

NGHIÊN CỨU BIẾN ĐỘNG CẤU TRÚC VÀ CHẤT LƯỢNG RỪNG TRỒNG SA MỘC THEO TUỔI TẠI HUYỆN SI MA CAI, TỈNH LÀO CAI

Dương Văn Huy¹, Bùi Mạnh Hưng²

^{1,2}Trường Đại học Lâm nghiệp

TÓM TẮT

Qua phân tích kết quả cho thấy cả đường kính ngang ngực và chiều cao của cây rừng đều tăng theo tuổi, đường kính trung bình của các cấp tuổi lần lượt là 8,73 cm, 16,75 cm và 23,40 cm. Sự khác biệt về đường kính và chiều cao giữa các cấp tuổi là rất rõ rệt, bởi lẽ Sig của mô hình tuyến tính hỗn hợp đều nhỏ hơn 0,05. Phân bố Weibull có thể mô phỏng tốt cho phân bố tần số cả đường kính và chiều cao. Ở cấp tuổi cao hơn mức độ phù hợp của hàm Weibull giảm xuống. Mỗi quan hệ giữa đường kính và chiều cao ở tuổi 5 có thể mô phỏng tốt nhất bằng hàm S, tuổi 10 là hàm bậc 3 (Cubic) và tuổi 15 là hàm mũ (Power). Ở cả 3 cấp tuổi thì đường kính ngang ngực có ảnh hưởng lớn nhất đến chất lượng cây rừng, sau đó mới đến các nhân tố khác. Hệ số ảnh hưởng trực tiếp đều lớn hơn nhiều so với hệ số ảnh hưởng gián tiếp. Khi tuổi cây rừng tăng thì hệ số ảnh hưởng gián tiếp có xu hướng giảm dần, rừng đi vào ổn định. Tỷ lệ cây có chất lượng tốt của rừng 15 tuổi là cao nhất (46,8%), sau đó đến tuổi 10 (34,3%) và cuối cùng là tuổi 5 (29,2%). Chất lượng cây rừng giữa ba cấp tuổi có sự khác biệt rõ rệt.

Từ khóa: Cấu trúc rừng, chất lượng cây rừng, mô hình tuyến tính hỗn hợp, phân tích thành phần chính.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Cấu trúc rừng đóng một vai trò quan trọng trong nghiên cứu Lâm nghiệp, đặc biệt là cấu trúc rừng trồng. Trước hết, cấu trúc rừng trồng sẽ phản ánh không gian dinh dưỡng cá thể của cây đơn lẻ, một yếu tố ảnh hưởng quan trọng tới sinh trưởng của cây rừng (F.B. Golley, 1991). Cấu trúc rừng phức tạp hơn sẽ làm phong phú nơi ở cho các loài động vật và côn trùng. Cấu trúc rừng là chìa khóa để chúng ta hiểu biết hơn về các chức năng của các hệ sinh thái (Frans Bongers, 2001; Bui Manh Hung, 2016). Cấu trúc rừng cũng sẽ ảnh hưởng trực tiếp tới đa dạng sinh học các loài sống trong khu rừng, kiểm soát xói mòn, lượng nước trong rừng và sinh khối carbon trong rừng (Rubén Valbuena, 2015).

Sa mộc (*Cunminghamia lanceolata* Lamb. Hook.) là một loài cây thuộc họ Bụt mộc (Taxodiaceae) (Phạm Hoàng Hộ, 2003). Sa mộc phân bố tự nhiên ở những khu vực có độ cao từ 1.000 - 2.000 m so với mặt nước biển thuộc Trung Quốc, Campuchia, Việt Nam, Lào và Malaysia trong những khu rừng hỗn loài thường xanh hoặc rụng lá theo mùa. Sa mộc thường dùng làm cây trang trí, được trồng phân tán ở các công viên và khu vực có không gian rộng. Gỗ có khả năng chống chịu mối mọt rất

tốt nên thường được sử dụng trong xây dựng nhà cửa, làm cột chống, làm cầu, đóng tàu, đồ gỗ. Vỏ của Sa mộc còn được sử dụng để sản xuất tanin hoặc sản xuất giấy, cành được dùng để chiết xuất dầu sử dụng trong ngành công nghiệp chế biến nước hoa (Võ Văn Chi, 2012).

Cây Sa Mộc ở Si Ma Cai, Lào Cai được đánh giá có nhiều đặc tính thuận lợi như phân bố tự nhiên nhiều, dễ gây trồng. Đây là loài cây có ý nghĩa lớn với địa phương. Tuy nhiên, việc trồng rừng Sa Mộc gặp nhiều khó khăn do các yếu tố sinh trưởng và ngoại cảnh tác động khiến cho tỷ lệ sống, chất lượng rừng và cấu trúc của rừng thường bị bất định, khó kiểm soát. Hơn nữa, những hiểu biết về biến đổi cấu trúc và chất lượng rừng trồng theo thời gian của loài cây này tại khu vực nghiên cứu còn rất hạn chế.

Để góp phần giải quyết vấn đề này, bài báo sẽ: (1) Tập trung tính toán và so sánh các chỉ tiêu sinh trưởng cho tầng cây cao của rừng Sa Mộc ở 3 cấp tuổi khác nhau; (2) Phân tích biến đổi cấu trúc phân bố tần số mối quan hệ giữa đường kính và chiều cao và (3) Đánh giá các nhân tố ảnh hưởng tới chất lượng cây rừng và biến đổi chất lượng rừng theo thời gian làm cơ sở cho công tác quản lý tài nguyên rừng ở Si Ma Cai trong tương lai.

II. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

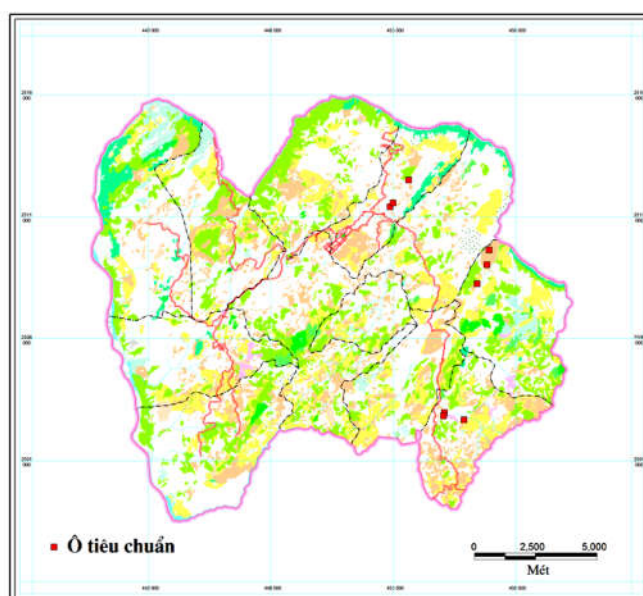
2.1. Phương pháp thu thập số liệu

Số liệu được thu thập từ các ô tiêu chuẩn (OTC) điển hình tại lâm phần Sa mộc được trồng ở các cấp tuổi khác nhau tại huyện Si Ma Cai, Lào Cai. Mỗi cấp tuổi (5, 10 và 15) lập 3 OTC, mỗi OTC có diện tích 500 m² (20 x 25 m). Định vị các OTC bằng máy GPS. Trong mỗi OTC, đo đếm toàn bộ các cây có đường

kính lớn hơn 6 cm. Các chỉ tiêu đo đếm gồm $D_{1,3}$, H_{vn} , H_{dc} , D_t và chất lượng cây rừng (A, B, C).

Phương pháp rút mẫu được áp dụng là phương pháp phân tầng ngẫu nhiên để lựa chọn vị trí các OTC. Đây là phương pháp phù hợp khi điều tra tài nguyên rừng, bởi lẽ các hệ sinh thái rừng thường không đồng nhất (Barry D. Shiver và Bruce E. Borders, 1996). Sơ đồ vị trí các ô được thể hiện trong hình 1.

**BẢN ĐỒ VỊ TRÍ Ô TIÊU CHUẨN
TẠI HUYỆN SI MA CAI TỈNH LÀO CAI**



Hình 1. Sơ đồ vị trí các ô tiêu chuẩn

2.2. Phương pháp phân tích số liệu

Toàn bộ số liệu được phân tích bằng phần mềm SPSS, phiên bản 24. Cụ thể các nội dung và phương pháp phân tích như sau:

2.2.1. Kiểm tra sự thuần nhất của số liệu và tính toán các đặc trưng mẫu

Số liệu của các ô cùng cấp tuổi được gộp lại với nhau. Mức độ thuần nhất của các ô được kiểm tra bằng biểu đồ đám mây điểm giữa đường kính và chiều cao.

Tiếp đó, các giá trị đặc trưng mẫu như dung lượng mẫu, số trung bình, sai tiêu chuẩn, giá trị nhỏ nhất, lớn nhất, khoảng biến động, độ lệch, độ nhọn và sai số của số trung bình mẫu được tính toán cho hai đại lượng điều tra là đường kính ngang ngực và chiều cao (Nguyễn Hải Tuất và cộng sự, 2006).

2.2.2. So sánh sinh trưởng cây rừng về đường kính ngang ngực và chiều cao

Để so sánh sự khác biệt về sinh trưởng cây rừng giữa ba cấp tuổi, các mô hình tuyến tính hỗn hợp được sử dụng để so sánh cho biến đường kính và chiều cao. Mô hình tuyến tính hỗn hợp là một phương pháp phù hợp bởi vì nó không những cho biết sự sai khác giữa các cấp tuổi mà còn kiểm tra được ảnh hưởng ngẫu nhiên tới kết quả thí nghiệm (Andrzej Gałeczki và Tomasz Burzykowski, 2013), hay nói cách khác là số liệu giữa các ô có thực sự độc lập hay không. Đây là cơ sở rất quan trọng để có thể áp dụng các phương pháp thống kê phân tích số liệu sau này. Biên vùng được thể hiện trong sơ đồ vị trí các ô để kiểm tra ảnh hưởng ngẫu nhiên (Julian J. Faraway, 2005; Andrzej Gałeczki và Tomasz Burzykowski, 2013; Bui Manh Hung và Bui The Doi, 2017). Lệnh trong SPSS cho biến chiều cao tương tự như cho biến đường kính, cụ thể như sau:

```
MIXED Duong_kinh BY Khu_vuc Cap_tuoi  
/CRITERIA=CIN(95) MXITER(100) MXSTEP(10) SCORING(1)  
SINGULAR(0.000000000001) HCONVERGE(0, ABSOLUTE) LCONVERGE(0, ABSOLUTE)  
PCONVERGE(0.000001, ABSOLUTE)  
/FIXED=Cap_tuoi | SSTYPE(3)  
/METHOD=REML  
/PRINT=G SOLUTION  
/RANDOM=Khu_vuc | COVTYPE(VC).
```

2.2.3. Phân tích biến đổi cấu trúc tần số

Để phân tích sự biến đổi cấu trúc tần số cho đại lượng điều tra đường kính và chiều cao cây rừng thì sau khi phân bố tần số thực nghiệm được tạo ra, chúng sẽ được sử dụng để mô hình hóa theo phân bố Weibull. Đây là phân bố lý thuyết phù hợp cho đại lượng đường kính và chiều cao của rừng trồng, mức độ phù hợp của phân bố thực nghiệm và lý thuyết được kiểm tra bằng biểu đồ Q-Q plot.

2.2.4. Phân tích biến đổi quan hệ giữa đường kính và chiều cao

```
SPLIT FILE SEPARATE BY Cap_tuoi.
```

```
* Curve Estimation.
```

```
TSET NEWVAR=NONE.
```

```
CURVEFIT
```

```
/VARIABLES=Chieu_cao WITH Duong_kinh
```

```
/CONSTANT
```

```
/MODEL=LINEAR LOGARITHMIC INVERSE QUADRATIC CUBIC COMPOUND POWER  
S GROWTH EXPONENTIAL
```

```
/PLOT FIT.
```

2.2.5. Phân tích biến đổi chất lượng cây rừng

Phân tích hệ số đường ảnh hưởng được sử dụng để kiểm tra mức độ tác động của các nhân tố như đường kính ngang ngực, chiều cao, chiều cao dưới cành và đường kính tán

```
REGRESSION
```

```
/MISSING LISTWISE
```

```
/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
```

```
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
```

```
/NOORIGIN
```

```
/DEPENDENT Chat_luong
```

```
/METHOD=ENTER Duong_kinh Duong_kinh_tan Chieu_cao H_duoi_canh.
```

Ngoài ra, phân tích thành phần chính cũng được sử dụng để phân loại các nhân tố thành

Mối quan hệ này được phân tích bởi 10 loại hàm tuyến tính và phi tuyến được cung cấp trong SPSS. Đó là hàm Linear, Logarithmic, Inverse, Quadratic, Cubic, Power, Compound, S, Growth và Exponential (Robert Ho, 2013). Từ đó có thể chọn ra hàm mô phỏng tốt nhất mối quan hệ giữa đường kính và chiều cao. Từ đó cũng cho thấy sự thay đổi mối quan hệ này theo tuổi. Đại lượng được sử dụng để lựa chọn mô hình tốt nhất là hệ số tương quan R-squared. Lệnh được áp dụng trong SPSS (Bùi Mạnh Hưng và Nguyễn Thị Bích Phượng, 2011) là:

tới chất lượng cây rừng. Từ đó, thấy được sự khác biệt giữa cấp tuổi, đồng thời có cơ sở vững chắc để đề xuất các biện pháp tác động vào rừng nhằm nâng cao chất lượng cây gỗ. Lệnh trong SPSS được sử dụng như sau:

các nhóm: đôi kháng, đôi kháng ít và không đôi kháng. Đó là cơ sở trực quan và định lượng

để đề xuất các giải pháp nâng cao chất lượng rừng trồng tại đây. So sánh chất lượng cây rừng giữa ba cấp tuổi được thực hiện bằng tiêu chuẩn χ^2 (Jerrold H. Zar, 2010).

III. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

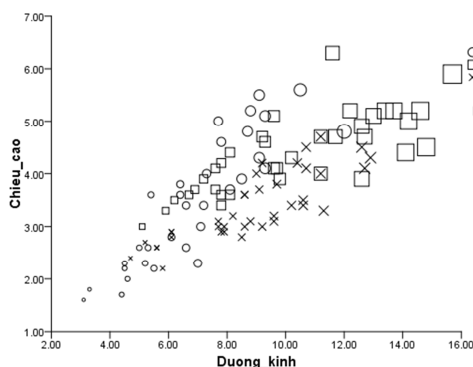
3.1. Biến động cấu trúc và sinh trưởng

3.1.1. Sự thuần nhất và sinh trưởng cây rừng giữa các ô

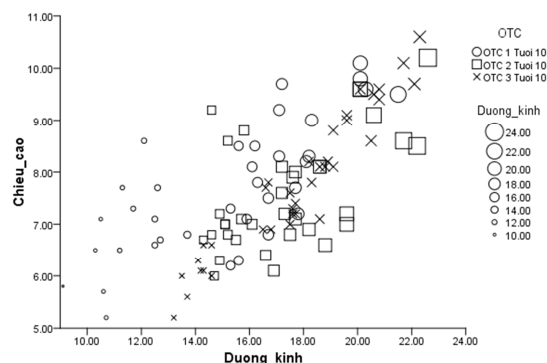
a. Sự thuần nhất số liệu

Để giảm thiểu số lượng phân tích, phản ánh

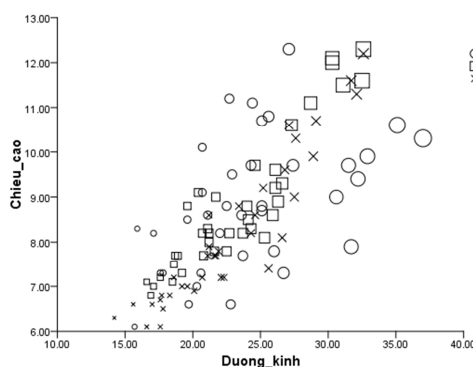
khách quan hơn các cấp tuổi, số liệu giữa các ô của cùng cấp tuổi được gộp lại. Bởi vì chúng khá thuần nhất, điều này thể hiện trong biểu đồ đám mây điểm giữa đường kính, chiều cao của các ô như trong hình dưới đây. Sự thuần nhất biểu thị ở cả kích thước cây lớn nhất và cây nhỏ nhất. Biểu đồ của các cấp tuổi (hình 2) cho thấy rằng các điểm của các ô với kích thước khác nhau hòa lẫn, tương đối sát nhau và không có sự biệt dị rõ rệt nào, kể cả về mặt kích thước cây.



a. Tuổi 5



b. Tuổi 10



c. Tuổi 15

Hình 2. Biểu đồ đám mây điểm giữa đường kính và chiều cao

b. Sinh trưởng đường kính ngang ngực, chiều cao vút ngọn giữa các cấp tuổi

Kết quả tính toán đặc trưng mẫu cho các đại

lượng sinh trưởng đường kính ngang ngực và chiều cao của các cấp tuổi được thể hiện trong bảng 1.

Bảng 1. Kết quả tính toán các đặc trưng mẫu

Cấp tuổi	Đại lượng	Số cây	Nhỏ nhất	Lớn nhất	Trung bình	Sai tiêu chuẩn	Phương sai	Độ lệch	Độ nhọn
Tuổi 5	Đường kính	106	3,10	15,70	8,73	2,76	7,61	0,33	-0,40
	Chiều cao	106	1,60	6,30	3,74	0,99	0,97	0,08	-0,46
Tuổi 10	Đường kính	108	9,10	22,60	16,75	2,98	8,88	-0,29	-0,28
	Chiều cao	108	5,20	10,60	7,68	1,23	1,52	0,32	-0,64
Tuổi 15	Đường kính	111	14,20	37,00	23,40	4,89	23,91	0,52	-0,31
	Chiều cao	111	6,10	12,30	8,60	1,57	2,48	0,63	-0,36

Số liệu ở bảng 1 cho thấy rằng đường kính ngang ngực và chiều cao của cây rừng đều tăng theo tuổi. Đường kính trung bình của các cấp tuổi lần lượt là 8,73 cm, 16,75 cm và 23,40 cm. Đồng thời mức độ biến động của đường kính ngang ngực và chiều cao cũng tăng theo tuổi. Điều này được thể hiện qua sai tiêu chuẩn của tuổi 5, tuổi 10 và tuổi 15 của đại lượng đường kính lần lượt là 2,76, 2,98 và 4,89. Đây là kết quả của quá trình sinh trưởng của cây rừng, dẫn đến việc phân hóa lớn hơn ở những khu rừng nhiều tuổi hơn.

c. Khác biệt về sinh trưởng đường kính, chiều cao

Kết quả phân tích mô hình tuyến tính hỗn

hợp đã một lần nữa khẳng định sự khác biệt về đường kính và chiều cao giữa các cấp tuổi là rất rõ rệt, bởi lẽ tất cả giá trị Sig đều nhỏ hơn 0,05. Đường kính rừng tuổi 15 lớn hơn rừng tuổi 10 và tuổi 5 là 6,64 cm và 14,66 cm, trong khi đó chiều cao lớn hơn hai cấp tuổi còn lại là 0,9 m và 4,86 m. Đồng thời kết quả mô hình tuyến tính hỗn hợp dưới đây cũng phản ánh rằng ảnh hưởng ngẫu nhiên là không đáng kể với cả đường kính và chiều cao. Bởi lẽ, sai tiêu chuẩn của ảnh hưởng ngẫu nhiên cho cả hai đại lượng điều tra đều nhỏ hơn 0,05 rất nhiều lần. Như vậy, tính độc lập giữa các ô về cả đường kính và chiều cao được đảm bảo tốt.

Bảng 2. Kết quả phân tích mô hình tuyến tính hỗn hợp cho đường kính

Estimates of Fixed Effects^a

Parameter	Estimate	Std. Error	df	t	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Intercept	23.396396	.350040	322.000	66.839	.000	22.707743	24.085050
[Cap_tuoi=1.00]	-14.661491	.500835	322.000	-29.274	.000	-15.646812	-13.676170
[Cap_tuoi=2.00]	-6.644545	.498457	322.000	-13.330	.000	-7.625188	-5.663901
[Cap_tuoi=3.00]	0 ^b	0	.	.	.	.	.

a. Dependent Variable: Duong_kinh.

b. This parameter is set to zero because it is redundant.

Bảng 3. Kết quả phân tích mô hình tuyến tính hỗn hợp cho chiều cao

Estimates of Fixed Effects^a

Parameter	Estimate	Std. Error	df	t	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Intercept	8.600901	.122592	.000	70.159	.000	8.038928	9.162874
[Cap_tuoi=1.00]	-4.861278	.175404	.000	-27.715	.000	-5.629566	-4.092990
[Cap_tuoi=2.00]	-.924975	.174571	.000	-5.299	.000	-1.669342	-.180608
[Cap_tuoi=3.00]	0 ^b	0	.	.	.	.	.

a. Dependent Variable: Chieu_cao.

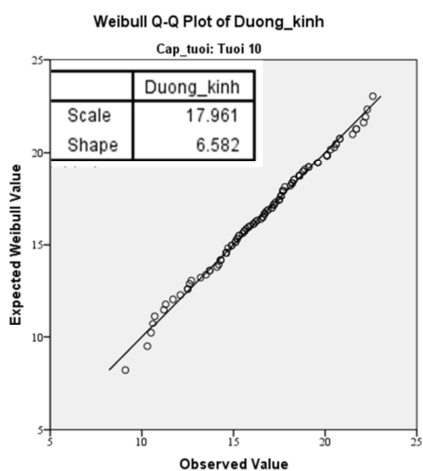
b. This parameter is set to zero because it is redundant.

3.1.2. Biến đổi phân bố số cây theo đường kính ngang ngực và chiều cao

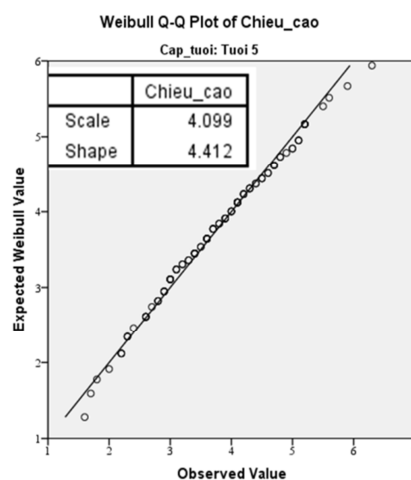
Kết quả mô hình hóa theo phân bố Weibull của phân bố thực nghiệm số cây theo đường kính và chiều cao được trình bày trong hình 3.

Kết quả thể hiện trong hình 3 cho thấy cả đường kính và chiều cao cây đều có thể được mô phỏng tốt bằng hàm Weibull, đặc biệt ở tuổi 5 và 10. Các điểm bám sát vào đường chéo giữa tần số thực nghiệm và tần số lý thuyết. Ở cấp tuổi cao hơn, do có sự phân hóa

về sinh trưởng bởi sự cạnh tranh dinh dưỡng giữa các cây rừng ngày càng khốc liệt hơn, dẫn tới số cây tại các cấp tuổi bị thay đổi, mức độ phù hợp của hàm Weibull giảm xuống. Điều này đúng cả cho đại lượng đường kính và chiều cao. Phân bố thực nghiệm có xu hướng lệch sang phải khi tuổi cây rừng tăng. Điều này được chứng minh bởi giá trị hình dạng (Shape) của tuổi 10 và 15 lớn hơn giá trị đó của cấp tuổi 5.

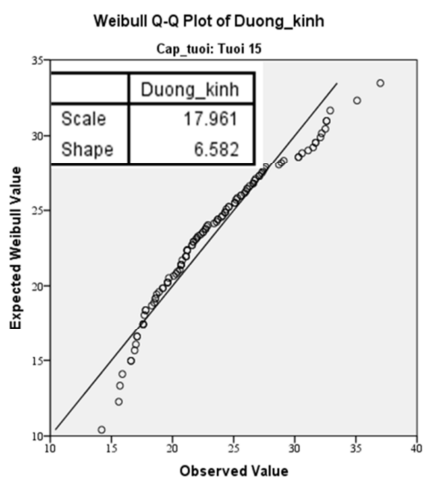


a. Đường kính

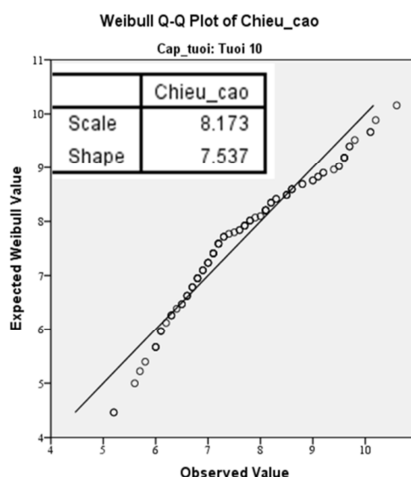


b. Chiều cao

Tuổi 5

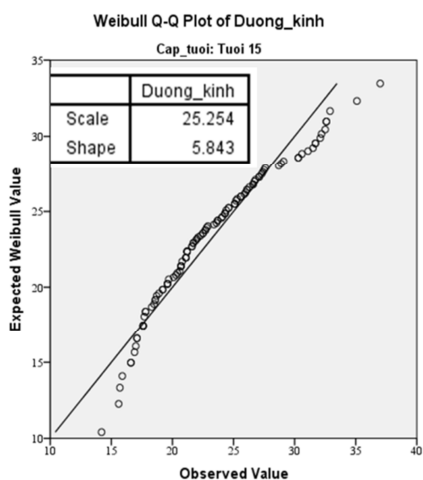


c. Đường kính

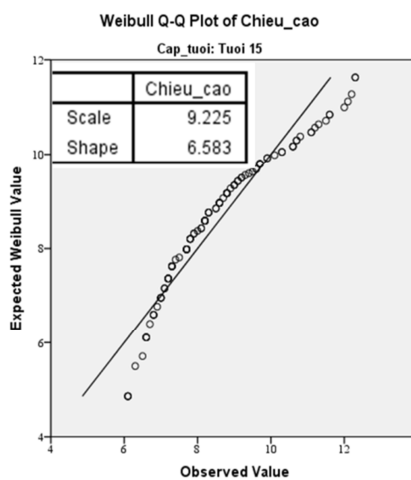


d. Chiều cao

Tuổi 10



e. Đường kính



f. Chiều cao

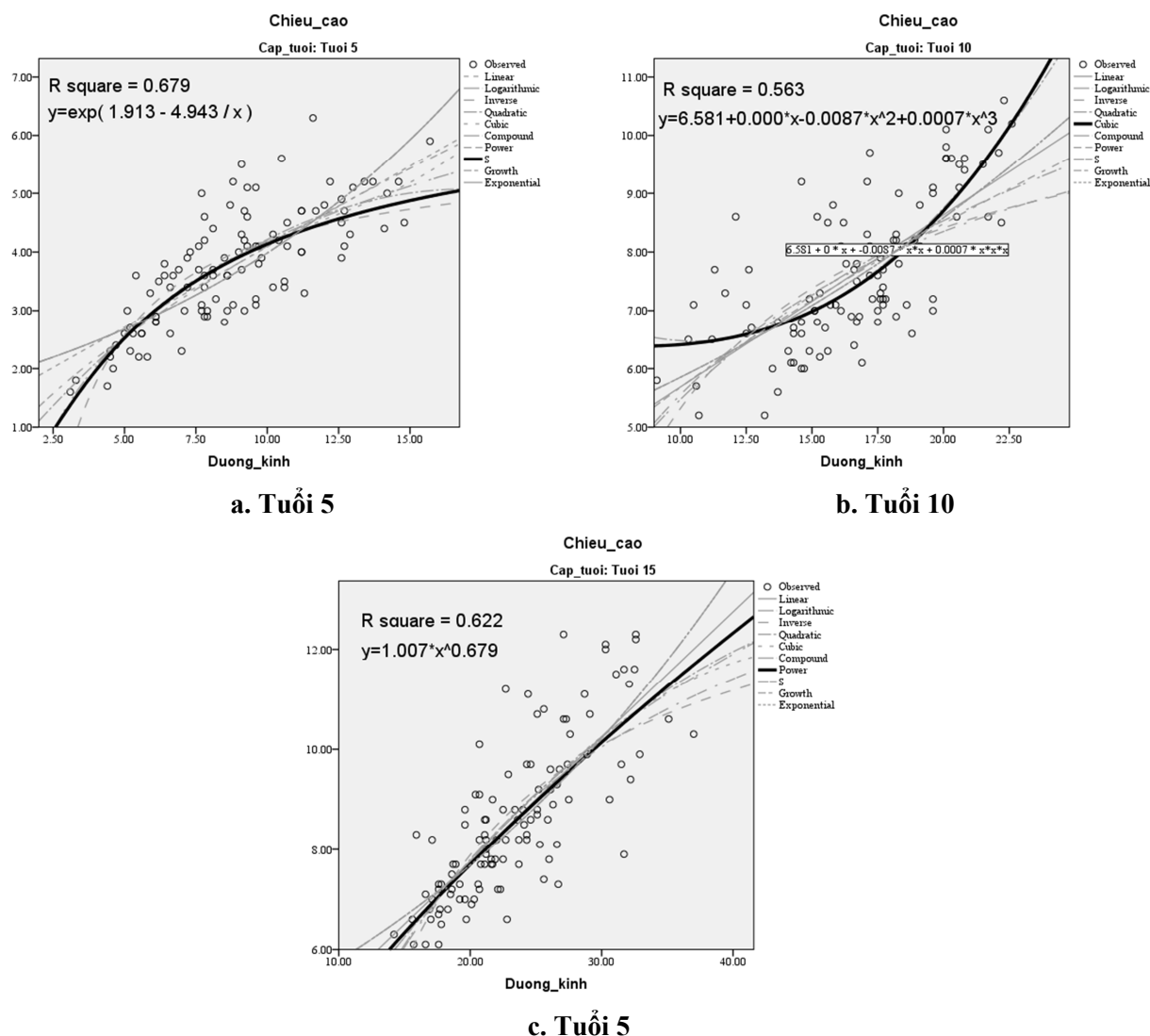
Tuổi 15

Hình 3. Biểu đồ mô hình hóa theo phân bố Weibull

3.1.3. Thay đổi mối quan hệ giữa đường kính và chiều cao

Kết quả phân tích tương quan với 10 loại hàm được thể hiện dưới đây. Trong đó, hàm

tương quan tốt nhất là đường đen đậm, còn các hàm khác là đường xám mảnh hơn. Giá trị hệ số tương quan của hàm tốt nhất cũng được thể hiện (Hình 4).



Hình 4. Biểu đồ tương quan cho các cấp tuổi

Kết quả cho thấy rằng với tuổi 5 thì hàm tốt nhất là hàm S với R bình phương là 0,679. Tuổi 10, hàm tốt nhất là hàm bậc 3 (Cubic) với R bình phương là 0,563 và với tuổi 15 hàm tốt nhất để mô phỏng quan hệ giữa đường kính và chiều cao là hàm mũ (Power) với hệ số tương quan là 0,622. Riêng tuổi 10, mặc dù đám mây điểm có hình dạng đi xuống, tuy nhiên do số lượng điểm nằm dưới lớn, đồng thời sử dụng phương pháp bình phương nhỏ nhất, do đó hàm Cubic được lựa chọn. Như vậy, mối quan hệ giữa đường kính và chiều cao đã có sự biến đổi rõ rệt theo tuổi. Tuy nhiên, mối quan hệ này đều có thể mô phỏng bằng hàm hồi quy

với mức độ tương quan tương đối chặt.

3.2. Biến động chất lượng cây rừng

3.2.1. Các nhân tố ảnh hưởng tới chất lượng cây rừng

Hệ số đường ảnh hưởng đã kiểm tra ảnh hưởng của các nhân tố đường kính ngang ngực, chiều cao vút ngọn, chiều cao dưới cành, đường kính tán tới chất lượng cây rừng. Kết quả được thể hiện trong bảng 4. Kết quả cho thấy rằng, với cả 3 cấp tuổi thì đường kính ngang ngực có ảnh hưởng lớn nhất đến chất lượng cây rừng, sau đó mới đến các nhân tố khác. Cũng với cả 3 cấp tuổi thì hệ số ảnh hưởng trực tiếp (AHTT) đều lớn hơn nhiều so

với hệ số ảnh hưởng gián tiếp (AHGT). Điều này chứng tỏ rằng ở các cấp tuổi này chất lượng cây rừng ít chịu ảnh hưởng của các nhân tố ngoại cảnh khác như lượng mưa, đất đai, khí hậu... Một điều đáng lưu ý là khi tuổi cây rừng

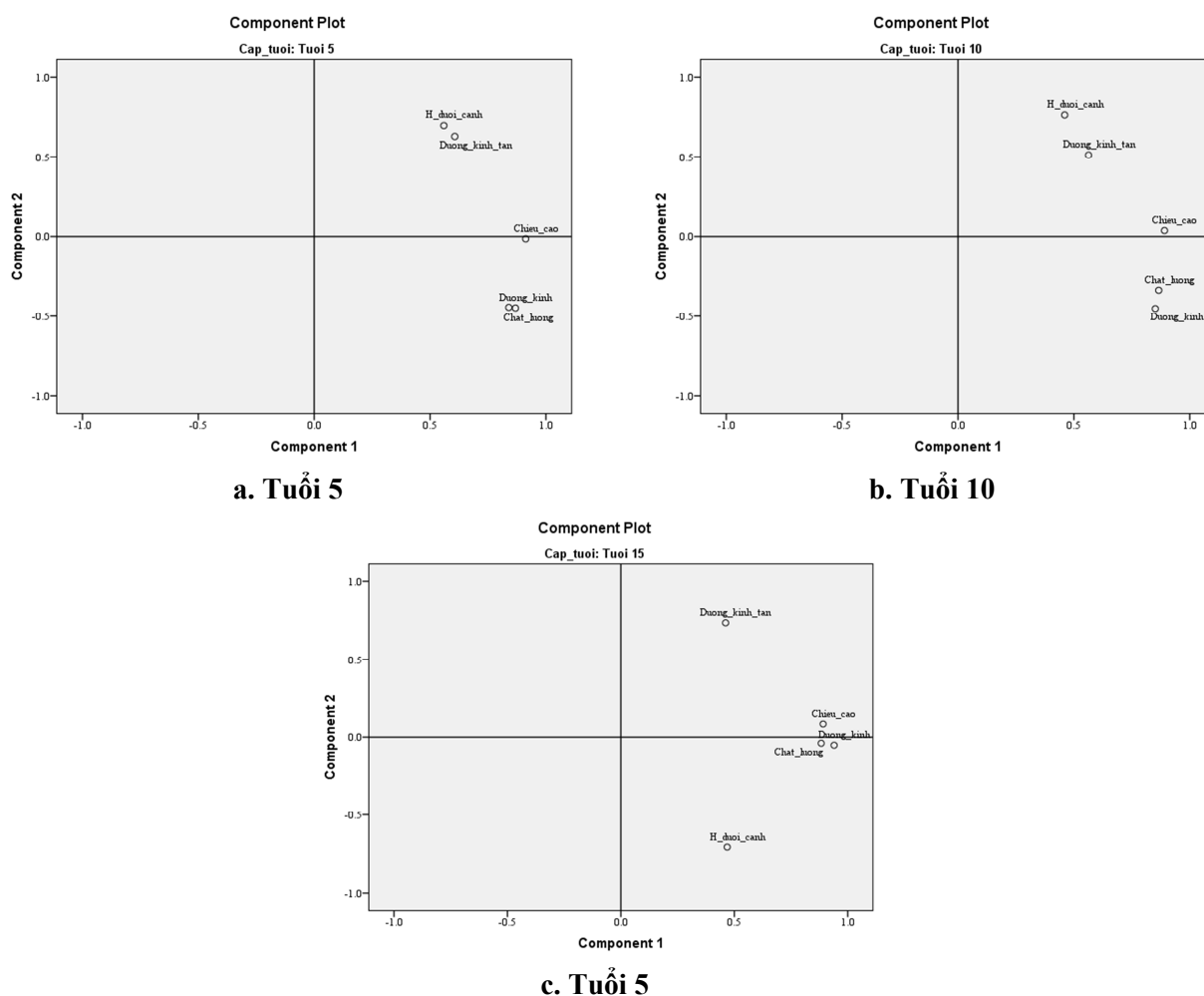
tăng lên thì hệ số AHGT có xu hướng giảm dần. Điều này cho thấy rừng đã đi vào ổn định, chất lượng cây rừng ít bị ảnh hưởng bởi các nhân tố bên ngoài hơn, sức đề kháng của rừng cũng được cải thiện.

Bảng 4. Kết quả hệ số đường ảnh hưởng

Cấp tuổi	Đường kính	Đường kính tán	Chiều cao	Chiều cao dưới cành	Bx	Hệ số AHTT	Hệ số AHGT
Tuổi 5	0,963	0,034	-0,101	0,041	0,815	0,939	-0,124
Tuổi 10	0,789	0,098	0,025	0,066	0,708	0,637	0,071
Tuổi 15	0,792	-0,072	0,140	-0,075	0,719	0,657	0,062

Kết quả này sẽ trực quan hơn trong biểu đồ của phân tích thành phần chính trong hình 5. Kết quả phân tích thành phần chính đã cho thấy với rừng ở tuổi 5 thì chất lượng cây rừng có mối quan hệ chặt chẽ với đường kính và chiều cao và ít đối kháng với đường kính tán và chiều cao dưới cành. Tại rừng cấp tuổi 10, chất lượng cây rừng cũng phụ thuộc lớn vào đường kính, sau đó đến chiều cao, đường kính

tán và chiều cao dưới cành. Ở rừng 15 tuổi thì chất lượng cây rừng cũng chịu ảnh hưởng nhiều bởi đường kính và chiều cao, ít bị ảnh hưởng bởi đường kính tán và chiều cao dưới cành. Do vậy, trong quá trình quản lý rừng Sa Mộc, để nâng cao tỷ lệ cây có chất lượng tốt cần rất chú ý đến việc tạo các điều kiện thuận lợi để cây rừng phát triển tốt về mặt đường kính, sau đó mới đến chiều cao và đường kính tán.



Hình 5. Biểu đồ tương quan cho các cấp tuổi

3.2.2. **Chất lượng cây rừng giữa các cấp tuổi**

Kết quả thống kê số lượng cây tại các cấp

tuổi theo chất lượng cây rừng được thể hiện trong bảng 5.

Bảng 5. Thống kê tỷ lệ chất lượng cây rừng ở các cấp tuổi

Cấp tuổi	Chất lượng			Tổng
	a	b	c	
Tuổi 5	31 29,2%	38 35,8%	37 34,9%	106 100,0%
Tuổi 10	37 34,3%	57 52,8%	14 13,0%	108 100,0%
Tuổi 15	52 46,8%	29 26,1%	30 27,0%	111 100,0%
Tổng	120 36,9%	124 38,2%	81 24,9%	325 100,0%

Kết quả thống kê trong bảng 5 cho thấy, tỷ lệ cây có chất lượng tốt của rừng 15 tuổi là cao nhất (46,8%), sau đó đến tuổi 10 (34,3%) và cuối cùng là tuổi 5 (29,2%). Như vậy, khi tuổi rừng tăng thì chất lượng cây rừng cũng được cải thiện, số lượng cây xấu và trung bình giảm dần. Điều này thể hiện khả năng đề kháng của rừng được cải thiện, khả năng chống chịu với sâu bệnh hại và các tác nhân có hại khác từ bên ngoài được cải thiện. Sự khác biệt về chất lượng cây rừng giữa ba cấp tuổi là thực sự rõ rệt, do giá trị Sig của tiêu chuẩn Chi-squared là 0,000033 (nhỏ hơn 0,05).

IV. KẾT LUẬN

Sa Mộc là loài cây đóng vai trò quan trọng tại khu vực nghiên cứu. Qua phân tích số liệu thu thập từ các ô tiêu chuẩn, những đặc điểm về cấu trúc, biến đổi cấu trúc và chất lượng rừng trồng theo tuổi đã được làm rõ, cung cấp những minh chứng định lượng rõ ràng cho công tác quản lý.

Kết quả cho thấy cả đường kính ngang ngực và chiều cao của cây rừng đều tăng theo tuổi. Đường kính trung bình của các cấp tuổi lần lượt là 8,73 cm, 16,75 cm và 23,40 cm. Sự khác biệt về đường kính và chiều cao giữa các cấp tuổi là rất rõ rệt vì tất cả giá trị Sig của mô hình tuyến tính hỗn hợp đều nhỏ hơn 0,05. Đường kính rừng tuổi 15 lớn hơn rừng tuổi 10 và tuổi 5 là 6,64 cm và 14,66 cm, trong khi đó chiều cao lớn hơn hai cấp tuổi còn lại là 0,9 m và 4,86 m. Đồng thời kết quả mô hình tuyến tính hỗn hợp dưới đây cũng phản ánh rằng ảnh

hưởng ngẫu nhiên là không đáng kể với cả đường kính và chiều cao. Vì vậy, tính độc lập giữa các ô về cả đường kính và chiều cao được đảm bảo tốt.

Kết quả mô hình hóa theo phân bố Weibull cho thấy cả đường kính và chiều cao đều có thể được mô phỏng tốt bằng hàm Weibull, đặc biệt ở tuổi 5 và 10. Ở cấp tuổi cao hơn mức độ phù hợp của hàm Weibull giảm xuống. Mối quan hệ giữa đường kính và chiều cao ở tuổi 5 có thể mô phỏng tốt nhất bằng hàm S với R bình phương là 0,679. Tuổi 10, hàm tốt nhất là hàm bậc 3 (Cubic) với R bình phương là 0,563 và với tuổi 15 hàm tốt nhất để mô phỏng quan hệ giữa đường kính và chiều cao là hàm mũ (Power) với hệ số tương quan là 0,622.

Kết quả kiểm tra ảnh hưởng của các nhân tố điều tra tới chất lượng cây rừng cho thấy cả 3 cấp tuổi thì đường kính ngang ngực có ảnh hưởng lớn nhất đến chất lượng cây rừng, sau đó mới đến các nhân tố khác. Cũng với cả 3 cấp tuổi thì hệ số ảnh hưởng trực tiếp (AHTT) đều lớn hơn nhiều so với hệ số ảnh hưởng gián tiếp (AHGT). Một điều đáng lưu ý là khi tuổi cây rừng tăng lên thì hệ số AHGT có xu hướng giảm dần. Điều này cho thấy rừng đã đi vào ổn định, chất lượng cây rừng ít bị ảnh hưởng bởi các nhân tố bên ngoài hơn, sức đề kháng của rừng cũng được cải thiện. Kết quả này cũng đã được trình bày trực quan hơn trong biểu đồ của phân tích thành phần chính. Tỷ lệ cây có chất lượng tốt của rừng 15 tuổi là cao nhất (46,8%), sau đó đến tuổi 10 (34,3%) và cuối cùng là tuổi

5 (29,2%). Khi tuổi rừng tăng thì chất lượng cây rừng cũng được cải thiện. Chất lượng cây rừng giữa ba cấp tuổi có sự khác biệt rõ rệt.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Frans Bongers (2001). Methods to assess tropical rain forest canopy structure: an overview. *Plant Ecology*, (153), tr. 263-277.
2. Julian J. Faraway (2005). *Linear Models with R*, Chapman & Hall/CRC, Washington, D.C., USA.
3. Andrzej Gałecki và Tomasz Burzykowski (2013). *Linear Mixed-Effects Models Using R: A Step-by-Step Approach*. Springer New York, USA.
4. Phạm Hoàng Hộ (2003). *Cây cỏ Việt Nam*, Quyển I, II, III. Nhà xuất bản trẻ, Hà Nội.
5. Bui Manh Hung (2016). *Structure and restoration of natural secondary forests in the Central Highlands, Vietnam*. Doctoral thesis, Chair of Silviculture, Institute of Silviculture and Forest protection, Faculty of Environmental Sciences, Dresden University of Technology.
6. Bui Manh Hung và Bui The Doi (2017). Applying linear mixed model (LMM) to analyze forestry data, checking autocorrelation and random effects, using R. *Journal of Forestry Science and Technology*, No. 2(2017), pp. 17-26.
7. Bùi Mạnh Hưng và Nguyễn Thị Bích Phương (2011). SPSS, lời giải cho các vấn đề phân tích số liệu lâm nghiệp. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Lâm nghiệp*, số 1(2011), tr. 26-30.
8. Barry D. Shiver và Bruce E. Borders (1996). *Sampling techniques for forest resources inventory*. John Wiley & Sons, Inc. Canada.
9. Rubén Valbuena (2015). *Forest structure indicators based on tree size inequality and their relationships to airborne laser scanning*. Doctoral thesis, Faculty of Science and Forestry, University of Eastern Finland.
10. Võ Văn Chi (2012). *Từ điển cây thuốc Việt Nam*. Nhà xuất bản Y học, Hà Nội.
11. Nguyễn Hải Tuất, Vũ Tiến Minh và Ngô Kim Khôi (2006). *Phân tích thống kê trong lâm nghiệp*. Nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội.
12. Robert Ho (2013). *Handbook of Univariate and Multivariate Data Analysis with IBM SPSS*. CRC Press, USA.
13. Jerrold H. Zar (2010). *Biostatistical Analysis* (5th Edition). Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey 07458, USA.
14. F.B. Golley (1991). *Tropical rain forest ecosystems/structure and function*. Elsevier scientific publishing company, Amsterdam, Netherlands.

DYNAMICS OF *Cunninghamia lanceolata* PLANTATION STRUCTURE AND QUALITY ON AGES IN SI MA CAI DISTRICT, LAO CAI PROVINCE

Duong Van Huy¹, Bui Manh Hung²
^{1,2}Vietnam National University of Forestry

SUMMARY

Results show that both diameter and height of the forestry increase with age. The average diameter of age classes is 8.73 cm, 16.75 cm and 23.40 cm. The difference in diameter and height between ages is significant, as the Sig value of linear mixed effect models is less than 0.05. Weibull distribution can simulate well for both diameter and height frequency distributions. At an higher age levels, the fitness of the Weibull function reduced. The relationship between diameter and height at age 5 can best be simulated by the S function S, that for age-10 forest is Cubic and age-15 forest is Power. At all three ages, DBH has the greatest effect on the quality of the tree forest, and followed by other factors. The coefficient of direct influence is much larger than the indirect effect coefficient. As the forest tree age increases, the indirect effect coefficient tends to decrease and the forest becomes more stable. The percentage of good quality forest trees in the 15 year age group is highest (46.8%), followed by the age of 10 (34.3%) and the fifth year (29.2%). The difference in the quality of forest trees between the three age groups is significant.

Keywords: Forest structure, forest tree quality, linear mixed model, principal component analysis.

Ngày nhận bài : 07/10/2017
 Ngày phản biện : 29/7/2018
 Ngày quyết định đăng : 06/8/2018