2</sub> từ 5 bể chứa carbon rừng .....	44
2.3.1. Bể chứa carbon của sinh khối trên mặt đất (Above ground biomass – AGB).....	44
2.3.2. Ước tính sinh khối và carbon thực vật phần dưới mặt đất (Below ground biomass – BGB).....	58
2.3.3. Ước tính sinh khối gỗ chết (Dead Wood – DW).....	59
2.3.4. Ước tính sinh khối, carbon trong thảm mục (Litter) .....	59
2.3.5. Ước tính lượng carbon hữu cơ trong đất (Soil Organic Carbon – SOC).....	60
2.4. Viễn thám và GIS trong giám sát thay đổi sử dụng rừng (Activity Data) và bể chứa carbon .....	61

2.4.1. Viễn thám trong phân loại rừng, giám sát thay đổi diện tích rừng và bể chứa carbon rừng.....	61
2.4.2. Hệ thống GIS trong quản lý tài nguyên rừng và trữ lượng carbon .....	70
2.5. Đo tính giám sát carbon rừng có sự tham gia của cộng đồng (PCM) và chi trả dịch vụ môi trường từ REDD <sup>+</sup> .....	73
2.6. Thảo luận .....	75
<b>3. Đối tượng và đặc điểm khu vực nghiên cứu .....</b>	<b>80</b>
3.1. Vị trí địa lý khu vực nghiên cứu.....	80
3.2. Đối tượng nghiên cứu.....	81
3.2.1. Sinh khối và carbon rừng nghiên cứu .....	81
3.2.2. Kiểu rừng, trạng thái rừng, loài cây nghiên cứu.....	82
3.2.3. Ảnh viễn thám.....	82
3.3. Đặc điểm khu vực nghiên cứu.....	83
3.3.1. Đất đai, địa hình .....	83
3.3.2. Khí hậu, thủy văn .....	83
3.3.3. Tài nguyên rừng lá rộng thường xanh ở Tây Nguyên.....	84
3.3.4. Chương trình REDD <sup>+</sup> ở Tây Nguyên .....	86
<b>4. Mục tiêu và nội dung nghiên cứu .....</b>	<b>86</b>
4.1. Mục tiêu nghiên cứu .....	86
4.2. Nội dung nghiên cứu.....	87
<b>5. Phương pháp nghiên cứu .....</b>	<b>88</b>
5.1. Phương pháp luận, cách tiếp cận nghiên cứu .....	88
5.2. Phương pháp nghiên cứu cụ thể .....	88

5.2.1. Phương pháp thu thập, phân tích, xử lý số liệu để lập mô hình allometric equation ước tính sinh khối và carbon cho cây rừng, lâm phần .....	90
5.2.2. Phương pháp ước tính sinh khối, carbon lâm phần.....	112
5.2.3. Phương pháp nghiên cứu ứng dụng ảnh viễn thám và GIS để ước lượng, giám sát sinh khối, carbon rừng.....	113

## Chương 1

# MÔ HÌNH ƯỚC TÍNH SINH KHỐI VÀ CARBON CÂY RỪNG

<b>1. Khối lượng thể tích gỗ theo loài – một biến số trong mô hình ước tính sinh khối, carbon.....</b>	<b>122</b>
<b>2. Mô hình ước tính sinh khối và carbon ở các bộ phận cây trên mặt đất.....</b>	<b>124</b>
2.1. Mô hình ước tính sinh khối và carbon trong thân cây gỗ .....	125
2.2. Mô hình ước tính sinh khối và carbon trong cành cây gỗ .....	127
2.3. Mô hình ước tính sinh khối và carbon trong lá cây rừng .....	129
2.4. Mô hình ước tính sinh khối và carbon trong vỏ cây rừng .....	130
<b>3. Mô hình ước tính sinh khối và carbon phần trên mặt đất cây rừng (agb, c(agb)).....</b>	<b>134</b>
<b>4. Mô hình ước tính sinh khối và carbon phần dưới mặt đất (trong rễ cây rừng) (bgb, c(bgb)).....</b>	<b>144</b>
<b>5. Mô hình chuyển đổi giữa sinh khối, carbon nhân tố điều tra cây cá thể.....</b>	<b>148</b>

## Chương 2

# MÔ HÌNH ƯỚC TÍNH SINH KHỐI VÀ CARBON LÂM PHẦN

<b>1. Phân cấp chiều cao để ước tính sinh khối, carbon lâm phần</b> .....	152
<b>2. Ước tính carbon hữu cơ trong đất (SOC)</b> .....	155
<b>3. Ước tính sinh khối và carbon trong thảm mục, thảm tươi, gỗ chết</b> .....	158
3.1. Ước tính sinh khối và carbon trong thảm tươi cho lâm phần .....	158
3.2. Ước tính sinh khối và carbon trong thảm mục cho lâm phần .....	160
3.3. Ước tính sinh khối và carbon trong gỗ chết (Deadwood - DW) cho lâm phần.....	161
<b>4. Mô hình ước tính sinh khối và carbon lâm phần và mối quan hệ với các nhân tố sinh thái</b> .....	162
<b>5. Cấu trúc sinh khối và carbon lâm phần</b> .....	169
5.1. Phân cấp sinh khối lâm phần .....	170
5.2. Cấu trúc phân bố sinh khối và carbon tích lũy trong cây rừng trên và dưới mặt đất.....	174
<b>6. Dự báo tăng trưởng sinh khối và hấp thụ CO<sub>2</sub> của lâm phần</b> .....	182

## Chương 3

# VIỄN THÁM VÀ GIS TRONG ƯỚC TÍNH - GIÁM SÁT SINH KHỐI VÀ CARBON RỪNG

<b>1. Ứng dụng ảnh vệ tinh trong ước tính và giám sát sinh khối, carbon rừng</b> .....	192
1.1. Hiệu chỉnh hình học ảnh, phân loại ảnh thành vùng có rừng và không có rừng tự nhiên .....	192
1.1.1. Hiệu chỉnh hình học ảnh.....	192

1.1.2. Phân loại vùng có rừng và không rừng.....	193
1.2. Phân loại ảnh vệ tinh bằng phương pháp phi giám định và lập mối quan hệ sinh khối, carbon rừng với các lớp phân loại.....	194
1.3. Phân tích hồi quy giữa sinh khối rừng với giá trị ảnh (DN) .....	200
1.3.1. Tạo cơ sở dữ liệu quan hệ giữa sinh khối từ ô mẫu với giá trị các band phổ.....	201
1.3.2. Phân tích hồi quy giữa giá trị ảnh và sinh khối đo tính trên ô mẫu .....	203
1.3.3. Thành lập bản đồ theo cấp sinh khối rừng.....	204
1.4. Phân loại ảnh có giám định để phân chia rừng theo cấp sinh khối.....	208
1.4.1. Phân chia cấp sinh khối TAGTB .....	208
1.4.2. Phân loại ảnh có giám định theo 3 cấp sinh khối.....	209
1.4.3. Đánh giá độ tin cậy của phân loại ảnh theo cấp sinh khối bằng phương pháp giám định.....	213
<b>2. Ứng dụng gis trong quản lý, giám sát sinh khối carbon rừng.....</b>	<b>214</b>

#### Chương 4

### HỆ THỐNG MÔ HÌNH VÀ CÔNG NGHỆ ĐO TÍNH, GIÁM SÁT CARBON RỪNG ĐỂ THAM GIA CHƯƠNG TRÌNH REDD<sup>+</sup>

<b>1. Phân loại rừng theo cấp sinh khối bằng ảnh vệ tinh .....</b>	<b>223</b>
1.1. Phân khối rừng và xác định diện tích.....	223
1.2. Phân khối rừng, xác định diện tích và sinh khối cây gỗ trên mặt đất (TAGTB).....	225
<b>2. Thiết kế ô mẫu .....</b>	<b>226</b>

2.1. Hình dạng và kích thước ô mẫu .....	227
2.2. Số ô mẫu cần thiết và cách bố trí .....	228
2.3. Điều tra nhanh lâm phần.....	230
<b>3. Lựa chọn sử dụng các hàm allometric equations của cây, lâm phần và hàm chuyển đổi từ nhân tố điều tra rừng sang carbon rừng .....</b>	<b>231</b>
3.1. Trường hợp đo tính carbon rừng có sự tham gia của cộng đồng.....	231
3.2. Trường hợp đo tính carbon rừng bởi nhân viên kỹ thuật lâm nghiệp.....	233
3.3. Trường hợp ước tính nhanh sinh khối, carbon rừng .....	234
3.4. Trường hợp ước tính sinh khối và carbon lâm phần thông qua bản đồ phân cấp TAGTB .....	236
<b>4. Quản lý cơ sở dữ liệu, bản đồ về biến động CO<sub>2</sub> trong GIS .....</b>	<b>236</b>
Kết luận và kiến nghị .....	238
Kết luận.....	238
Kiến nghị.....	244
Tài liệu tham khảo .....	245
Phụ lục.....	257
<b>Phụ lục 1: Danh mục thực vật thân gỗ trong các lâm phần nghiên cứu .....</b>	<b>257</b>
<b>Phụ lục 2: Khối lượng thể tích gỗ các loài nghiên cứu .....</b>	<b>269</b>
<b>Phụ lục 3: Bộ dữ liệu sinh khối của 4 bộ phận cây trên mặt đất theo nhân tố điều tra cây rừng.....</b>	<b>274</b>
<b>Phụ lục 4: Bộ dữ liệu carbon trong 4 bộ phận của cây trên mặt đất theo nhân tố điều tra cây rừng.....</b>	<b>281</b>
<b>Phụ lục 5: Bộ dữ liệu sinh khối cây trên mặt đất (AGB) với các nhân tố điều tra cây rừng .....</b>	<b>285</b>

<b>Phụ lục 6:</b> Bộ dữ liệu AGB có gắn biến Ca và các nhân tố điều tra cây rừng .....	292
<b>Phụ lục 7:</b> Bộ dữ liệu carbon cây trên mặt đất C(AGB) với các nhân tố điều tra cây rừng .....	297
<b>Phụ lục 8:</b> Dữ liệu carbon trên mặt đất C(AGB) với biến DBH, H, WD, Ca .....	301
<b>Phụ lục 9:</b> Bộ dữ liệu sinh khối dưới mặt đất (BGB) với các nhân tố điều tra cây rừng .....	305
<b>Phụ lục 10:</b> Bộ dữ liệu carbon dưới mặt đất C(BGB) với các nhân tố điều tra cây rừng .....	310
<b>Phụ lục 11:</b> Bộ dữ liệu C(AGB), AGB và V .....	313
<b>Phụ lục 12:</b> Bộ dữ liệu AGB và BGB .....	318
<b>Phụ lục 13:</b> Bộ dữ liệu C(BGB) và BGB .....	322
<b>Phụ lục 14:</b> Bộ dữ liệu C(BGB) và BGB .....	325
<b>Phụ lục 15:</b> Bộ dữ liệu H/DBH .....	327
<b>Phụ lục 16:</b> Bộ dữ liệu V theo DBH và H .....	329
<b>Phụ lục 17:</b> Dữ liệu dung trọng và carbon đất (SOC) các ô nghiên cứu .....	338
<b>Phụ lục 18:</b> Dữ liệu SOC với các nhân tố sinh thái.....	343
<b>Phụ lục 19:</b> Dữ liệu sinh khối và carbon của thảm mục thảm tươi, gỗ chết ở các lâm phần .....	344
<b>Phụ lục 20:</b> Giá trị sinh khối, carbon và điều tra lâm phần của các ô nghiên cứu .....	346
<b>Phụ lục 21:</b> Dữ liệu tổng lượng carbon lâm phần và các nhân tố sinh thái ở các ô mẫu nghiên cứu.....	352
<b>Phụ lục 22:</b> Dữ liệu tuổi cây theo DBH và H.....	358
<b>Phụ lục 23:</b> Dữ liệu 61 ô mẫu sử dụng lập quan hệ sinh khối, carbon trên mặt đất với chỉ số ảnh vệ tinh SPOT5.....	360

<b>Phụ lục 24:</b> Dữ liệu TAGTB theo phân cấp ảnh tự động 3 lớp .....	366
<b>Phụ lục 25:</b> Dữ liệu TAGTB với các chỉ số DN của 4 band ảnh SPOT .....	368

## DANH MỤC BẢNG BIỂU

<b>Bảng 0.1:</b> Diện tích rừng hiện tại của Tây Nguyên so với cả nước.....	85
<b>Bảng 0.2:</b> Thông tin vị trí và trạng thái rừng của ô mẫu nghiên cứu.....	93
<b>Bảng 0.3:</b> Các mô hình một biến được sử dụng để dò tìm hàm tối ưu.....	109
<b>Bảng 1.1:</b> Biến động và ước lượng khoảng WD các loài chủ yếu của rừng lá rộng thường xanh.....	123
<b>Bảng 1.2:</b> Mô hình ước tính sinh khối thân cây theo các biến số .....	125
<b>Bảng 1.3:</b> Mô hình ước tính carbon tích lũy trong thân cây theo các biến số.....	126
<b>Bảng 1.4:</b> Mô hình ước tính sinh khối trong cành cây rừng theo các biến số.....	128
<b>Bảng 1.5:</b> Mô hình ước tính carbon trong cành cây rừng theo các biến số .....	128
<b>Bảng 1.6:</b> Mô hình ước tính sinh khối lá theo các biến số .....	129
<b>Bảng 1.7:</b> Mô hình ước tính carbon trong lá theo các biến số .....	130
<b>Bảng 1.8:</b> Mô hình ước tính sinh khối vỏ cây theo các biến số .....	131
<b>Bảng 1.9:</b> Mô hình ước tính carbon trong vỏ cây theo các biến số .....	131



<b>Bảng 1.10:</b> Lượng carbon/CO <sub>2</sub> tích lũy trong 4 bộ phận cây trên mặt đất .....	133
<b>Bảng 1.11:</b> Mô hình ước tính sinh khối cây rừng trên mặt đất với các biến số.....	135
<b>Bảng 1.12:</b> So sánh mô hình ước lượng AGB theo DBH của Brown (1997) và mô hình được xây dựng trong đề tài.....	139
<b>Bảng 1.13:</b> Mô hình ước tính carbon cây gỗ phần trên mặt đất với các biến số.....	141
<b>Bảng 1.14:</b> Tỷ lệ C(AGB)/AGB.....	144
<b>Bảng 1.15:</b> Mô hình ước tính sinh khối rễ cây theo các biến số.....	145
<b>Bảng 1.16:</b> Mô hình ước tính carbon tích lũy trong rễ cây với các biến số.....	146
<b>Bảng 1.17:</b> Carbon tích lũy và CO <sub>2</sub> hấp thụ của cây rừng theo cấp kính.....	147
<b>Bảng 1.18:</b> Mô hình ước tính gián tiếp sinh khối và carbon thông qua sinh khối/carbon dễ đo tính.....	148
<b>Bảng 1.19:</b> Mô hình ước tính sinh khối, carbon cây trên mặt đất với thể tích cây .....	149
<b>Bảng 1.20:</b> Mô hình ước tính các nhân tố điều tra cây cá thể.....	150
<b>Bảng 2.1:</b> Trung bình và biến động SOC rừng thường xanh Tây Nguyên.....	156
<b>Bảng 2.2:</b> Mô hình quan hệ SOC với các nhân tố sinh thái, sinh khối rừng .....	157
<b>Bảng 2.3:</b> Trung bình và biến động sinh khối và carbon trong thảm tươi.....	159
<b>Bảng 2.4:</b> Trung bình và biến động sinh khối và carbon trong thảm mục .....	160
<b>Bảng 2.5:</b> Trung bình và biến động sinh khối và carbon trong gỗ chết.....	161

<b>Bảng 2.6:</b> Mô hình quan hệ sinh khối và carbon lâm phần .....	164
<b>Bảng 2.7:</b> Mô hình ước tính sinh khối cây gỗ trên mặt đất theo nhân tố điều tra lâm phần.....	165
<b>Bảng 2.8:</b> Mô hình ước tính sinh khối cây gỗ dưới mặt đất theo nhân tố điều tra lâm phần.....	166
<b>Bảng 2.9:</b> Mô hình ước tính tổng sinh khối cây gỗ trên và dưới mặt đất theo nhân tố điều tra lâm phần....	166
<b>Bảng 2.10:</b> Mô hình ước tính tổng sinh khối 4 bể chứa và dưới mặt đất theo nhân tố điều tra lâm phần ...	167
<b>Bảng 2.11:</b> Mô hình ước tính tổng carbon cây gỗ trên mặt đất theo nhân tố điều tra lâm phần.....	167
<b>Bảng 2.12:</b> Mô hình ước tính tổng carbon cây gỗ dưới mặt đất theo nhân tố điều tra lâm phần.....	168
<b>Bảng 2.13:</b> Mô hình ước tính tổng carbon thực vật (4 bể chứa) theo nhân tố điều tra lâm phần ....	168
<b>Bảng 2.14:</b> Mô hình ước tính tổng carbon 5 bể chứa theo nhân tố điều tra lâm phần .....	169
<b>Bảng 2.15:</b> Mô hình quan hệ tổng carbon 5 bể chứa theo nhân tố sinh thái, sinh khối cây gỗ trên mặt đất .....	169
<b>Bảng 2.16:</b> Đặc trưng và biến động TAGTB của các lâm phần .....	171
<b>Bảng 2.17:</b> Phân chia cấp sinh khối TAGTB.....	172
<b>Bảng 2.18:</b> Phân tích ANOVA về sự sai khác các cấp sinh khối.....	172
<b>Bảng 2.19:</b> Phân cấp sinh khối TAGTB và quan hệ với M...	174
<b>Bảng 2.20:</b> Cấu trúc sinh khối và carbon ở lâm phần cấp sinh khối 1 – cấp H III .....	175
<b>Bảng 2.21:</b> Cấu trúc sinh khối và carbon ở lâm phần cấp sinh khối 2 – cấp H II.....	176

<b>Bảng 2.22:</b> Cấu trúc sinh khối và carbon ở lâm phần cấp sinh khối 3 – cấp H I .....	178
<b>Bảng 2.23:</b> Lượng Carbon và CO <sub>2</sub> hấp thụ trong 3 lâm phần đại diện sinh khối và năng suất.....	180
<b>Bảng 2.24:</b> Hấp thụ CO <sub>2</sub> rừng lá rộng thường xanh Tây Nguyên và giá trị môi trường .....	182
<b>Bảng 2.25:</b> Mô hình ước tính A theo DBH và H .....	185
<b>Bảng 2.26:</b> Tăng trưởng sinh khối và carbon cây gỗ trên và dưới mặt đất ở cấp sinh khối 2 – cấp H II .	186
<b>Bảng 2.27:</b> Tăng trưởng sinh khối, carbon và hấp thụ CO <sub>2</sub> trên các đơn vị phân loại rừng lá rộng thường xanh vùng Tây Nguyên.....	188
<b>Bảng 2.28:</b> Hấp thụ CO <sub>2</sub> theo cấp sinh khối và cấp H rừng lá rộng thường xanh vùng Tây Nguyên ...	197
<b>Bảng 3.1:</b> Đánh giá biến động của ước lượng sinh khối trên mặt đất (TAGTB) theo 3 lớp phân chia phi giám định với các ô độc lập.....	197
<b>Bảng 3.2:</b> Đánh giá biến động của ước lượng trung bình sinh khối trên mặt đất (TAGTB) theo 3 lớp ảnh phân chia phi giám định .....	199
<b>Bảng 3.3:</b> Kết quả đánh giá sai khác S % giữa giá trị TAGTB quan sát với ước lượng được trên ảnh qua mô hình ..	208
<b>Bảng 3.4:</b> Phân cấp TAGTB .....	209
<b>Bảng 3.5:</b> Tổng hợp sinh khối, carbon và CO <sub>2</sub> hấp thụ khu vực Tuy Đức, tỉnh Đắk Nông (Năm 2012) ...	219

## DANH MỤC HÌNH, BIỂU ĐỒ

<b>Hình 0.1:</b> Tiếp cận của IPCC để tính toán phát thải/hấp thụ khí nhà kính trong lâm nghiệp .....	43
<b>Hình 0.2:</b> Ô mẫu tròn phân tầng theo cấp kính áp dụng ở Hoa Kỳ (Pearson và cộng sự, 2007).....	46

<b>Hình 0.3:</b> Bản đồ khu vực nghiên cứu .....	81
<b>Hình 0.3:</b> Sơ đồ tiếp cận nghiên cứu.....	90
<b>Hình 0.4:</b> Sơ đồ thiết kế ô mẫu phân chia theo cấp kính cây rừng và các bể chứa carbon rừng .....	91
<b>Hình 0.5:</b> Bản đồ phân bố ô mẫu nghiên cứu trên rừng lá rộng thường xanh vùng Tây Nguyên .....	92
<b>Hình 0.6:</b> Thu thập và cân sinh khối gỗ chết, thảm mục.....	96
<b>Hình 0.7:</b> Xác định dung trọng đất tươi bằng ống dung trọng và cân điện tử – lấy mẫu đất.....	97
<b>Hình 0.8:</b> Chặt hạ cây, phân tách các bộ phận và đào rễ cây.....	98
<b>Hình 0.9:</b> Phân chia cây chặt hạ thành 5 đoạn bằng nhau để xác định thể tích .....	99
<b>Hình 0.10:</b> Cân khối lượng tươi 5 bộ phận cây chặt hạ.....	99
<b>Hình 0.11:</b> Xác định khối lượng thể tích gỗ, vỏ tươi ngay trong rừng .....	100
<b>Hình 0.12:</b> Lấy mẫu 5 bộ phận bằng cân điện tử.....	101
<b>Hình 0.13:</b> Phân tích trong phòng thí nghiệm xác định khối lượng thể tích gỗ, sinh khối và carbon.....	102
<b>Hình 0.14:</b> Biểu đồ đánh giá sự thích hợp và tin cậy của mô hình lựa chọn .....	108
<b>Hình 0.15:</b> Các tiêu chuẩn thống kê để lựa chọn biến số và hàm tối ưu.....	112
<b>Hình 0.16:</b> Ô mẫu hình tròn phân tầng theo cấp kính.....	115
<b>Hình 1.1:</b> Ma trận đám mây điểm quan hệ giữa WD chung các loài với DBH và H .....	123
<b>Hình 1.2:</b> Quan hệ giá trị dự báo Cst với quan sát theo mô hình 3 biến DBH, H và WD hoặc chỉ với DBH.....	126
<b>Hình 1.3:</b> Quan hệ giữa giá trị ước lượng sinh khối và carbon tích lũy trong vỏ qua mô hình với thực tế .....	132

<b>Hình 1.4:</b> Tỷ lệ carbon tích lũy trung bình trong 4 bộ phận cây trên mặt đất .....	133
<b>Hình 1.5:</b> Quan hệ AGB với các biến số khác nhau .....	136
<b>Hình 1.6:</b> So sánh sự phù hợp của các mô hình trong đề tài với mô hình của Brown (1997) và Chave (2005) .....	138
<b>Hình 1.7:</b> Quan hệ giá trị dự báo AGB với quan sát và biến động phần dư (residual) của mô hình 4 biến $\log(\text{AGB}) = f(\log(\text{DBH}), \log(\text{H}), \log(\text{Ca}), \log(\text{WD}))$ ..	140
<b>Hình 1.8:</b> Quan hệ giá trị ước tính C(AGB) qua mô hình có biến số khác nhau với giá trị quan sát.....	143
<b>Hình 1.9:</b> Tỷ lệ carbon tích lũy trung bình trong 5 bộ phận cây rừng.....	147
<b>Hình 2.1:</b> Quan hệ H/DBH.....	153
<b>Hình 2.2:</b> Đường cong và biểu cấp chiều cao.....	154
<b>Hình 2.3:</b> Kiểm nghiệm sự phù hợp của họ đường cong cấp chiều cao .....	154
<b>Hình 2.4:</b> Phân bố sinh khối trên và dưới mặt đất theo cấp DBH lâm phần cấp sinh khối 1 – cấp H III.....	176
<b>Hình 2.5:</b> Phân bố sinh khối trên và dưới mặt đất theo cấp DBH lâm phần cấp sinh khối 2 – cấp H II .....	177
<b>Hình 2.6:</b> Phân bố sinh khối trên và dưới mặt đất theo cấp DBH lâm phần cấp sinh khối 3 – cấp H I.....	179
<b>Hình 2.7:</b> Tỷ lệ trung bình % C ở các bể chứa trong rừng lá rộng thường xanh Tây Nguyên .....	181
<b>Hình 2.8:</b> Quan hệ $A = f(\text{DBH}, \text{H})$ .....	183
<b>Hình 2.9:</b> Hấp thụ CO <sub>2</sub> (tấn/ha/năm) rừng lá rộng thường xanh theo cấp sinh khối và cấp chiều cao .....	187
<b>Hình 3.1:</b> Hiệu chỉnh hình học ảnh vệ tinh: a) ảnh trước khi hiệu chỉnh; b) ảnh sau khi hiệu chỉnh.....	193

<b>Hình 3.2:</b> Mặt nạ lớp dữ liệu (1: có dữ liệu rừng; 2: không có dữ liệu).....	194
<b>Hình 3.3:</b> Cài đặt thông số phân chia thành 3 lớp với 50 pixel/class trong ENVI .....	195
<b>Hình 3.4:</b> Phân loại phi giám định rừng thành 4 lớp khác nhau trong ENVI .....	195
<b>Hình 3.5:</b> Diện tích và TAGTB cho từng lớp tính trong ArcGIS trên cơ sở phân loại phi giám định .....	199
<b>Hình 3.6:</b> Bản đồ sinh khối rừng giải đoán từ ảnh SPOT theo phương pháp phân loại phi giám định và quan hệ với sinh khối rừng.....	200
<b>Hình 3.7:</b> Tạo vùng đệm buffer cho ô mẫu trên phần mềm ArcGIS.....	201
<b>Hình 3.8:</b> Chồng các ô mẫu lên ảnh với bán kính 17.84 m...	202
<b>Hình 3.9:</b> Chuyển các ô mẫu trên ảnh thành dữ liệu ASCII ..	202
<b>Hình 3.10:</b> Lập mô hình tạo ảnh sinh khối rừng Erdas.....	204
<b>Hình 3.11:</b> Chạy mô hình quan hệ TAGTB = f(B4) để tạo pixel ảnh theo sinh khối.....	205
<b>Hình 3.12:</b> Pixel ảnh đã được gán giá trị TAGTB (tấn/ha) thông qua mô hình.....	206
<b>Hình 3.13:</b> Công cụ phân tích thành 3 cấp TAGTB (tấn/ha) trong ArcGIS .....	206
<b>Hình 3.14:</b> Ảnh phân 3 cấp TAGTB trong ArcGIS .....	207
<b>Hình 3.15:</b> Bản đồ vector 3 cấp sinh khối rừng trên mặt đất .....	207
<b>Hình 3.16:</b> Ảnh đã được phân loại giám định thành 3 cấp sinh khối .....	212
<b>Hình 3.17:</b> Ma trận đánh giá độ tin cậy của phân loại rừng có giám định theo sinh khối .....	213
<b>Hình 3.18:</b> Cơ sở dữ liệu đầu vào từ phân loại ảnh vệ tinh được quản lý trong ArcGIS.....	216

<b>Hình 3.19:</b> Các trường dữ liệu sinh khối, carbon, CO <sub>2</sub> được mở trong ArcGIS .....	216
<b>Hình 3.20:</b> Tính dữ liệu TBGTB thông qua mô hình với biến TAGTB .....	217
<b>Hình 3.21:</b> Cơ sở dữ liệu, sinh khối và CO <sub>2</sub> hấp thụ trong một khu vực .....	217
<b>Hình 3.22:</b> Bản đồ phân cấp carbon rừng khu vực Tuy Đức, Đắk Nông.....	218
<b>Hình 3.23:</b> Bản đồ phân cấp carbon rừng (3 cấp phóng to) .	
<b>Hình 4.1:</b> Các tiến trình đo tính, giám sát sinh khối, carbon rừng và CO <sub>2</sub> .....	219
<b>Hình 4.2:</b> Bản đồ phân 3 lớp rừng và diện tích tương ứng....	223
<b>Hình 4.3:</b> Bản đồ cấp sinh khối và dữ liệu TAGTB bình quân theo cấp.....	224
<b>Hình 4.4:</b> Ô mẫu tròn phân tầng theo cấp kính.....	226
<b>Hình 4.5:</b> Ô mẫu được bố trí ngẫu nhiên trên bản đồ (vùng dự án REDD SNV Cát Tiên và Bảo Lâm).....	227
<b>Hình 4.6:</b> Cập nhật dữ liệu tổng carbon rừng khi TAGTB thay đổi thông qua kết hợp allometric equations trong ArcGIS.....	237