

# SỬ DỤNG NMDS ĐỂ NGHIÊN CỨU XU HƯỚNG TRONG TỔ THÀNH LOÀI CÂY GỖ Ở KHU DỰ TRỮ SINH QUYỂN ĐỒNG NAI

Nguyễn Thị Thuý<sup>1</sup>, Trần Lâm Đồng<sup>1</sup>, Hoàng Thanh Sơn<sup>1</sup>, Trịnh Ngọc Bon<sup>1</sup>,  
Ninh Việt Khương<sup>1</sup>, Phùng Đình Trung<sup>1</sup>, Nguyễn Thị Thu Phương<sup>1</sup>, Đỗ Thị Thanh Hà<sup>2</sup>,  
Trần Hoàng Quý<sup>1</sup>, Nguyễn Văn Tuấn<sup>1</sup>, Dương Quang Trung<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Viện Nghiên cứu Lâm sinh, Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam

<sup>2</sup> Trường Đại học Southern Cross University Australia

## TÓM TẮT

Một vấn đề trong nghiên cứu sinh thái quần xã thực vật rừng thường giải quyết là xác định sự tương đồng/khác biệt về tổ thành loài của các quần xã. Vấn đề này thường gặp trong các nghiên cứu nhằm đánh giá ảnh hưởng của các biện pháp tác động, hoặc đánh giá sự thay đổi về tổ thành thực vật theo thời gian phục hồi, hoặc đơn giản là so sánh đặc điểm về tổ thành quần xã thực vật rừng ở các khu vực nghiên cứu. Cho đến nay, trong lĩnh vực sinh thái ở Việt Nam, phương pháp vẫn thường được áp dụng là lập các ô tiêu chuẩn nghiên cứu nhằm mô tả, phân tích thành phần loài theo công thức tổ thành và so sánh một số chỉ tiêu về cấu trúc, độ đa dạng ở các ô tiêu chuẩn (OTC). Tuy nhiên, việc định lượng sự khác biệt về tổ thành sẽ rất khó thực hiện với các nghiên cứu có số lượng OTC lớn. Bài báo này trình bày việc áp dụng phương pháp NMDS (Non - metric Dimensional Scaling) để xác định xu hướng trong tổ thành loài giữa các OTC và phân tích xu hướng này trong mối liên hệ với một số yếu tố môi trường. Bài báo sử dụng bộ số liệu gồm 253 OTC 1.000 m<sup>2</sup> được thu thập ở Khu dự trữ Sinh quyển Đồng Nai trong giai đoạn 2015 - 2017 nhằm minh họa cho phương pháp.

**Từ khóa:** Non - metric Dimensional Scaling (NMDS), tổ thành loài, sinh thái rừng, Khu dự trữ Sinh quyển Đồng Nai (KDTSQĐN)

## Using NMDS to study patterns of tree species composition in Dong Nai Biosphere Reserve

A common problem that studies in forest community ecology often address is to identify the similarities/differences in the species compositions of different areas or following different silvicultural treatments and forest restoration techniques. To the present, most of the studies in community ecology in Vietnam have used study plots to characterize the species composition and describe the similarities/differences among the plots with species composition formular. However, this method faces many challenges in identifying patterns for a large numbers of plots. This paper presents the application of Non - Metric Dimensional Scaling (NMDS) for identifying species - association patterns in community assembly among a large number of study plots. The identified pattern is then described with other environmental factors to reveal more information about the communities. To demonstrate the use of NMDS, we use 253 1,000 m<sup>2</sup> study plots that were established during 2015 - 2017 across the Dong Nai Biosphere Reserve.

**Keywords:** Non - metric Dimensional Scaling (NMDS), species composition, forest ecology, Dong Nai Biosphere Reserve

## I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hai vấn đề chính mà các nghiên cứu sinh thái quần xã thực vật rừng thường giải quyết là: (1) Mô tả đặc điểm về cấu trúc, độ đa dạng và tổ thành thực vật; và (2) Xác định các yếu tố ảnh hưởng chính đến các đặc điểm đó. Yêu cầu thường gặp trong các nghiên cứu có liên quan đến tổ thành thực vật là định lượng sự tương đồng và xu hướng các loài thường gặp cùng nhau trong tổ thành. Ví dụ, cần xác định được xu hướng các loài cây xuất hiện ở các giai đoạn diễn thế, xu hướng các loài cây xuất hiện sau khi áp dụng biện pháp xử lý thực bì, sự giống và khác nhau về tổ thành ở các khu vực nghiên cứu, v.v... Với các yêu cầu này, cách tiếp cận thường là lập các OTC ở khu vực nghiên cứu (ví dụ: rừng ở các giai đoạn diễn thế khác nhau; rừng trước/sau khi áp dụng các biện pháp xử lý thực bì; hoặc rừng ở các khu vực địa lý khác nhau) để thu thập số liệu và so sánh đặc điểm về tổ thành của chúng.

Ở Việt Nam, tổ thành thực vật ở các OTC thường được mô tả định lượng bằng công thức tổ thành (là sự biểu diễn các loài trong OTC theo trật tự giảm dần của chỉ số độ quan trọng (important value - IV %, Nguyễn Đức Triển *et al.*, 2014). Với những nghiên cứu có ít OTC thì đây là một phương pháp hữu ích để trình bày một cách định lượng các loài cây có mặt trong tổ thành và sự phổ biến của chúng trong OTC. Tuy nhiên, với những nghiên cứu có số lượng OTC lớn (ví dụ hàng trăm OTC) thì việc trình bày theo công thức tổ thành sẽ rất khó để khái quát hóa xu hướng cũng như định lượng được sự tương đồng về thành phần loài giữa chúng.

Non - metric Dimensional Scaling (NMDS) là một trong các phương pháp phân tích đa biến (multivariate analysis) thuộc nhóm phương pháp xếp nhóm (ordination) được sử dụng phổ biến trong nghiên cứu sinh thái. Thế mạnh của NMDS là khả năng sắp xếp dữ liệu thành các nhóm tương đồng về đặc điểm nào đó. Đây cũng chính là điểm khác biệt của NMDS với

một số phương pháp kiểm định giả thuyết như ANOVA vì NMDS không cho biết sự khác biệt trong tổ thành có ý nghĩa hay không về mặt thống kê mà nó chỉ cho biết xu hướng phân nhóm trong dữ liệu.

Một số ví dụ của việc ứng dụng NMDS trong nghiên cứu sinh thái rừng như: xác định xu hướng của các nhóm quần xã thực vật rừng ở các giai đoạn diễn thế (Bruehlheide *et al.*, 2011); xác định xu hướng của các loại dây leo theo độ cao và cường độ khai thác (Katovai *et al.*, 2016); xác định xu hướng các quần xã thực vật rừng theo khoảng cách trung bình về đa dạng di truyền (Culmsee *et al.*, 2010), hoặc xác định xu hướng sự thay đổi của các quần xã thực vật rừng sau 20 năm ngừng tác động (Bulafu *et al.*, 2013) v.v... Bài báo này nhằm minh họa ứng dụng NMDS để phân tích xu hướng trong tổ thành của 253 OTC được thu thập từ các loại rừng khác nhau ở Khu dự trữ sinh quyển Đồng Nai (Trần Lâm Đồng, 2018).

## II. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Bài báo này không nhằm mô tả cụ thể các nền tảng toán học và thống kê cũng như các kỹ thuật phân tích NMDS mà các thông tin này đã được trình bày chi tiết trong một số tài liệu như Kruskal (1964), Legendre và Gallagher (2001). Một số xuất bản khác giúp phân biệt NMDS và các phương pháp phân tích đa biến khác như Kenkel và Orlóci (1986), Oksanen (2004). Bài báo này chỉ nhằm giới thiệu kết quả áp dụng phương pháp NMDS cho bộ số liệu với 253 OTC 1.000 m<sup>2</sup> được thu thập tại Khu dự trữ Sinh quyển Đồng Nai (KDTSQĐN) trong giai đoạn 2015 - 2017. Bộ số liệu này là một trong các sản phẩm của đề tài cấp Nhà nước “Nghiên cứu đánh giá diễn thế phục hồi hệ sinh thái rừng và đề xuất giải pháp bảo tồn tại Khu dự trữ Sinh quyển Đồng Nai” được tài trợ bởi Bộ Khoa học Công nghệ và do Viện Nghiên cứu Lâm sinh thuộc Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam thực hiện (Trần Lâm Đồng, 2018).

### 2.1. Mô tả chung về bộ số liệu minh họa

Các OTC đều có diện tích 1.000 m<sup>2</sup>, được lập trên các loại rừng: rừng cây gỗ lá rộng thường xanh (RTX, 155 OTC), rừng cây gỗ lá rộng nửa rụng lá (RNRL, 20 OTC), rừng hỗn giao gỗ với tre nứa (RHG, 23 OTC), rừng trồng cây gỗ lá rộng bản địa không còn trồng cây phù trợ (ở địa phương gọi là rừng trồng chuyển hoá - RTCH, 24 OTC), và rừng trồng cây gỗ lá rộng bản địa còn cây phù trợ là keo (gọi tắt là rừng trồng - RT, 31 OTC). Các OTC này được bố trí trên các diện tích rừng trong KDTSQĐN, thuộc 5 chủ quản lý: Khu Bảo tồn Thiên nhiên Văn hoá Đồng Nai (KBTTN VHĐN), Vườn Quốc gia Cát Tiên (VQGCT), Ban quản lý rừng phòng hộ (BQLRPH) Tân Phú (BQLRPHTP), Công ty Trách nhiệm hữu hạn Một thành viên La ngã (CTTNHHMTV'LN), Ban Quản lý Nam Rừng phòng hộ Cát Tiên (BQLRPHNCT), BQLRPH Đam B'ri (BQLRPHDB). Trong mỗi OTC 1.000 m<sup>2</sup> có lập các OTC sơ cấp để điều tra cây ở các cấp kính khác nhau. Tuy nhiên, bài báo này chỉ sử dụng các cây gỗ có đường kính ngang ngực ( $D_{1,3}$ )  $\geq 10$  cm được điều tra toàn diện trong các OTC sơ cấp 1.000 m<sup>2</sup> để tính toán.

### 2.2. Yêu cầu chuẩn bị số liệu cho phân tích NMDS

NMDS yêu cầu số liệu đầu vào (community data), ở đây là các OTC, được sắp xếp theo dạng bảng. Mỗi hàng trong bảng là một OTC (trong trường hợp này là 253 hàng) và mỗi cột là một loài trong tất cả các loài xuất hiện trong 253 OTC (ở đây là 377 cột). Mỗi ô (là giao của hàng và cột) chứa thông tin về độ phong phú (nghĩa là số cá thể) của loài trong OTC tương ứng. Độ phong phú là tham số được sử dụng nhiều nhất cho phân tích NMDS. Tuy nhiên, một số tham số khác như chỉ số IV, mật độ, sinh khối, độ che phủ, và thậm chí là sự vắng mặt/có mặt của loài cũng có thể được sử dụng để phân tích. Đặc điểm chung của bảng

số liệu đầu vào trong phân tích NMDS là thường có rất nhiều giá trị 0 do mỗi OTC chỉ có một số loài nhất định so với tổng số loài của tất cả các OTC nghiên cứu. Một đặc điểm nữa của bảng này là thường chỉ có một số ít các loài có độ phong phú cao, còn lại hầu hết các loài đều có độ phong phú thấp. Đây cũng là một đặc điểm đặc trưng của số liệu về cấu trúc quần xã thực vật rừng.

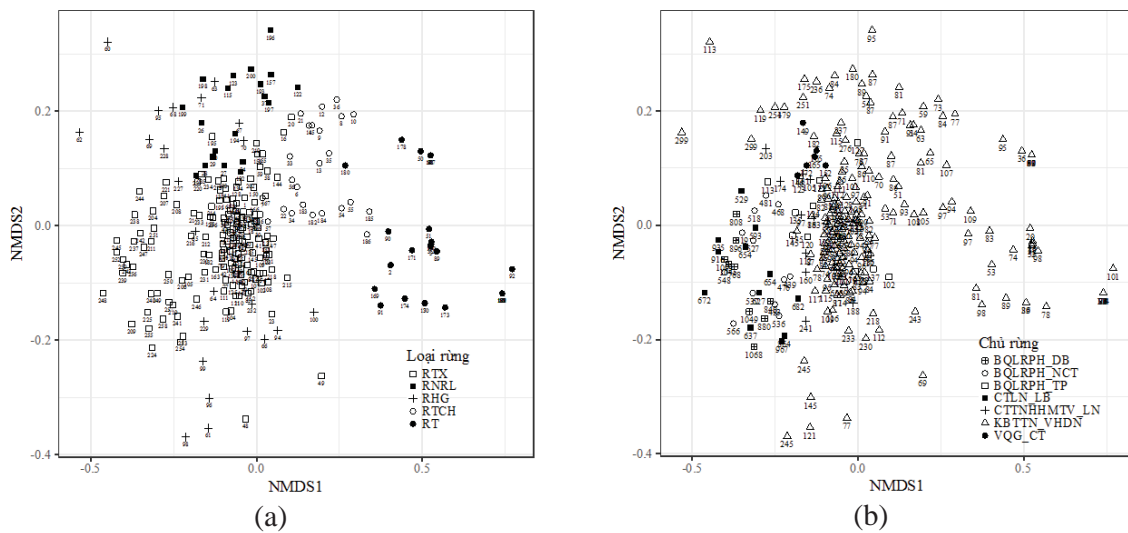
### 2.3. Phần mềm và phân tích NMDS

Việc phân tích NMDS có thể được thực hiện trên nhiều phần mềm. Tuy nhiên, trong bài báo này sử dụng phần mềm R (R Core Team, 2018) kết hợp với Rstudio phiên bản 1.1.453. Trong R hiện có hai hàm thuộc 2 gói (package) khác nhau được dùng để phân tích NMDS: hàm *isoMDS* trong gói *MASS* (Venables & Ripley 2002) và hàm *metaMDS* trong gói *vegan* (Oksanen *et al.*, 2018). Gói *vegan* ngoài khả năng phân tích NMDS còn rất nhiều thông tin bổ ích để tính toán các chỉ số định lượng trong nghiên cứu sinh thái quần xã thực vật rừng. Hàm *metaMDS* có nhiều điểm tiện dụng nên thường được ưa dùng hơn hàm *isoMDS* (Holland 2008). Nghiên cứu này sử dụng hàm *metaMDS* để phân tích dữ liệu. Trước khi sử dụng *metaMDS*, trong cửa sổ R hoặc RStudio người dùng có thể gõ câu lệnh *?metaMDS* để đọc hướng dẫn sử dụng, xem các thông số mặc định và thực hành ví dụ có sẵn về hàm đó. Người dùng có thể gọi *View(dune)* để tham khảo cấu trúc dữ liệu đầu vào trong file ví dụ có sẵn trong R. Kết quả phân tích NMDS được đánh giá thông qua giá trị Stress: Stress < 0,1 (rất tốt), 0,1 - 0,2 (tốt/phù hợp); 0,2 - 0,3 (chưa phù hợp) (Lefcheck 2012). Khoảng cách của các điểm số liệu trên không gian NMDS được trích xuất để tùy ý biểu diễn kết hợp với các biến khác phục vụ cho mục đích diễn giải kết quả. Ở nghiên cứu này, kết quả phân tích NMDS được biểu diễn với thông tin về loại rừng, chủ rừng và độ cao phân bố của OTC.

### III. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Sử dụng hàm *metaMDS* trong gói *vegan* để phân tích bộ số liệu gồm 253 OTC thu thập tại KDTSQĐN cho giá trị Stress = 0,174. Giá trị Stress này cho thấy kết quả sắp xếp các OTC theo thành phần loài của NMDS là tốt. Kết quả phân tích NMDS được thể hiện với thông tin về loại rừng (hình 1a) cho thấy các OTC ở rừng tự nhiên có xu hướng phân bố gần nhau (ở bên trái của không gian NMDS), trong khi các OTC ở rừng trồng cũng phân bố gần nhau nhưng tách biệt hẳn về phía đối diện (ở bên

phải không gian NMDS). Các OTC của RTX và RT hầu như không chồng ghép lên nhau và ở cách xa nhau, chúng tỏ có sự khác biệt rất rõ rệt về thành phần loài của hai loại rừng này. Cụ thể, số lượng loài cây gỗ có đường kính ngang ngực ( $D_{1,3} \geq 10$  cm ở các OTC RTX dao động từ 4 - 44 loài, trong khi đó ở RT chỉ là 1 - 5 loài và các loài ở hai loại rừng này là hầu như khác nhau. Các loài cây bản địa được trồng phổ biến, có nơi gần như tuyệt đối ở các RT như Dầu rái (*Dipterocarpus alatus* Roxb. ex G. Don), Sao đen (*Hopea odorata* Roxb.), v.v...



**Hình 1.** Kết quả sắp xếp 253 OTC theo thành phần loài sử dụng NMDS.

Mỗi điểm dữ liệu là 1 OTC và khoảng cách giữa các điểm thể hiện sự tương đồng về thành phần loài giữa các OTC. Các điểm càng gần nhau chứng tỏ các OTC càng giống nhau về thành phần loài và ngược lại. Kết quả phân tích NMDS được biểu diễn với thông tin về loại rừng (a) và thông tin về chủ rừng và độ cao phân bố của OTC (b).

Đám mây điểm của RTCH có phân bố gần với đám mây điểm của RTX và tách biệt rõ rệt với đám mây điểm của RT (hình 1a). Điều này một mặt cho thấy tổ thành loài của RTCH có sự tương đồng với tổ thành loài của RTX nhưng lại khác rõ rệt so với tổ thành của RT. Loài cây chủ đạo được trồng ở các RTCH từ khoảng 20 năm trước là Muồng đen (*Senna siamea* (Lamk. Irwin & Barneby)) và Dầu rái (*D. alatus* Roxb. ex G. Don) nhưng do việc không tác động trong nhiều năm nên trong tổ thành của RTCH hiện đã có sự xuất hiện và chiếm ưu thế của nhiều loài cây rừng tự nhiên

khác như Chò chai (*Hopea recopei* Pierre.), Nhàu nhuộm (*Morinda citrifolia* L.), Thừng mực lông (*Wrightia pubescens* R. Br. subsp. lanati (Bl.) Ngăn.), Bình linh ba lá (*Vitex tripinnata* (Lour.) Merr.) v.v... (hình 2b). Số lượng loài trong RTCH dao động từ 5 - 28 loài, cao hơn hẳn so với RT (1 - 5 loài).

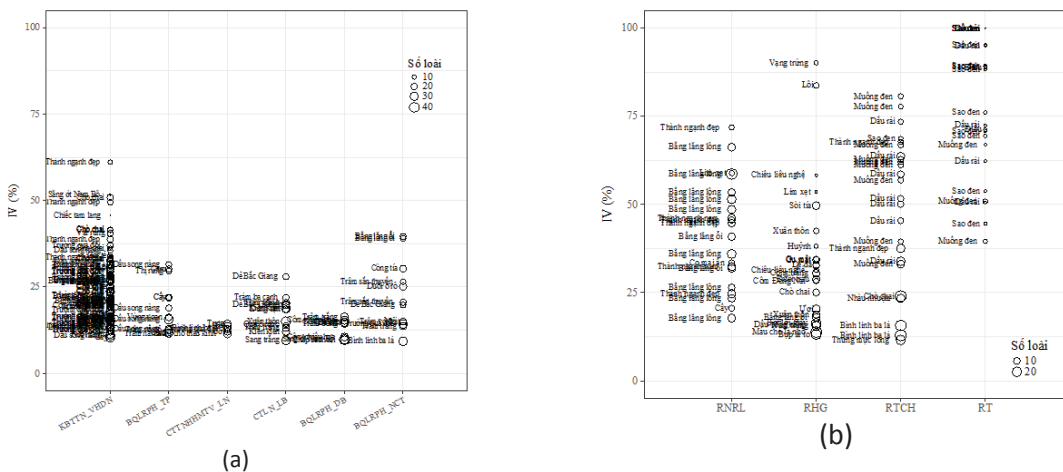
Đám mây điểm của RNRL nằm khá tách biệt ở phía bên trên bên trái của không gian NMDS và có một phần chồng chéo với đám mây điểm của rừng RHG và RTX (hình 1a). Điều này là do các OTC này có một số loài chung. Nói cách khác, kết quả này cũng có thể gợi ý sự

chuyển dịch thành phân loài giữa một số loại rừng. Ví dụ xen giữa các RTX đôi khi có sự xuất hiện của nhiều cá thể thuộc loài nửa rụng lá, hoặc ở những khu vực RTX ẩm ướt có sự xâm nhập của tre nứa.

So với các loại rừng khác, đám mây điểm của RTX có mức độ tập trung cao ở giữa không gian NMDS (hình 1a). Kết quả ở hình 1b cho thấy hầu hết các OTC phân bố sát nhau này là thuộc ở KBTTNVHĐN, chứng tỏ sự tương đồng cao về tổ thành rừng ở khu vực này. Các OTC ở CTTNHHMTVLN, BQLRPHTP cũng phân bố gần với các OTC ở KBTTNVHĐN, trong khi các OTC ở Lâm Đồng và Đắk Nông phân bố khá rời rạc ở phía bên phải của không gian NMDS (hình 1b). Điều này cho thấy tổ thành của rừng ở khu vực Đồng Nai nói chung có độ tương đồng cao hơn so với tổ thành ở các tỉnh khác. Điều này có thể liên quan đến thực tế là khu vực Đồng Nai có độ cao thấp (~ 150 m so mặt nước biển), trái lại, Lâm Đồng và Đắk Nông ở độ cao cao hơn (> 500 m so với mực nước biển) (hình 1b).

Sự phân bố “ghép cụm” trong mỗi loại rừng và các “cụm” này không chồng chéo rõ rệt giữa các loại rừng cho thấy mỗi loại rừng có thành phần loài phân định khá rõ rệt (hình 2a, b). Các loài ưu thế của 5 loại rừng này ít khi giống nhau trừ một số loài như Thành ngạnh (*Cratoxylum* sp.) là loài tiên phong sống dài và

chịu được nhiều điều kiện môi trường. RTX thường chiếm ưu thế bởi các loài như Chò chai (*H. recopei* Pierre.), Trường quả đôi (*Arytera littoralis* Blume), Dầu song nằng (*Dipterocarpus dyeri* Pierre in Laness.), Gội tẻ (*Aglaia korthalsii* Miq.), Bình linh (*Vitex* sp.), Trám ba cạnh (*Canarium bengalense* Roxb.), Dẻ bắc giang (*Lithocarpus bacgiangensis* (Hickel & A. Camus) A. Camus), Thị rừng (*Diospyros silvatica* Roxb), Vùng xoan (*Careya arborea* Roxb.) v.v... (hình 2a). RNRL thường chiếm ưu thế bởi các loài Bằng lăng lông (*Lagerstroemia tomentosa* C. Presl), Bằng lăng ổi (*Lagerstroemia calyculata* Kurz), Thành ngạnh đẹp (*Cratoxylum formosum* (Jack) Benth. & Hook. f. ex Dyer). Rừng hỗn giao với tre nứa chiếm ưu thế bởi Xuân thôn (*Swintonia floribunda* Griff.), Chiêu liêu nghệ (*Terminalia triptera* Stapf.), Lim xẹt (*Peltophorum pterocarpum* (DC.) Backer ex K. Heyne), Gụ mật (*Sindora siamensis* Teysm. ex Miq.), Huỳnh 3 lá (*Tarrietia javanica* Blume) v.v... (hình 2b). Với RTCH và RT, loài chủ đạo thường là Muồng đen (*S. siamea* (Lamk. Irwin & Barneby)), Dầu rái (*D. alatus* Roxb. ex G. Don), Sao đen (*H. odorata* Roxb.) (hình 2b). Tuy nhiên, RTCH do đã trồng từ khoảng 20 năm trước và không có tác động nên tái sinh tự nhiên đã tạo nên rừng có tổ thành khác hẳn so với RT và gần giống hơn với tổ thành của rừng tự nhiên thường xanh.



**Hình 2.** Loài có chỉ số IV cao nhất trong các OTC nghiên cứu ở Rừng thường xanh ở các chủ rừng khác nhau (a) và ở các loại rừng khác nhau (b). Kích thước của mỗi vòng tròn điểm tỷ lệ thuận với số loài cây gỗ có đường kính  $\geq 10$  cm trong OTC.

Các hình thức tác động cũng ảnh hưởng đến cấu trúc tổ thành thực vật ở các loại rừng này. Tổ thành rừng ở KBTTNVHĐN đặc biệt là ở các rừng bị khai thác kiệt hoặc ảnh hưởng nặng bởi chiến tranh thường chiếm ưu thế cao bởi một số loài tiên phong như Thành ngạnh (*Cratogeomys* sp.), chiếm ~ 60% trong tổ thành (xem thêm trong Trần Lâm Đồng, 2018). Ngoài ra, rừng ở KBTTNVHĐN cũng thường đặc trưng và chiếm ưu thế cao (> 30%) bởi một số loài họ Dầu như Chò chai (*H. recopei* Pierre.), Dầu song nòng (*D. dyeri* Pierre in Laness) (hình 2a). Rừng ở BQLRPH Tân Phú cũng chiếm ưu thế bởi Dầu song nòng (*D. dyeri* Pierre in Laness.). Chiếm ưu thế của rừng ở Đắc Nông và Lâm Đồng là các loài Dẻ (*Lithocarpus* sp.), Trâm (*Syzygium* sp.), Duối ô rô (*Streblus ilicifolius* (Kurz.) Corn.), Còng tía (*Calophyllum calaba* L. var. *bracteatum* (Wight) Stevens.) (hình 2a). Ở CTTNHHMTVLN và BQLRPHĐR, rừng có độ ưu thế rất thấp, chỉ số IV của loài phổ biến nhất cũng thường < 15%. Độ ưu thế của các loài ở một số loại rừng khác như RNRL, RHG và RTCH cũng khá cao (hình 2b).

#### IV. KẾT LUẬN

NMDS phù hợp để xác định xu hướng tương đồng/khác biệt về tổ thành giữa các loại rừng ở KDTSQĐN. Từ kết quả trên không gian NMDS kết hợp với một số biến môi trường khác (ở đây là độ cao phân bố) giúp cung cấp nhiều thông tin bổ ích về cấu trúc tổ thành loài và xu hướng của chúng. Kết quả phân tích NMDS trong trường hợp ở ví dụ này cũng cho thấy hiệu quả của biện pháp trồng cây gỗ bản địa để khôi phục rừng tự nhiên. Sau 20 năm trồng, tổ thành của các RTCH tiến đến gần so với tổ thành của RTX và khác hẳn so với tổ thành của RT. Tuy nhiên, khoảng cách của đám mây điểm của RTCH so với đám mây điểm của RTX cho thấy các rừng RTCH vẫn cần nhiều thời gian để phục hồi tổ thành như các RTX hiện tại. Nghiên cứu này đã minh họa một ví dụ về việc áp dụng NMDS và khuyến nghị rằng phương pháp này nên được áp dụng rộng rãi trong nghiên cứu sinh thái, đặc biệt là ở giai đoạn phân tích số liệu nhằm tìm ra các xu hướng cho các phân tích sâu hơn.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Bruelheide, H., Böhnke, M., Both, S., Fang, T., Assmann, T., Baruffol, M., Bauhus, J., Buscot, F., Chen, X. - Y., Ding, B. - Y., Durka, W., Erfmeier, A., Fischer, M., Geißler, C., Guo, D., Guo, L. - D., Härdtle, W., He, J. - S., Hector, A., Kröber, W., Kühn, P., Lang, A.C., Nadrowski, K., Pei, K., Scherer - Lorenzen, M., Shi, X., Scholten, T., Schuldt, A., Trogisch, S., Oheimb, von, G., Welk, E., Wirth, C., Wu, Y. - T., Yang, X., Zeng, X., Zhang, S., Zhou, H., Ma, K. & Schmid, B., 2011. Community assembly during secondary forest succession in a Chinese subtropical forest. *Ecological Monographs*, 81, 25-41.
2. Bulafu, C., Baranga, D., Mucunguzi, P., Telford, R.J. & Vandvik, V., 2013. Massive structural and compositional changes over two decades in forest fragments near Kampala, Uganda. *Ecology and Evolution*, 3, 3804-3823.
3. Culmsee, H., Leuschner, C., Moser, G. & Pitopang, R., 2010. Forest aboveground biomass along an elevational transect in Sulawesi, Indonesia, and the role of Fagaceae in tropical montane rain forests. *Journal of Biogeography*, 37, 960-974.
4. Holland, S., 2008. Non - metric multidimensional scaling (MDS). [accessed 23 May 2018].
5. Katovai, E., Sirikolo, M., Srinivasan, U., Edwards, W. & Laurance, W.F. 2016. Factors influencing tree diversity and compositional change across logged forests in the Solomon Islands. *Forest Ecology and Management*, 372, 53-63.
6. Kenkel, N.C. & Orlóci, L., 1986. Applying Metric and Nonmetric Multidimensional Scaling to Ecological Studies: Some New Results. *Ecology*, 67, 919-928.

7. Kruskal, J.B., 1964. Nonmetric multidimensional scaling: a numerical method. *Psychometrika*, 29, 115-129.
8. Lefcheck, J.S., 2012. NMDS tutorial in R. URL <https://jonlefecheck.net/2012/10/24/nmDS-tutorial-in-r/> [accessed 23 May 2018].
9. Legendre, P. & Gallagher, E.D., 2001. Ecologically meaningful transformations for ordination of species data. *Oecologia*, 129, 271-280.
10. Nguyễn Đắc Triển, Bùi Thế Đồi, Phạm Minh Toại Ngô Thế Long, 2014. Nghiên cứu đặc điểm tái sinh lỗ trống rừng lá rộng thường xanh tại Vườn Quốc gia Xuân Sơn. Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn, Kỳ 1 - Tháng 10.
11. Oksanen, J., 2004. *Multivariate Analysis in Ecology*.
12. Oksanen, J., Blanchet, F.G., Friendly, M., Kindt, R., Legendre, P., McGlinn, D., Minchin, P.R., O'Hara, B.R., Simpson, G.L., Solymos, P., Henry, M., Stevens, H., Szoecs, E. & Wagner, H., 2018. *vegan: Community Ecology Package*. R package version 2.5 - 2.
13. R Core Team., 2018. *R: A language and environment for statistical computing*. Vienna, Austria. [accessed 24 May 2018].
14. Trần Lâm Đồng, 2018. Nghiên cứu đánh giá diễn thế phục hồi hệ sinh thái rừng và đề xuất giải pháp bảo tồn tại Khu dự trữ Sinh quyển Đồng Nai. Báo cáo tổng kết đề tài nghiên cứu khoa học cấp Quốc gia. B.) *Modern Applied Statistics with S*, Fourth Edition. Springer, New York.

**Email tác giả liên hệ:** thuy.nguyen.um@gmail.com

**Ngày nhận bài:** 21/02/2020

**Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa:** 12/03/2020

**Ngày duyệt đăng:** 30/03/2020