

## Phân tích hiệu quả Kinh tế - Môi trường của mô hình trồng keo trầm tại Bình Định: Nghiên cứu tại 3 huyện: An Lão, Hoài Ân, Vĩnh Thạnh

Lê Thị Cảnh<sup>1</sup>, Phan Thị Diễm<sup>1\*</sup>, Nguyễn Thị Xuân Thanh<sup>1</sup>, Vũ Văn Thành<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Trường Đại học Quang Trung, số 327 Đào Tấn, Phường Nhơn Phú, TP. Quy Nhơn, tỉnh Bình Định

<sup>2</sup>Phân viện Điều tra Quy hoạch rừng Nam Trung Bộ và Tây Nguyên, số 3 Lý Thái Tổ, Phường Quang Trung, TP. Quy Nhơn, tỉnh Bình Định.

\* Tác giả liên hệ: [ptdiem@qtu.edu.vn](mailto:ptdiem@qtu.edu.vn)

THÔNG TIN BÀI BÁO	TÓM TẮT
Ngày nhận: 4/3/2025	<p>Nghiên cứu này đánh giá hiệu quả kinh tế - môi trường và rủi ro của mô hình trồng keo trầm tại ba tiểu vùng sinh thái ở Bình Định (An Lão, Hoài Ân, Vĩnh Thạnh). Kết quả cho thấy Hoài Ân đạt hiệu quả kinh tế cao nhất (NPV 92,4 triệu đồng/ha) nhờ điều kiện canh tác thuận lợi, trong khi Vĩnh Thạnh có lợi thế về môi trường với khả năng hấp thụ CO<sub>2</sub> 13,2 tấn/ha/năm. Mô hình cũng giúp giảm 35,2% xói mòn đất và cải thiện độ phì nhiêu. Tuy nhiên, rủi ro từ biến động giá và khí hậu có thể làm giảm tới 49% lợi nhuận. Nghiên cứu đề xuất các giải pháp đặc thù vùng như áp dụng chứng chỉ FSC tại Hoài Ân, tưới tiết kiệm ở An Lão và phát triển giống chịu hạn cho Vĩnh Thạnh, nhằm phát triển bền vững mô hình keo trầm trong bối cảnh biến đổi khí hậu.</p>
Ngày hoàn thiện: 17/3/2025	
Ngày chấp nhận: 20/3/2025	
Ngày đăng: 2/4/2025	
<b>TỪ KHÓA</b>	
Keo trầm;	
Kinh tế;	
SWOT;	
FSC;	
Môi trường;	
Bình Định.	

## Economic–Environmental efficiency analysis of acacia plantation model in Binh Dinh: A study in three districts: An Lao, Hoai An Vinh Thanh

Le Thi Canh<sup>1</sup>, Phan Thi Diem<sup>1\*</sup>, Nguyen Thi Xuan Thanh<sup>1</sup>, Vu Van Thanh<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Quang Trung University, 327 Dao Tan Street, Nhon Phu Ward, Quy Nhon City, Binh Dinh Province, Vietnam

<sup>2</sup>Sub-Institute of Forest Inventory and Planning for South Central and Central Highlands, 3 Ly Thai To Street, Quang Trung Ward, Quy Nhon City, Binh Dinh Province, Vietnam

\* Corresponding Author: [ptdiem@qtu.edu.vn](mailto:ptdiem@qtu.edu.vn)

ARTICLE INFO	ABSTRACT
Received: Mar 4 <sup>th</sup> , 2025	<p>This study evaluates the economic–environmental efficiency and associated risks of the acacia plantation model across three ecological subregions in Binh Dinh Province (An Lao, Hoai An, and Vinh Thanh). The results show that Hoai An achieved the highest economic efficiency (NPV of VND 92.4 million/ha) due to favorable cultivation conditions, while Vinh Thanh demonstrated the strongest environmental performance, with a CO<sub>2</sub> absorption capacity of 13.2 tons/ha/year. The model also contributed to a 35.2% reduction in soil erosion and improved soil fertility. However, risks from price fluctuations and climate variability could reduce profits by up to 49%. The study proposes region-specific solutions, such as implementing FSC certification in Hoai An, adopting water-saving irrigation techniques in An Lao, and developing drought-tolerant acacia varieties in Vinh Thanh, to ensure the sustainable development of acacia plantations in the context of climate change.</p>
Revised: Mar 17 <sup>th</sup> , 2025	
Accepted: Mar 20 <sup>th</sup> , 2025	
Published: Apr 2 <sup>nd</sup> , 2025	
<b>KEYWORDS</b>	
Acacia;	
Economy;	
SWOT;	
FSC;	
Environment;	
Binh Dinh.	

Doi:

Available online at: <https://js.lhu.edu.vn/index.php/lachong>.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong bối cảnh biến đổi khí hậu và áp lực phát triển kinh tế nông thôn, việc tìm kiếm các mô hình lâm nghiệp bền vững đang trở thành yêu cầu cấp thiết tại Việt Nam. Keo trầm (*Acacia auriculiformis*) nổi lên như một loài cây trồng chiến lược tại Bình Định với 18,500 ha đang canh tác (chiếm 34% diện tích rừng trồng toàn tỉnh). Tuy nhiên, tồn tại ba khoảng trống nghiên cứu quan trọng:

Thứ nhất, các đánh giá hiện tại chưa giải quyết được sự khác biệt không gian về hiệu quả kinh tế-môi trường giữa các tiểu vùng sinh thái. Nghiên cứu của Trần et al. (2022) chỉ tập trung vào phân tích tài chính mà bỏ qua yếu tố địa hình vốn chênh lệch đáng kể giữa các huyện An Lão, Hoài Ân và Vĩnh Thạnh.

Thứ hai, thiếu các chỉ số định lượng về dịch vụ hệ sinh thái, đặc biệt là khả năng hấp thụ carbon và kiểm soát xói mòn đất. Trong khi Ủy ban Liên chính phủ về Biến đổi khí hậu (IPCC) năm 2019 khuyến nghị cần tích hợp các chỉ số này vào đánh giá hiệu quả tổng hợp.

Thứ ba, chưa có phân tích rủi ro hệ thống trong bối cảnh biến động giá gỗ và khí hậu cực đoan - những yếu tố đã làm giảm 22-35% lợi nhuận của hộ trồng rừng giai đoạn 2017-2024 theo báo cáo của Sở NN&PTNT Bình Định.

Nghiên cứu này khắc phục các hạn chế trên thông qua cách tiếp cận đa phương pháp, kết hợp: Phân tích tài chính vi mô (NPV, IRR); Đo lường dịch vụ hệ sinh thái bằng mô hình RUSLE và phương trình allometric; Đánh giá rủi ro bằng mô phỏng Monte Carlo; Xây dựng khung chính sách thích ứng vùng. Kết quả nghiên cứu cung cấp bằng chứng khoa học để: Tối ưu hóa quy hoạch lâm nghiệp địa phương; Thiết kế chính sách hỗ trợ hộ trồng rừng; Đóng góp vào mục tiêu phát thải ròng bằng 0 của Việt Nam đến 2050.

## 2. MỤC TIÊU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1 Mục tiêu nghiên cứu

Nghiên cứu này được thực hiện nhằm:

Định lượng sự khác biệt không gian về hiệu quả kinh tế-môi trường của mô hình trồng keo trầm tại 3 tiểu vùng sinh thái đặc trưng (An Lão, Hoài Ân, Vĩnh Thạnh).

Xây dựng bộ chỉ số định lượng về dịch vụ hệ sinh thái, đặc biệt tập trung vào khả năng hấp thụ carbon và kiểm soát xói mòn đất.

Phân tích rủi ro hệ thống trong bối cảnh biến động thị trường và khí hậu cực đoan.

Đề xuất khung chính sách thích ứng theo đặc thù vùng.

### 2.2 Phương pháp nghiên cứu

#### 2.2.1 Thiết kế nghiên cứu

Áp dụng cách tiếp cận đa phương pháp kết hợp:

- Định lượng: Thu thập số liệu từ 240 hộ trồng keo (80 hộ/huyện) được chọn ngẫu nhiên phân tầng theo độ dốc địa hình.

- Định tính: Phỏng vấn sâu 15 chuyên gia lâm nghiệp và cán bộ địa phương.

#### 2.2.2 Công cụ phân tích

Phân tích kinh tế: Tính toán NPV, IRR sử dụng công thức:

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{B_t - C_t}{(1+r)^t} \quad (r = 10\%)$$

Đánh giá độ nhạy bằng mô phỏng Monte Carlo với 10,000 lần lặp.

Đánh giá môi trường: Lượng CO<sub>2</sub> hấp thụ: Áp dụng phương trình allometric của IPCC (2019).

AGB=0.15×(DBH)<sup>2</sup>×H×ρ (AGB: sinh khối trên mặt đất; DBH: đường kính ngang ngực; ρ: tỷ trọng gỗ).

Xói mòn đất: Sử dụng mô hình RUSLE

$$A=R \times K \times LS \times C \times P$$

#### 2.2.3 Phân tích dữ liệu

So sánh khác biệt vùng bằng ANOVA.

Phân tích hồi quy đa biến xác định yếu tố ảnh hưởng chính.

Xây dựng ma trận SWOT kết hợp với phân tích AHP để xác định ưu tiên chính sách.

## 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

### 3.1 Hiệu quả kinh tế

Để đánh giá toàn diện hiệu quả kinh tế của mô hình trồng keo trầm tại các tiểu vùng sinh thái khác nhau, nghiên cứu tiến hành phân tích 4 chỉ số tài chính quan trọng trên 240 hộ trồng keo đại diện cho 3 huyện. Các chỉ số được tính toán dựa trên dòng tiền thực tế trong chu kỳ 7 năm (2017-2024). Bảng 3.1 trình bày kết quả phân tích tài chính vi mô được thực hiện thông qua phương pháp dòng tiền chiết khấu (DCF), trong đó NPV phản ánh giá trị hiện tại ròng sau chu kỳ đầu tư, IRR thể hiện khả năng sinh lời nội tại, tỷ số B/C đo lường mức độ hiệu quả sử dụng vốn, và thời gian hoàn vốn chỉ ra tốc độ thu hồi vốn ban đầu. Các giá trị trung bình kèm độ lệch chuẩn được tính toán từ tập dữ liệu của 80 hộ mỗi huyện, qua đó không chỉ cho thấy sự khác biệt giữa các vùng mà còn phản ánh mức độ đồng đều về hiệu quả kinh tế giữa các hộ trồng keo trong cùng địa bàn.

Bảng 3.1 So sánh chỉ số tài chính

Huyện	NPV (triệu đồng/ha)	IRR (%)	B/C	Thời gian hoàn vốn (năm)
An Lão	85.2 ± 3.8	19.5 ± 1.2	1.9	4.2
Hoài Ân	92.4 ± 4.1	21.8 ± 1.5	2.1	3.8
Vĩnh Thạnh	78.6 ± 5.2	17.2 ± 1.8	1.7	4.7

Kết quả bảng 3.1. cho thấy huyện Hoài Ân đạt hiệu quả cao nhất với NPV 92.4±4.1 triệu đồng/ha và IRR 21.8±1.5%, vượt trội hơn so với An Lão (NPV 85.2 triệu, IRR 19.5%) và Vĩnh Thạnh (NPV 78.6 triệu, IRR 17.2%). Tỷ số B/C đều >1 ở cả 3 huyện, chứng tỏ mô hình có lãi,

trong đó Hoài Ân đạt 2.1 (cao nhất), Vĩnh Thạnh thấp nhất (1.7) Thời gian hoàn vốn ngắn nhất tại Hoài Ân (3.8 năm), dài nhất ở Vĩnh Thạnh (4.7 năm).

Sự chênh lệch này chủ yếu bắt nguồn từ điều kiện tự nhiên và kỹ thuật canh tác đặc thù của từng vùng. Hoài Ân có lợi thế nhờ địa hình bằng phẳng giúp giảm 15-20% chi phí nhân công, đất phù sa cò cho năng suất cao, cùng hệ thống thủy lợi hoàn chỉnh. Ngược lại, Vĩnh Thạnh gặp nhiều khó khăn do địa hình đồi dốc làm tăng chi phí vận chuyển, tỷ lệ hao hụt cây giống cao và điều kiện thời tiết khắc nghiệt.

Đáng chú ý, độ lệch chuẩn trong các chỉ số phản ánh mức độ rủi ro khác nhau giữa các địa phương. Vĩnh Thạnh có biến động NPV lớn nhất ( $\pm 5.2$  triệu đồng), trong khi An Lão thể hiện sự ổn định cao nhất về IRR ( $\pm 1.2\%$ ). Mặc dù vậy, tất cả các vùng đều đạt IRR trên 15% là ngưỡng được coi là hấp dẫn đối với các nhà đầu tư trong lĩnh vực lâm nghiệp

### 3.2 Hiệu quả môi trường

Nghiên cứu tiến hành đánh giá toàn diện tác động môi trường của mô hình trồng keo trầm thông qua ba chỉ tiêu chính: khả năng hấp thụ CO<sub>2</sub>, hiệu quả giảm xói mòn và đa dạng thực vật.

**Bảng 3.2** Chỉ số môi trường

Chỉ tiêu	An Lão	Hoài Ân	Vĩnh Thạnh	p-value
CO <sub>2</sub> hấp thụ (tấn/ha/năm)	11.8 ± 1.2	12.5 ± 1.5	13.2 ± 1.8	0.032*
Giảm xói mòn (%)	32.5 ± 2.8	35.2 ± 3.1	38.4 ± 3.5	0.021*
Số loài thực vật tăng thêm	8 ± 1	9 ± 2	10 ± 2	0.215

Phân tích hiệu quả môi trường ở bảng 3.2. của mô hình trồng keo trầm tại 3 huyện An Lão, Hoài Ân và Vĩnh Thạnh cho thấy sự khác biệt rõ rệt giữa các địa phương. Vĩnh Thạnh nổi bật với khả năng hấp thụ CO<sub>2</sub> đạt  $13.2 \pm 1.8$  tấn/ha/năm và hiệu quả giảm xói mòn lên tới  $38.4 \pm 3.5\%$ , cao hơn đáng kể so với Hoài Ân ( $12.5 \pm 1.5$  tấn CO<sub>2</sub> và  $35.2 \pm 3.1\%$ ) và An Lão ( $11.8 \pm 1.2$  tấn CO<sub>2</sub> và  $32.5 \pm 2.8\%$ ). Sự khác biệt này có ý nghĩa thống kê (p-value lần lượt là 0.032 và 0.021), cho thấy điều kiện sinh thái tại Vĩnh Thạnh có thể đặc biệt phù hợp cho sự phát triển của keo trầm. Trong khi đó, chỉ số đa dạng thực vật tăng thêm dao động từ 8-10 loài giữa các huyện nhưng không có sự khác biệt thống kê (p-value = 0.215), điều này cho thấy mô hình trồng keo trầm có tác động tương đối đồng đều đến hệ thực vật bản địa.

### 3.3 Phân tích rủi ro

Để đánh giá mức độ rủi ro và tính bền vững của mô hình trồng keo trầm trước các biến động thị trường và chi phí, nghiên cứu đã áp dụng phương pháp mô phỏng Monte Carlo với 4 kịch bản chính: (1) Kịch bản cơ sở với điều kiện bình thường; (2) Giảm 20% giá bán sản phẩm; (3) Tăng 15% chi phí đầu vào; và (4) Kịch bản kết hợp xấu nhất. Mỗi kịch bản được phân tích dựa trên xác suất xảy ra

cùng các chỉ tiêu tài chính quan trọng gồm Giá trị hiện tại ròng (NPV) và Tỷ suất hoàn vốn nội bộ (IRR).

**Bảng 3.3** Kết quả mô phỏng Monte Carlo

Kịch bản	Xác suất xảy ra	NPV trung bình (triệu đồng)	IRR trung bình (%)
Cơ sở	45%	85.2	19.5
Giá giảm 20%	25%	59.7	15.8
Chi phí tăng 15%	20%	71.3	17.2
Kết hợp xấu nhất	10%	43.7	12.5

Kết quả mô phỏng được trình bày tại Bảng 3.3, cung cấp cơ sở khoa học để đánh giá khả năng chống chịu của mô hình trước các rủi ro tiềm ẩn, đồng thời hỗ trợ công tác hoạch định chính sách và ra quyết định đầu tư. Kết quả mô phỏng cho thấy mô hình trồng keo trầm duy trì hiệu quả kinh tế khả quan trong điều kiện bình thường với NPV trung bình đạt 85.2 triệu đồng và IRR 19.5%, chiếm tỷ lệ xác suất cao nhất (45%). Tuy nhiên, mô hình thể hiện mức độ nhạy cảm đáng kể trước các biến động bất lợi: khi giá giảm 20%, NPV giảm mạnh xuống còn 59.7 triệu đồng (IRR 15.8%) với xác suất 25%; trong khi kịch bản chi phí tăng 15% làm NPV giảm xuống 71.3 triệu đồng (IRR 17.2%) ở xác suất 20%. Đáng chú ý, kịch bản kết hợp xấu nhất (xác suất 10%) đẩy NPV xuống mức thấp nhất 43.7 triệu đồng (IRR 12.5%), cho thấy rủi ro tiềm ẩn đáng kể khi đồng thời xảy ra cả biến động giá và chi phí.

### 3.4 Phân tích SWOT-AHP

Để đánh giá toàn diện tiềm năng phát triển bền vững mô hình trồng keo trầm tại địa bàn nghiên cứu, chúng tôi tiến hành phân tích SWOT với 4 yếu tố cốt lõi. Phân tích này không chỉ xem xét các lợi thế nội tại về khả năng thích nghi khí hậu và chu kỳ sinh trưởng ngắn của cây keo trầm, mà còn chỉ ra những hạn chế cần khắc phục như sự phụ thuộc vào thị trường gỗ và rủi ro sâu bệnh. Đồng thời, nghiên cứu cũng đánh giá các cơ hội mở rộng thị trường trong bối cảnh nhu cầu gỗ nguyên liệu gia tăng và những thách thức từ môi trường cạnh tranh với các loại cây trồng khác hay tác động của biến đổi khí hậu.

**Bảng 3.4** Phân tích SWOT mô hình trồng keo trầm

Điểm mạnh (S)	Điểm yếu (W)
- Thích nghi tốt với khí hậu	- Phụ thuộc vào biến động giá gỗ
- Chu kỳ thu hoạch ngắn (5-7 năm)	- Rủi ro sâu bệnh (sâu đục thân)
Cơ hội (O)	Thách thức (T)
- Nhu cầu gỗ nguyên liệu tăng	- Cạnh tranh với cây trồng khác (cao su, bạch đàn)
- Chính sách hỗ trợ trồng rừng	- Biến đổi khí hậu (hạn hán)

kéo dài)

Kết quả phân tích SWOT cho thấy mô hình trồng keo trầm có nhiều triển vọng nhưng cũng tồn tại không ít thách thức cần giải quyết. Về điểm mạnh, keo trầm thể hiện ưu thế rõ rệt nhờ khả năng thích nghi tốt với điều kiện khí hậu địa phương cùng chu kỳ thu hoạch ngắn (5-7 năm), giúp người trồng nhanh chóng thu hồi vốn và luân phiên vụ mới. Tuy nhiên, mô hình này cũng bộc lộ điểm yếu đáng quan tâm khi phụ thuộc nhiều vào biến động giá gỗ trên thị trường và thường xuyên đối mặt với rủi ro sâu bệnh, đặc biệt là sâu đục thân - loại sâu hại có thể gây thiệt hại nặng nề về năng suất.

Về cơ hội, nhu cầu gỗ nguyên liệu ngày càng tăng trong ngành công nghiệp chế biến gỗ cùng với các chính sách hỗ trợ trồng rừng của Nhà nước tạo điều kiện thuận lợi để mở rộng diện tích và nâng cao hiệu quả kinh tế. Song song đó, mô hình cũng đứng trước những thách thức không nhỏ từ sự cạnh tranh với các loại cây trồng khác có giá trị kinh tế cao như cao su hay bạch đàn, cùng với những tác động ngày càng rõ rệt của biến đổi khí hậu, đặc biệt là tình trạng hạn hán kéo dài có thể ảnh hưởng đến sinh trưởng và năng suất cây trồng.

Như vậy, để phát triển bền vững mô hình trồng keo trầm, cần có giải pháp đồng bộ tận dụng tối đa các điểm mạnh và cơ hội, đồng thời khắc phục điểm yếu và ứng phó hiệu quả với các thách thức. Cụ thể, cần đa dạng hóa thị trường tiêu thụ, áp dụng các biện pháp phòng trừ sâu bệnh hiệu quả, đồng thời nghiên cứu các giống keo trầm có khả năng chịu hạn tốt để thích ứng với biến đổi khí hậu.

Để xác định các giải pháp ưu tiên nhằm phát triển bền vững mô hình trồng keo trầm, nghiên cứu đã tiến hành đánh giá mức độ ảnh hưởng của các yếu tố then chốt thông qua phương pháp chuyên gia và phân tích AHP. Các yếu tố được xem xét bao gồm: (1) Biến động giá bán là yếu tố thị trường có tác động trực tiếp đến hiệu quả kinh tế; (2) Sâu bệnh hại - rủi ro kỹ thuật thường xuyên; (3) Chính sách hỗ trợ - yếu tố thể chế; và (4) Biến đổi khí hậu - thách thức dài hạn.

**Bảng 3.5** Trọng số các yếu tố

Yếu tố	Trọng số	Giải pháp ưu tiên
Giá bán biến động	0.32	Đa dạng hóa sản phẩm
Sâu bệnh	0.25	Hệ thống cảnh báo sớm
Chính sách hỗ trợ	0.18	Xúc tiến FSC
Biến đổi khí hậu	0.25	Giống chịu hạn

Kết quả đánh giá trọng số và các giải pháp ứng phó tương ứng được trình bày tại Bảng 3.5, trong đó giá bán biến động được xác định là yếu tố có mức độ ảnh hưởng lớn nhất (trọng số 0.32), tiếp theo là sâu bệnh và biến đổi khí hậu (cùng trọng số 0.25). Căn cứ vào kết quả này, nghiên cứu đề xuất các giải pháp mang tính chiến lược, bao gồm đa dạng hóa sản phẩm, xây dựng hệ thống cảnh báo sớm sâu bệnh, thúc đẩy chứng chỉ rừng FSC và phát

triển giống chịu hạn, nhằm giảm thiểu rủi ro và nâng cao hiệu quả bền vững cho mô hình.

### 3.5 Đề xuất chính sách

Trên cơ sở phân tích hiệu quả kinh tế - môi trường và các yếu tố rủi ro theo từng địa bàn, nghiên cứu đề xuất các giải pháp đặc thù vùng nhằm tối ưu hóa mô hình trồng keo trầm tại 3 huyện. Các giải pháp được xây dựng dựa trên đặc điểm sinh thái, tiềm năng kinh tế và thách thức riêng của mỗi khu vực, tập trung vào hai nhóm chính: (1) Giải pháp kinh tế - nâng cao hiệu quả sản xuất và giá trị sản phẩm; (2) Giải pháp môi trường - đảm bảo tính bền vững sinh thái. Mức độ ưu tiên được xác định dựa trên mức độ cấp thiết và tiềm năng tác động tại mỗi địa phương. Kết quả cụ thể được trình bày tại Bảng 3.6, trong đó Hoài Ân được đánh giá là khu vực cần ưu tiên triển khai giải pháp ở mức độ rất cao do tiềm năng phát triển bền vững thông qua chứng chỉ FSC và trồng xen canh, trong khi Vĩnh Thạnh với điều kiện thuận lợi hơn có mức độ ưu tiên trung bình.

**Bảng 3.6** Giải pháp đặc thù vùng

Huyện	Giải pháp kinh tế	Giải pháp môi trường	Mức độ ưu tiên
An Lão	Tưới nhỏ giọt	Băng xanh chống xói mòn	Cao
Hoài Ân	Chứng chỉ FSC	Trồng xen	Rất cao
Vĩnh Thạnh	Giống tiên	Hệ thống bể carbon	Trung bình

### 3.6 Hiệu quả môi trường

**Bảng 3.7** Phân tích hiệu quả môi trường

Chỉ tiêu môi trường	Giá trị đo được	Tương đương/quy đổi	So sánh với đất trồng
Hấp thụ CO <sub>2</sub>	12.5 ± 1.8 tấn/ha/năm	45 O <sub>2</sub> /ha/năm	Gấp 3.2 lần
Giảm xói mòn	35.2%	2.8 tấn đất/ha/năm	Giảm 1.5 tấn so với đối chứng
Cải thiện độ phì	Tăng 0.8% độ mùn	Tương đương 12kg N/ha	Gấp 1.8 lần sau 3 năm

Mô hình trồng keo trầm thể hiện hiệu quả tích cực về mặt môi trường qua các chỉ số đo đạc được. Về khả năng hấp thụ khí nhà kính, hệ thống rừng trồng này có thể hấp thụ trung bình 12.5 tấn CO<sub>2</sub> mỗi hecta mỗi năm, tương đương với việc tạo ra 45 tấn khí O<sub>2</sub> đáp ứng nhu cầu hô hấp cho khoảng 150 người trưởng thành. Đặc biệt, hiệu quả giảm xói mòn đạt 35.2%, tương ứng với việc giữ lại 2.8 tấn đất trên mỗi hecta so với đất trồng, qua đó góp phần quan trọng trong bảo vệ tài nguyên đất tại các khu vực đồi núi dốc. Sau 3 năm canh tác, độ phì nhiêu đất được cải thiện rõ rệt với chỉ số độ mùn tăng 0.8%, tương

đương bổ sung 12kg đạm (N) tự nhiên cho mỗi hecta, tạo nền tảng cho phát triển bền vững. Các kết quả này không chỉ khẳng định giá trị sinh thái của mô hình mà còn mở ra tiềm năng phát triển các dự án carbon tín chỉ trong tương lai.

## 5. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

### 5.1 Kết luận

Nghiên cứu đã đánh giá toàn diện hiệu quả kinh tế - môi trường và rủi ro của mô hình trồng keo trầm tại ba tiểu vùng sinh thái (An Lão, Hoài Ân, Vĩnh Thạnh) ở Bình Định, đồng thời đề xuất các giải pháp chính sách phù hợp. Các kết quả chính bao gồm:

Hiệu quả kinh tế có sự khác biệt rõ rệt giữa các vùng: Hoài Ân đạt NPV cao nhất (92,4 triệu đồng/ha) nhờ điều kiện địa hình thuận lợi, trong khi Vĩnh Thạnh có lợi nhuận thấp hơn (78,6 triệu đồng/ha) do địa hình dốc và chi phí canh tác cao.

Dịch vụ hệ sinh thái đáng kể: Keo trầm có khả năng hấp thụ CO<sub>2</sub> trung bình 12,5 tấn/ha/năm, giảm xói mòn đất 35,2% và cải thiện độ phì nhiêu đất (tăng 0,8% độ mùn sau 3 năm). Vĩnh Thạnh nổi bật với hiệu quả môi trường cao nhất (13,2 tấn CO<sub>2</sub>/ha/năm).

Rủi ro từ biến động thị trường và khí hậu: Mô phỏng Monte Carlo cho thấy NPV có thể giảm 49% (xuống còn 43,7 triệu đồng/ha) trong kịch bản xấu nhất (giá giảm 20% + chi phí tăng 15%).

Giải pháp đặc thù vùng: Hoài Ân cần ưu tiên chứng chỉ FSC và trồng xen canh, An Lão nên áp dụng tưới nhỏ giọt và biện pháp chống xói mòn, trong khi Vĩnh Thạnh cần tập trung vào giống cải tiến chịu hạn. Kết quả nghiên cứu khẳng định keo trầm là mô hình lâm nghiệp bền vững, đóng góp vào mục tiêu kinh tế nông thôn và giảm phát thải carbon của Việt Nam.

### 5.2 Kiến nghị

#### 5.2.1 Đối với chính quyền địa phương

Quy hoạch vùng trồng keo trầm tối ưu: Ưu tiên mở rộng diện tích tại Hoài Ân và An Lão, đồng thời hỗ trợ kỹ thuật canh tác bền vững cho Vĩnh Thạnh.

Xây dựng chính sách hỗ trợ: Hỗ trợ vốn và kỹ thuật cho hộ trồng rừng áp dụng công nghệ tưới tiết kiệm (An Lão) và giống chịu hạn (Vĩnh Thạnh); Khuyến khích chứng chỉ rừng bền vững (FSC/PEFC) để nâng cao giá trị gỗ keo trầm.

Phát triển thị trường carbon: Đo đạc và báo cáo lượng CO<sub>2</sub> hấp thụ để tham gia thị trường tín chỉ carbon.

#### 5.2.2 Đối với hộ trồng rừng

Đa dạng hóa thu nhập: Kết hợp trồng xen cây họ đậu hoặc dược liệu để giảm rủi ro thị trường.

Ứng dụng công nghệ: Sử dụng hệ thống cảnh báo sớm sâu bệnh và mô hình dự báo giá để chủ động điều chỉnh kế hoạch sản xuất.

Tham gia liên kết chuỗi giá trị: Hợp tác với doanh nghiệp chế biến gỗ để ổn định đầu ra.

#### 5.2.3 Hướng nghiên cứu tiếp theo

Đánh giá hiệu quả của các giống keo lai có năng suất và khả năng chịu hạn cao hơn.

Nghiên cứu mô hình keo trầm kết hợp năng lượng tái tạo (như điện mặt trời áp mái) để tối ưu hóa sử dụng đất.

Phân tích sâu tác động của biến đổi khí hậu đến chu kỳ sinh trưởng và đề xuất giải pháp thích ứng.

## 6. TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Trần Văn Dũng (2022). Phân tích hiệu quả tài chính rừng trồng keo tại miền Trung Việt Nam. *Tạp chí Khoa học Lâm nghiệp*, 15(3), 45-60.
- [2] Sở NN&PTNT Bình Định (2024). Báo cáo hiệu quả kinh tế rừng trồng giai đoạn 2017-2024.
- [3] FAO (2020). Guidelines for Sustainable Forest Management in Southeast Asia.
- [4] IPCC (2019). 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.
- [5] Renard, K.G. et al. (1997). Predicting Soil Erosion by Water: A Guide to RUSLE. USDA.
- [6] Phạm Văn Điền (2021). Đa dạng sinh học trong rừng trồng keo ở Việt Nam. NXB Nông nghiệp.
- [7] Nguyễn Thị Bích Ngọc (2023). Phân tích rủi ro trong lâm nghiệp bằng mô phỏng Monte Carlo. *Tạp chí Kinh tế & Phát triển*, 12(4).
- [8] Bộ NN&PTNT (2022). Chính sách hỗ trợ phát triển rừng trồng bền vững đến 2030.
- [9] Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam (2020). Giống keo chịu hạn cho vùng khô hạn miền Trung.
- [10] UBND tỉnh Bình Định (2023). Quy hoạch phát triển lâm nghiệp tỉnh Bình Định 2021-2030.
- [11] Phan Văn Thắng et al. (2021). Kỹ thuật trồng keo trầm trên đất dốc tại Bình Định. NXB Quy Nhơn.
- [12] CIFOR (2018). Payment for Ecosystem Services in Acacia Plantations.