EDITORA CONHECIMENTO LIVRE



CIÊNCIAS AGRÁRIAS:
A MULTIDISCIPLINARIDADE DOS RECURSOS NATURAIS

VOLUME XXIV

Plínio Ferreira Pires

Ciências agrárias: a multidisciplinaridade dos recursos naturais

24ª ed.

Goiâna-GO
Editora Conhecimento Livre

Copyright© 2026 por Editora Conhecimento Livre

24ª ed.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Pires, Plínio Ferreira
P638C Ciências agrárias: a multidisciplinaridade dos recursos naturais

/ Plínio Ferreira Pires. – Goiânia-GO

Editora Conhecimento Livre, 2026

50 f.: il
DOI: 10.37423/2026.edcl1276
ISBN: 978-65-5367-776-0
Modo de acesso: World Wide Web
Incluir Bibliografia

1. agronomia 2. engenharia-florestal 3. engenharia-agrícola 4. engenharia-de-pesca I. Pires, Plínio Ferreira II. Título

CDU: 630

https://doi.org/10.37423/2026.edcl1276

O conteúdo dos artigos e sua correção ortográfica são de responsabilidade exclusiva dos seus respectivos autores.

EDITORA CONHECIMENTO LIVRE

Conselho Editorial

MSc Edson Ribeiro de Britto de Almeida Junior

MSc Humberto Costa

MSc Thays Merçon

MSc Adalberto Zorzo

MSc Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno

PHD Willian Douglas Guilherme

MSc Andrea Carla Agnes e Silva Pinto

Dr. Walmir Fernandes Pereira

MSc Edisio Alves de Aguiar Junior

MSc Rodrigo Sanchotene Silva

MSc Adriano Pereira da Silva

MSc Guilherme Fernando Ribeiro

MSc Fabricio Vieira Cavalcante

PHD Marcus Fernando da Silva Praxedes

MSc Simone Buchignani Maigret

Dr. Adilson Tadeu Basquerote

Dra. Thays Zigante Furlan

MSc Camila Concato

PHD Miguel Adriano Inácio

Dra. Anelisa Mota Gregoleti

PHD Jesus Rodrigues Lemos

MSc Karine Moreira Gomes Sales

Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares

MSc Pedro Panhoca da Silva

MSc Helton Rangel Coutinho Junior

MSc Carlos Augusto Zilli

MSc Euvaldo de Sousa Costa Junior

Dra. Suely Lopes de Azevedo

Dr. Francisco Odecio Sales

MSc Ezequiel Martins Ferreira

MSc Eliane Avelina de Azevedo Sampaio

MSc Carlos Eduardo De Oliveira Gontijo

Dr. Rodrigo Couto Santos

Dra. Milena Gaion Malosso

PHD Marcos Pereira Dos Santos

Editora Conhecimento Livre
Goiânia-GO
2026

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 5
AVALIAÇÃO DE RECURSO AMBIENTAL ATRAVÉS DE CURVA ESPÉCIE/ÁREA NA COMPLEXIDADE ESTRUTURAL E COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA
Carolina Dias Lelacher
Cleber Vinicius Akita Vitorio
João Paulo Fernandes de Almeida
Josimar Ribeiro de Almeida
Marcello Guimarães Couto
Patrícia dos Santos Matta
Raphael do Couto Pereira
Reynaldo Galvão Antunes
Zildenice Matias Guedes Maia
DOI 10.37423/260310824

CAPÍTULO 2 15
SASEER – SISTEMA DE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL, SOCIAL E ECONÔMICA EM ERVATEIRAS: ESTUDO EM UMA ERVATEIRA PARANAENSE
Elisete Dahmer Pfitscher
Edna Parente
Esther Devantier Mendes
DOI 10.37423/260310866

CAPÍTULO 3 19
CACAO EN LA AMAZONÍA PERUANA Y SU POSICIONAMIENTO GLOBAL: REVISIÓN SISTEMÁTICA
Jorge Enrique Pizango Piña
José Ozinaldo Alves de Sena
Lucimar Pontara Peres
DOI 10.37423/260410908

CAPÍTULO 4 42
DOSES E FONTES DE ADUBAÇÃO ORGÂNICA E MINERAL NA PRODUÇÃO DE ALFACE CRESPA NO CERRADO MINEIRO
Rúbia Rejane Ribeiro
José Luiz Rodrigues Torres
Wesley Ribeiro
DOI 10.37423/260410940

CAPÍTULO 5 46
ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO SOB DIFERENTES DOSES E FONTES E DE ADUBAÇÃO ORGÂNICA E MINERAL NO CULTIVO DA ALFACE CRESPA
Rúbia Rejane Ribeiro
José Luiz Rodrigues Torres
Wesley Ribeiro
DOI 10.37423/260410941

Capítulo 1

10.37423/260310824

AVALIAÇÃO DE RECURSO AMBIENTAL ATRAVÉS DE CURVA ESPÉCIE/ÁREA NA COMPLEXIDADE ESTRUTURAL E COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA

Carolina Dias Lelacher — *Dasi Consultoria E Engenharia*

Cleber Vinicius Akita Vitorio — *Instituto Espaço Templo*

João Paulo Fernandes de Almeida — *Gabinete do Comando do Exército em Brasília*

Josimar Ribeiro de Almeida — *Aposentado UFRJ*

Marcello Guimarães Couto — *HGB Consultoria e Gestão Ltda*

Patrícia dos Santos Matta — *Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ*

Raphael do Couto Pereira — *Troy University (EUA)*

Reynaldo Galvão Antunes — *Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ*

Zildenice Matias Guedes Maia — *Universidade do Estado do Rio Grande do Norte - UERN*

RESUMO

O objetivo deste trabalho é utilizar o método da curva espécie-área para proporcionar a avaliação do recurso ambiental da Ilha Grande, considerando a complexidade estrutural e a composição florística deste importante cenário ambiental e turístico do Estado do Rio de Janeiro. A floresta analisada apresenta alta heterogeneidade, que se intensifica com o aumento da cobertura vegetal. Essa característica foi evidenciada pelos valores do quociente de mistura de Jentsch, obtidos no nível I de abordagem: 1:14 para a população total, 1:10 para a população sem cipós, 1:13 para a população sem palmeiras e 1:9 para a população sem cipós e palmeiras. No nível II, os valores aumentaram para 1:3, e no nível III, para 1:2. O fato de os quocientes de mistura nos níveis II e III serem iguais para todas as frações do povoamento sugere que a presença de cipós e palmeiras é insignificante nesses níveis, indicando um menor impacto dessas espécies na estrutura florestal em escalas mais amplas. No entanto, no nível I, a remoção desses componentes elevou o quociente de mistura, aumentando, consequentemente, a heterogeneidade florística dessa fração da floresta. Esse aumento reflete a complexidade estrutural do ecossistema e a influência da composição florística na organização espacial da vegetação. Os resultados demonstram a importância da cobertura vegetal na variabilidade estrutural do ecossistema florestal, evidenciando que a heterogeneidade pode ser impactada por diferentes fatores ambientais e estruturais.Dessa forma, este estudo ressalta a necessidade de considerar múltiplos níveis de análise para uma caracterização mais detalhada da heterogeneidade florística, contribuindo para estratégias de manejo e conservação de ecossistemas tropicais.

Palavras-chaves: Heterogeneidade florística, cobertura vegetal, quociente de mistura, estrutura florestal, ecossistema.

INTRODUÇÃO

A Ilha Grande está inserida na região da Costa Verde, no sul do estado do Rio de Janeiro, próximo à fronteira litorânea com o estado de São Paulo. A região da Costa Verde possui um regime climático próprio, cujas similaridades com os padrões observados para a região sudeste do Brasil incluem a estação chuvosa entre novembro e abril e a estação seca entre junho e agosto. Os demais meses são de transição entre os períodos seco e chuvoso (Silva, 2019; Souza, 2019).

A Ilha Grande é considerada patrimônio nacional e está localizada no município de Angra dos Reis, no sul do estado do Rio de Janeiro. A ilha possui um dos maiores remanescentes de Mata Atlântica do estado e grande biodiversidade. Na Ilha Grande, a Vila Dois Rios está inserida nas bacias hidrográficas do rio Barra Grande e do rio Barra Pequena. Essas bacias possuem, respectivamente, 14,44 km² e 5,49 km² de área e apresentam drenagem exorreica, direcionando suas águas para a enseada de Dois Rios, na face sul da Ilha Grande. Nessas duas bacias ocorrem três tipos de estilos fluviais: florestado, rochoso e meândrico com sedimento fino (Ferreira, 2015; Oliveira, 2012).

Os canais florestados apresentam grande quantidade de vegetação arbórea ao longo das margens e/ou da calha fluvial. Os trechos com esse estilo possuem características de vale confinado, sem a presença de planícies de inundação. A maior parte dos trechos apresenta uma forma retilínea. Nas bacias, os canais florestados estão associados aos canais de menor nível hierárquico. As águas escoam com velocidade devido à declividade, no entanto, com volume de água menor. A localização, o tipo de vale, a densa vegetação e o fluxo de água nesses trechos concorrem para uma situação mais favorável quanto à sua preservação, principalmente pela dificuldade de acesso dos seres humanos a esses trechos dos canais (Santos, 2015).

Os canais rochosos apresentam em seus leitos uma enorme quantidade de blocos e matacões e, em alguns trechos, o embasamento cristalino exposto. Esse estilo fluvial também tem características de vale confinado, onde não há planícies e os trechos são quase todos retilíneos. Nas redes de drenagem, os canais rochosos fazem a ligação entre os estilos fluviais dos canais florestados e os canais meândricos com sedimento fino. Os canais rochosos são encontrados nos compartimentos geomorfológicos de serras, e a zona de transição para o estilo fluvial seguinte ocorre nas áreas onde há mudança para o compartimento geomorfológico de planícies fluviais e/ou flúvio-marinhas (Mendes, 2012).

A análise estrutural com objetivo de auxiliar na elaboração de planos de manejo não pode prescindir da avaliação estrutural que, embora seja uma tarefa difícil de interpretar, é interessante estudá-la e esclarecer o seu significado fitossociológico no desenvolvimento da floresta até o clímax (Gomes, 2020; Martins, 2023).

Ante o exposto, o objetivo deste trabalho é utilizar o método da curva espécie-área para proporcionar a avaliação do recurso ambiental da Ilha Grande, considerando a complexidade estrutural e a composição florística deste importante cenário ambiental e turístico do Estado do Rio de Janeiro.

Os parâmetros posição sociológica e regeneração natural constituem a estrutura vertical, sem a qual não seria possível a perfeita caracterização por ordem de importância ecológica das espécies. Com a introdução da estrutura vertical, ampliou-se o IVI, passando a ser denominado “Índice de Valor de Importância Ampliado” (IVIA) (Almeida, 2024; Rocha, 2023).

Os parâmetros quociente de mistura e grau de homogeneidade, embora não sejam integrados no cálculo do IVI ou do IVIA, por refletirem características do ecossistema e não das espécies, devem ser avaliados na análise estrutural, uma vez que representam informações adicionais na tomada de decisões quanto ao manejo (Carvalho, 2022).

A análise estrutural com objetivo de auxiliar na elaboração de planos de manejo não pode prescindir da avaliação estrutural que, embora seja uma tarefa difícil de interpretar, é interessante estudá-la e esclarecer o seu significado fitossociológico no desenvolvimento da floresta até o clímax (Gomes, 2020; Martins, 2023).

MATERIAL E MÉTODOS

Para a avaliação de amostragem, segundo Silva (2020), dentro dos processos aleatórios, o processo de amostragem em dois estágios é um processo aleatório restrito, onde o segundo estágio da amostragem fica restrito ou dependente do primeiro estágio. Sua principal vantagem é a redução dos custos resultantes da concentração da sub-amostragem dentro das unidades primárias. Neste processo, as unidades primárias e secundárias da amostragem são previamente definidas em forma e tamanho.

Vários tamanhos de parcelas amostrais foram testados, concluindo-se que as parcelas retangulares apresentam melhores resultados que as quadradas, podendo ser utilizadas, de uma maneira geral, parcelas de até 40 m de largura por 150 m de comprimento (Pereira, 2022). De acordo com Souza

(2022), o tamanho da amostra para estudos estruturais não deve ser inferior a 1 hectare, podendo variar a forma; entretanto, recomenda-se que se utilizem amostras de 20 m por 500 m como padrão. Unidades de amostras menores não terão a mesma eficácia em florestas tropicais (Almeida, 2023).

A população alvo deste estudo consiste da cobertura vegetal constituída de indivíduos com altura total (h) maior ou igual a 10 cm, o que implica em uma amplitude de distribuição grande. A amostragem foi dividida em três níveis de abordagem, em função do tamanho dos indivíduos, desta forma tem-se: Nível I - Para abordar indivíduos com altura total maior ou igual a 10 cm de DAP menor que 5 cm: Nível II - Para abordar indivíduos com DAP maior ou igual a 5 cm e menor que 20 cm. Nível III - Para abordar indivíduos com DAP maior ou igual a 20 cm (Ferreira, 2023).

Para o Nível I de abordagem, foram utilizadas faixas de 2 m de largura e 100 m de comprimento, que são as unidades primárias, divididas em parcelas de 2 m x 10 m (unidades secundárias), que por sua vez foram divididas em parcelas quadradas de 2 m de lado. As unidades de amostra utilizadas no Nível II consistiram de faixas de 10 m de largura e 100 m de comprimento (unidades secundárias) localizadas na metade da unidade de 20 m por 500 m do Nível III (unidade primária) e dividida em parcelas quadradas de 10 m de lado.

A forma e o tamanho das unidades de amostra do Nível III foram previamente estabelecidos, baseando-se na forma e tamanho propostos por Costa (2020). Dessa forma, foram utilizadas faixas de 1 hectare, com 20 m de largura e 500 m de comprimento, divididas em parcelas de 20 m por 100 m, e estas em sub-parcelas de 10 m x 20 m.

O sistema de amostragem adotado na coleta de dados foi misto, sistemático-aleatório, no qual as unidades de amostra do Nível III foram distribuídas sistematicamente segundo os eixos Norte-Sul e Leste-Oeste. As unidades secundárias de amostra do Nível II foram aleatoriamente sorteadas e distribuídas dentro das unidades de amostra do Nível III, e as unidades secundárias do Nível I foram sorteadas e distribuídas aleatoriamente dentro das unidades secundárias do Nível II, caracterizando dessa forma o processo de amostragem em dois estágios descrito por Lima (2023).

A amostragem preliminar consistiu na medição de 8 unidades do Nível III, 24 unidades secundárias no Nível II e 120 unidades secundárias no Nível I. A partir dos dados coletados nessa amostragem preliminar, foi calculada a intensidade ideal de amostragem para abordar quantitativamente a população (Oliveira, 2000).

A intensidade ideal para abordar qualitativamente, ou seja, para abordar a composição florística do povoamento foi obtida através da curva espécie-área. Para a tomada de amostras, uma parcela retangular é notadamente mais eficaz que uma quadrada de igual área, pois tende a incluir uma representação melhor da variação na comunidade. Para contornar esse problema, utilizam-se as curvas espécie-área.

Plotando em eixos de coordenadas o número de espécies obtido como função da área amostral, obtém-se uma curva assintótica, característica para cada comunidade. A amostragem é adequada quando um aumento de 10% na superfície amostral implica em um aumento de 10% no número de espécies. Este ponto da curva é determinado pela tangente à curva, sendo paralela à reta que passa pela interseção dos eixos coordenados e pelo ponto cujas coordenadas são 10% da área total e 10% do total de espécies. O ponto de tangência determina o tamanho mínimo da amostra (Rodrigues, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

As medidas de diversidade resultantes de índices podem servir como indicadores do equilíbrio de sistemas ecológicos, funcionando como ferramenta para o manejo ambiental (Holos, 2010; Rizzini, 1998).

A Tabela 1 apresenta os valores médios do quociente de mistura de Jentsch em cada nível de abordagem e para cada fração do povoamento, ou seja, população total, população sem cipó, população sem palmeiras e população sem cipó e palmeiras.

Tabela 1 -Quociente de mistura de Jentsch

Nível de Abordagem		**I**			**II**			**III**		
População	**Espécies**	**Indivíduos**	**QM**	**Espécies**	**Indivíduos**	**QM**	**Espécies**	**Indivíduos**	**QM**	QM
TOTAL	**141,958**	**1653,227**	**1:14**	**103,851**	**308,938**	**1:3**	**91,376**	**209,753**	**1:2**	**1:8**
Sem Cipós	**140,756**	**1039,178**	**1:10**	**102,961**	**298,129**	**1:3**	**91,378**	**209,754**	**1:2**	**1:6**
Sem Palmeiras	**140,451**	**1481,729**	**1:13**	**102,470**	**305.376**	**1:3**	**91,127**	**205,376**	**1:2**	**1:6**
Sem Cipós e Palmeira	**139,865**	**1858,923**	**1:9**	**101,46**	**296.873**	**1:3**	**91,127**	**205,378**	**1:2**	**1:5**

Como se pode observar na Tabela 1, a floresta estudada apresenta alta heterogeneidade, sendo essa característica mais evidente à medida que aumenta o tamanho da cobertura vegetal. No nível I de abordagem, os valores médios encontrados para o quociente de mistura de Jentsch foram de 1:14, 1:10, 1:13 e 1:9, respectivamente, para a população total, população sem cipós, população sem palmeiras e população sem cipós e palmeiras. Esses valores aumentam no nível II para 1:3 e no nível III para 1:2. O valor idêntico do quociente de mistura nos níveis II e III para as quatro frações do povoamento deve-se ao fato de que, nesses níveis, a presença de cipós e palmeiras é insignificante em relação ao total de indivíduos. Entretanto, no nível I, a remoção desses componentes aumenta o quociente de mistura e, consequentemente, a heterogeneidade florística dessa fração do povoamento (Silva, 2018).

A maior heterogeneidade do povoamento adulto pode ser explicada pelo menor número de indivíduos, consequência da competição por espaço. O número de espécies, embora ligeiramente inferior aos níveis I e II, permanece elevado, contribuindo para o aumento do quociente de mistura. A floresta estudada apresenta, em média, valores de 1:8, 1:6, 1:7 e 1:5 para o quociente de mistura, respectivamente, para a população total, sem palmeiras e sem cipós e palmeiras (Souza, 2022; Almeida, 2014).

O coeficiente de mistura de Jentsch fornece uma visão geral da composição florística da floresta, pois indica, em média, o número de indivíduos de cada espécie encontrados no povoamento. Assim, constitui um parâmetro útil para medir a intensidade de mistura das espécies e as possíveis condições de manejo. A maioria das espécies ocorre na classe de frequência I (0-20%), sendo 61,05%, 91,65% e 57,09%, respectivamente, para os níveis de abordagem I, II e III, os percentuais médios do número de espécies nessa classe. Esses valores indicam que as espécies apresentam distribuição espacial bastante irregular dentro da estrutura florestal, especialmente no nível II, onde apenas uma morfo espécie apresentou frequência absoluta média superior a 60%. Essa irregularidade na distribuição das espécies reforça a heterogeneidade florística dentro de cada amostra (Pereira, 2022; Costa, 2019; Ribeiro, 2000).

A Tabela 2 apresenta o grau de homogeneidade florística da região em estudo.

Tabela 2 - Grau de homogeneidade florística

		Nível I				Nível II			Nível III		
Amosta	Zx	zy	Zn	H Ex	£y	Zn	H	Zx	Zy	l.n	H H
I	8	103	158	-3,01	106	112	-4,73		71	107	-3,32 -3,69
2	6	88	144	-2,85	124	113	-4,66	1	50	93	-2,63 -3,38
3	5	92	148	-2,94	95	106	-4,48	3	56	95	-2,79 -3,40
4	6	81	140	-2,68	98	111	-4,41	5	54	99	-2,47 -3,19
5	4	99	145	-3,28	101	110	-4,59	1	56	100	-2,75 -3,54
6	9	89	160	-2,50	80	88	-4,55	5	57	102	-2,55 -3,20
7	7	98	154	-2,95	122	130	-4,69	2	65	118	-2,67 -3,44
8	7	91	165	-2,55	108	120	-4,50	3	54	97	-2,63 -3,23
Media	6.	92.6	151.75	-2,85	104.75	113.75	-4,58	2.50	57.875	101.37	-2,73 -3,38

Ix = número de espécies com 80% a 100% de frequência absoluta. Sy = número de espécies com 0% a 20% de frequência absoluta. In = número total de espécies.
H = grau de homogeneidade.

Como se pode observar na Tabela 2, os três níveis de abordagem apresentam valores muito baixos de grau de homogeneidade, principalmente no nível II com - 4.58, sendo - de 3.38 0 grau de homogeneidade médio da floresta estudada.

Do ponto de vista qualitativo, ou seja, em relação a composição florística do povoamento, pode-se observar que as curvas espécie-área descritas pelo modelo y = a + b In x, para cada amostra e para o total de amostra em cada nível d abordagem, apresentaram um alto grau de ajuste, com valores de "r2" não inferiores a 0,89.

Quando se analisam as equações, observa- se que "p", que representa o ponto da curva em que um aumento de 10% na área amostrai implica num aumento de 10% no número de espécies e que, segundo Cain [11], indica o tamanho mínimo da amostra, determina valores de "x", ou seja, número de parcelas de 2 m x 10m, que variam de 3 a 5 parcelas para as amostras base (20 m x 500 m) isoladas. Observa-se também que as curvas não apresentam uma nítida tendência de estabilização assintótica, o que realça a heterogeneidade florística dessa fração da floresta, embora a curva total de amostras apresente uma maior tendência assintótica, o que demonstra a abrangência da amostragem.

Curva espécie/área do nível I (altura maior ou igual a 10 cm e DAP menor que 5 cm), N = 50,76+47,61 com r2 = 0,99 ajustada pelo modelo Y = a + blnX, onde Y = número de espécies (N) c X = número de parcelas de 2 x 10 cm.

Curva espécie/área do nível II (DAP maior ou igual a 5 cm e menor que 20 cm), N = -6,44 + 55,78 com r2 = 0,98 ajustada por modelo Y = a + b InX, onde Y = número de espécies (N) e X = número de parcelas de 10 m x 10 m.

Curva espécie/área do nível III (DAP maior au igual a 10 cm). N = 97.53 + 52,72 COI\l 1’2 = 0.95 ajustadas pelo modelo Y = a + blnX, onde Y = número de espécies e X = número de parcelas de 10 m x 20 m.

CONCLUSÃO

Os resultados demonstram a importância da cobertura vegetal na variabilidade estrutural do ecossistema florestal, evidenciando que a heterogeneidade pode ser impactada por diferentes fatores ambientais e estruturais. Dessa forma, este estudo ressalta a necessidade de considerar múltiplos níveis de análise para uma caracterização mais detalhada da heterogeneidade florística, contribuindo para estratégias de manejo e conservação de ecossistemas tropicais.

REFERÊNCIAS

CARDOSO FERREIRA, LETÍCIA; RIBEIRO DE ALMEIDA, JOSIMAR; ALENCAR DE AGUIAR, LAÍS; DOS SANTOS MATTA, PATRÍCIA; FERREIRA LEAL, RODRIGO; DO COUTO PEREIRA, RAPHAEL. Directrices generales para elaboración de planos de monitoreo ambiental. Revista Internacional de Ciências, v. 14, p. 95-108, 2024. doi: https://doi.org/10.12957/ric.2024.88178

LELACHER, C. D.; ALMEIDA, J. R.; BARBOSA, O. R.; MATTA, PATRÍCIA SANTOS; CUNHA TATIANA; GUROVA, TETYANA. Agentes e processos de interferência, risco, impacto e dano ambiental: Sistemas terrestres. Revista Internacional De Ciências, v. 13, p. 69-76, 2023. doi: https://doi.org/10.12957/ric.2023.72623

LINS, G. A.; PEREIRA, RAPHAEL COUTO; MATTA, PATRICIA DOS SANTOS; BARBOSA, O. R.; CUNHA,TATIANA SANTOS; GUROVA, T.; ALMEIDA, J. R. de. Modelagem de circulação de biomassa em caules presentes em fragmentos vegetacionais afetados por impactos ambientais urbanos. nature and conservation, v. 15, p. 1110-1120, 2023.doi: https://doi.org/10.6008/cbpc2318-2881.2022.003.0005

MATTA, P. S.; AGUIAR, L. A.; ALMEIDA, J. R. DE; PEREIRA, R. C.; GUROVA, T.; CUNHA,TATIANA SANTOS. Impactos ambientais por desflorestamento em ambientes urbanos. Revista Internacional de Ciências. doi: https://doi.org/10.12957/ric.2023.80592

OGAWA, N.; CUNHA,TATIANA SANTOS; PEREIRA, RAPHAEL DO COUTO; TURINI, L. R.; BARBOSA, O. R.; ALMEIDA, J. R.. Gestão de jardins botânicos. Revista Internacional De Ciências, v. 13, p. 61-68, 2023. doi: https://doi.org/10.12957/ric.2023.67645

RODRIGUES DE MORAIS, ALEXANDRE; DIAS LELACHER, CAROLINA; VINICIUS AKITA VITORIO, CLEBER; RIBEIRO DE ALMEIDA, JOSIMAR; CARDOSO FERREIRA, LETÍCIA; DO COUTO PEREIRA, RAPHAEL. Análises de sistemas. Revista Internacional de Ciências, v. 14, p. 162-171, 2025. doi: https://doi.org/10.12957/ric.2024.88943

SANTOS, JÚLIA NASCIMENTO; VITORIO, CLEBER VINICIUS AKITA; PEREIRA, RAPHAEL DO COUTO; NETTO, ALENA TORRES; MATTA, PATRÍCIA DOS SANTOS; DA CUNHA, TATIANA SANTOS; GUROVA, TETYANA; LIMA, EVANDRO; DE ALMEIDA, JOSIMAR RIBEIRO. Custo ecológico do uso integral de recursos florestais para fins energéticos. Brazilian Journal of development, v. 9, p. 8567-8578, 2023. doi: https://doi.org/10.34117/bjdv9n2-153

SANTOS, J.N; PEREIRA, RAPHAEL DO COUTO; PINTO, HELENA MARQUINI ZUNTINI; LIMA, A. O.; FERREIRA, L. C.; MATTA, PATRICIA DOS SANTOS; ALMEIDA, J. R.. Bioindicadores: Uma análise de sua utilização. Revista Internacional de Ciências, v. 13, p. 54-60, 2023.doi: https://doi.org/10.12957/ric.2023.69666

ZUNTINI PINTO, HELENA MARQUINI; VITORIO, CLEBER VINICIUS AKITA; ALMEIDA, JOSIMAR RIBEIRO DE; BARBOSA, OSCAR ROCHA; PEREIRA, RAPHAEL DO COUTO. Métodos de interpretación. Revista Internacional de Ciências, v. 14, p. 81-94, 2024. doi: https://doi.org/10.12957/ric.2024.87944

Capítulo 2

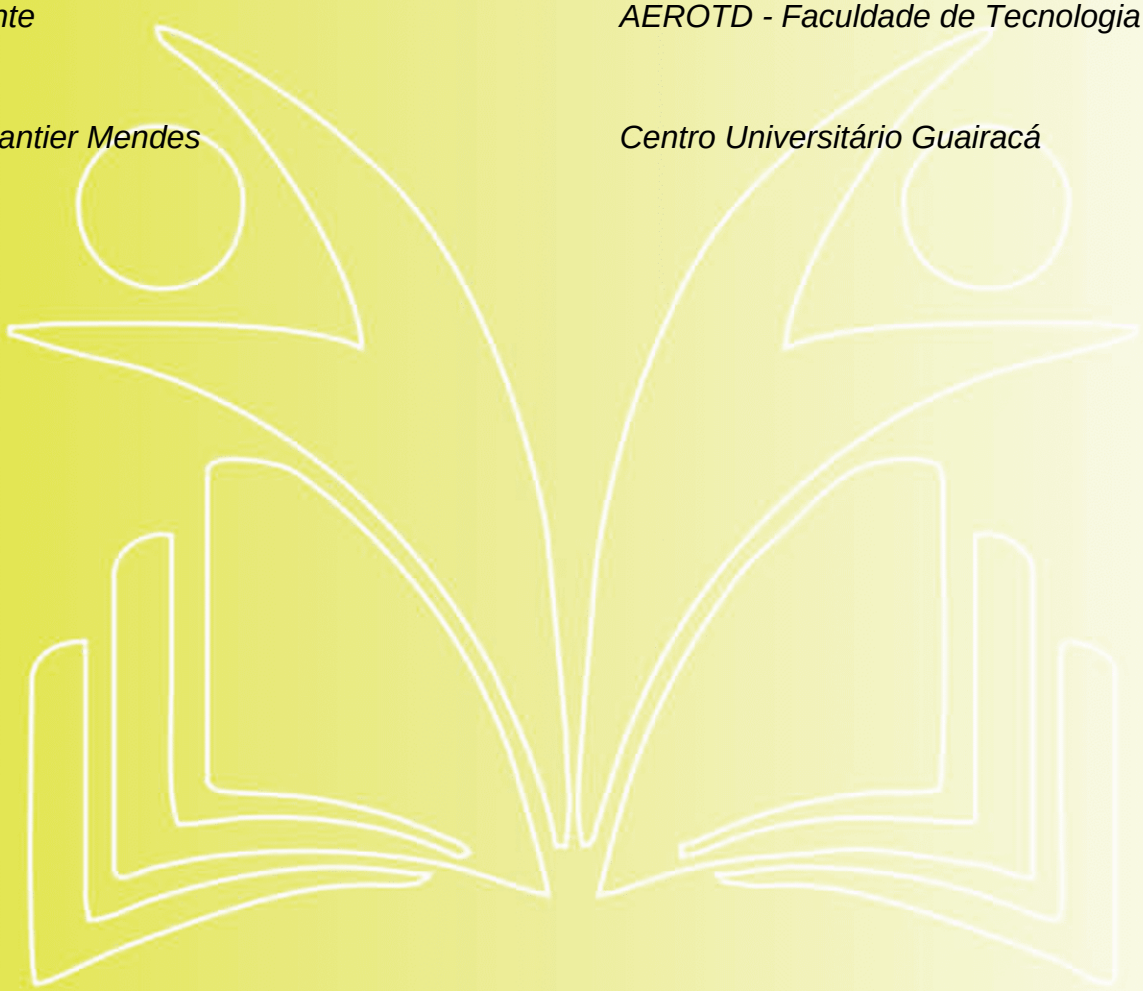
10.37423/260310866

SASEER – SISTEMA DE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL, SOCIAL E ECONÔMICA EM ERVATEIRAS: ESTUDO EM UMA ERVATEIRA PARANAENSE

Elisete Dahmer Pfitscher — *Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)*

Edna Parente — *AEROTD - Faculdade de Tecnologia*

Esther Devantier Mendes — *Centro Universitário Guairacá*



INTRODUÇÃO

A sustentabilidade na cadeira produtiva da erva-mate, de expressiva importância econômica e social no Sul do Brasil, é um desafio multifacetado. A crescente valorização de produtos com certificação socioambiental pelo mercado torna a gestão integrada - ambiental, social e econômica – um fator estratégico para a competitividade da indústria.

OBJETIVO

O objetivo deste estudo é propor e aplicar o SASEER em uma empresa paranaense, a fim de analisar suas práticas de sustentabilidade e identificar os desafios vigentes.

METODOLOGIA

A pesquisa é um estudo de caso descritivo com abordagem qualitativa. A coleta de dados foi realizada por meio de entrevistas estruturadas e verificação in loco. A análise utilizou o SASEER, uma metodologia adaptada do SIGOGEA, para avaliar a sustentabilidade a partir de quatro critérios: Fornecedores, Sustentabilidade Ambiental, Sustentabilidade Social e Disposição de Capital. A trajetória metodológica foi dividida em três fases: Revisão Teórica, Resultados e Discussões, e um Plano de Gestão Ambiental (5W2H).

RESULTADOS

A análise da ervateira revelou um índice de Sustentabilidade Global de 95%, considerado “ótimo”. Os resultados detalhados para cada critério avaliado foram os seguintes:

Tabela 01: Relação de Resultados

CRITÉRIO	**PERCENTAGEM (%)**	**CLASSIFICAÇÃO**
FORNECEDORES	95	ÓTIMO
SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL	100	ÓTIMO
DISPOSIÇÃO DE CAPITAL	100	ÓTIMO
SUSTENTABILIDADE SOCIAL	80	ADEQUADO

*Indicadores do SASEER, adaptação do SICOGEA.

O critério de Sustentabilidade Social foi o único ponto que não alcançou a classificação máxima, indicando uma oportunidade de melhoria. Com base nisso, foi elabora um Plano de Gestão (5W2H) que sugere a implementação de cursos de qualificação para o corpo funcional da empresa.

CONCLUSÕES

O sistema SASEER demonstrou ser uma ferramenta eficaz para o diagnóstico de sustentabilidade na ervateira estudada. Conclui-se que a empresa possui uma Sustentabilidade Global de 95%, considerada "ótima". No entanto, o critério de Sustentabilidade Social apresentou um resultado de 80% ("adequado"), revelando-se como o principal ponto para aprimoramento. Deste modo, a principal recomendação do estudo é a implementação de Cursos de Qualificação para o corpo funcional, conforme sugerido no plano 5W2H, visando um processo de melhoria contínua para que a sustentabilidade social, e consequentemente a global, alcance 100%.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à ervateira paranaense pela disponibilidade e colaboração na realização deste estudo de caso. Agradecemos também às instituições de fomento à pesquisa: Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), AEROTD- Faculdade de Tecnologia e Uniguairacá- Paraná.

REFERÊNCIAS

FERREIRA, Araceli C. de S. Contabilidade ambiental in Controladoria: agregando valor para a empresa. São Paulo: Bookman Cia Editora, divisão Artmed Editora S.A. 2002.

LERÍPIO, Alexandre de A. GAIA: um método de gerenciamento de aspectos e impactos ambientais. 2001. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção.

PFITSCHER, ELISETE D. Gestão e sustentabilidade através da contabilidade e controladoria ambiental: estudo de caso na cadeia produtiva de arroz ecológico. 2004. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção.

Capítulo 3

10.37423/260410908

CACAO EN LA AMAZONÍA PERUANA Y SU POSICIONAMIENTO GLOBAL: REVISIÓN SISTEMÁTICA

Jorge Enrique Pizango Piña — *Universidad Estatal de Maringa*

José Ozinaldo Alves de Sena — *Universidad Estatal de Maringa*

Lucimar Pontara Peres — *Universidade Estadual de Maringa*

RESUMEN

El cacao (Theobroma cacao L.) tiene una larga tradición en la Amazonía peruana, donde se ha cultivado desde tiempos precolombinos. Este estudio presenta una revisión sistemática de literatura científica y datos estadísticos con el objetivo de comprender el origen, domesticación, sistemas de producción, posicionamiento comercial e impacto socioeconómico del cultivo de cacao en el Perú, así como sus perspectivas futuras en un contexto global. Mediante la metodología PRISMA y el análisis de datos Scopus, FAOStat y SIEA-MIDAGRI, se identificó que el cacao tiene su centro de diversidad genética en la cuenca amazónica, compartida por Perú, Ecuador, Colombia y Brasil. Su proceso de domesticación involucró múltiples lugares desde hace más de 5000 años, desde Sudamérica hasta Mesoamérica. Desde el 2024, Perú es el octavo productor mundial con 157,250 toneladas métricas y su producción se da mediante sistemas agroforestales. El grano es exportado a 47 destinos internacionales, destacando Malasia, Indonesia, Holanda y Estados Unidos, alcanzando un valor FOB de 795.4 millones de dólares en 2024. Finalmente, el estudio concluye que el cacao peruano posee un alto potencial para continuar su expansión en el mercado internacional, especialmente si se refuerzan acciones de I$D&I, se promueve la agregación de valor, se incrementa la asociatividad de productores y se adoptan prácticas agrícolas sostenibles. La posición estratégica del Perú en el contexto global del cacao debe ser respaldada por políticas públicas y colaboraciones interinstitucionales que aseguren la competitividad y sostenibilidad del sector en el tiempo.

Palabras Clave: Centro de origen, domesticación, sistemas de producción, exportación, asociatividad, certificación orgánica.

1 INTRODUCCIÓN

El cultivo del cacao (Theobroma cacao L.) tiene una larga tradición en la región amazónica del Perú, y ha ganado un creciente reconocimiento por la calidad de sus cultivares nativos y por su potencial como motor de desarrollo sostenible. A nivel mundial, el grano de cacao es materia prima fundamental para la industria del chocolate, con una cadena de valor que involucra desde pequeños productores hasta grandes compañías transnacionales. En este contexto, la Amazonía peruana representa una región clave tanto por su biodiversidad como por su aporte creciente en la producción de cacao fino y de aroma, así como de híbridos comerciales (PARCO et al., 2021).

A pesar del auge del cacao amazónico y su creciente reconocimiento internacional, existe una carencia en la sistematización del estado del arte sobre su origen y domesticación, así como en la identificación de áreas de investigación científica emergentes en el país o aquellas aún poco desarrolladas, pero estratégicas para la valorización del cultivo (MOTAMAYOR et al., 2002; THOMAS et al., 2012). Asimismo, resulta fundamental comprender su expansión en áreas productivas del Perú bajo diversos sistemas de producción, lo cual ha contribuido a su posicionamiento comercial en múltiples destinos internacionales como cacao en grano (MINAGRI, 2020; ICCO, 2022).

De igual manera, es necesario analizar el rol del cultivo de cacao en el desarrollo rural de los productores agrarios, dado su impacto en la generación de ingresos, la reducción de economías ilícitas y la sostenibilidad de los sistemas agroforestales (DEHEZA; DEHEZA, 2017; GOBIERNO DEL PERÚ, 2021). En este contexto, también cobra relevancia examinar el estado actual de la Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i), así como las perspectivas y desafíos persistentes para el fortalecimiento de la cadena productiva del cacao en el Perú, en un escenario de creciente globalización (CEPLAN, 2019; FAO, 2021).

Para responder a estas inquietudes, se realizó un análisis sistemático de la literatura existente sobre el cultivo de cacao, registrada en la base de datos Scopus, una de las mayores fuentes de resúmenes y citas de literatura científica revisada por pares (ELSEVIER, 2020). Para ello, se empleó el método PRISMA (Elementos de Información Preferidos para Revisiones Sistemáticas y Metaanálisis), el cual constituye un conjunto de directrices y una lista de verificación orientada a mejorar la calidad, transparencia y reproducibilidad de las revisiones sistemáticas y metaanálisis (MOHER et al., 2009; PAGE et al., 2021). Este enfoque permite documentar de manera rigurosa el proceso de selección, evaluación y síntesis de estudios.

Asimismo, se realizó la sistematización de información estadística a partir de FAOSTAT Trade Data, dominio de la base de datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, que proporciona estadísticas sobre el comercio internacional de productos agroalimentarios y forestales (FAO, 2022). De igual manera, se utilizó información del Sistema Integrado de Estadísticas Agrarias (SIEA) del Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego del Perú (MIDAGRI, 2021).

En este contexto, el presente trabajo organiza, analiza y sistematiza información científica y estadística relacionada con el cultivo de cacao en el Perú, mediante una revisión sistemática que permite contextualizar su origen y domesticación, así como su expansión en áreas productivas, su posicionamiento comercial y su rol en el desarrollo de las comunidades rurales (MOTAMAYOR et al., 2002; MINAGRI, 2020). Finalmente, el estudio aborda el estado del arte en Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i), así como las perspectivas y desafíos que el Perú debe considerar en un contexto de globalización y cambio (FAO, 2021; CEPLAN, 2019).

El objetivo general es mapear del estado del arte del en la Amazonía peruana, su rol en el desarrollo de comunidades y su posicionamiento internacional

2 MATERIAL Y MÉTODOS

2.1 Tipo de estudio

Se realizó una revisión sistemática de la literatura científica publicada sobre el cacao. Para ello se consultó la base de datos Scopus, con la finalidad de identificar documentos científicos identificados mediante palabras clave. La secuencia de los ítems que fueron abordados en esta revisión corresponde a: Origen y domesticación del cacao, Historia del cacao en el Perú, Producción del cacao en el mundo, Producción del cacao en el Perú, Principales sistemas de cultivo del cacao, Destino de exportaciones del cacao peruano, Impacto del cultivo de cacao en la asociatividad y el desarrollo rural, Estado del arte en I+D+i en el cultivo de cacao en el Perú, Perspectivas y De safíos Futuros.

2.2 Análisis de registros históricos sobre la producción y comercialización del cacao

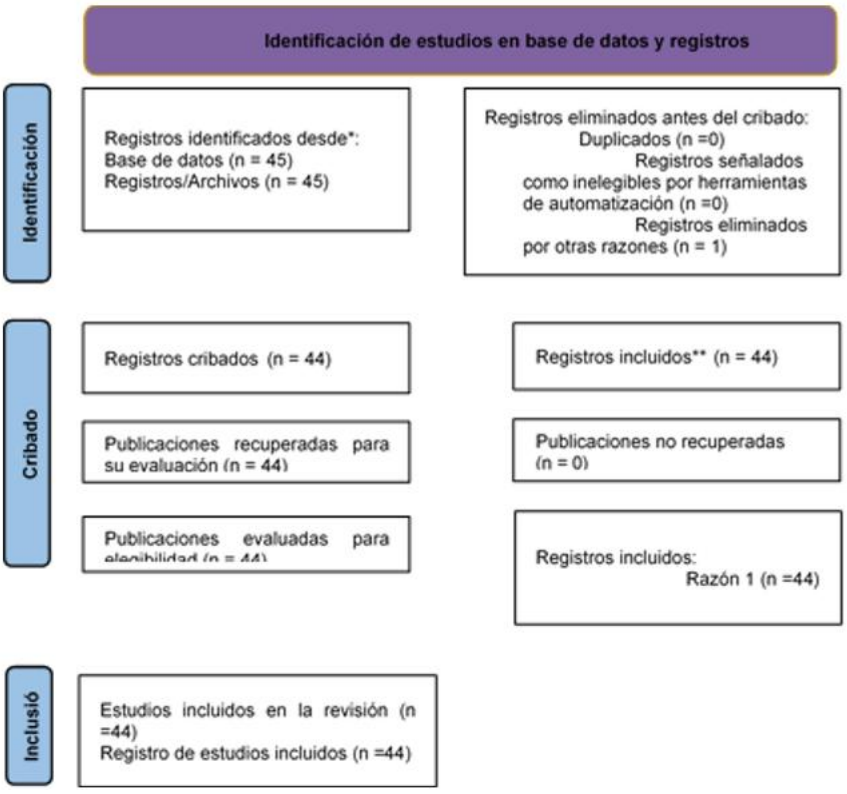
Para obtener datos históricos sobre la producción y comercialización del cacao fueron realizadas las consultas a la base de datos de FAOStat Data Trade, Sistema Información de Estadística Agropecuaria

(SIEA - https://siea.midagri.gob.pe/siea_bi/), Trading Economics, entre otros. Todos los datos fueron colocados en tablas Excel y analizados mediante el paquete estadístico RStudio (https://posit.co/download/rstudio-desktop/).

2.3 Estrategia de búsqueda para los estudios realizados en Perú

Para encontrar los estudios que fueron realizados en Perú y publicados en la base de datos Scopus, se desarrolló una estrategia de búsqueda utilizando combinaciones de palabras clave como: "cacao" AND "Theobroma cacao" AND "Peru". Se emplearon herramientas de gestión bibliográfica como Zotero para organizar y eliminar duplicaciones en las referencias recopiladas (Figura 1). Con la finalidad de conocer las áreas más investigadas en el Perú sobre el cacao peruano, fue realizada la búsqueda de documentos científicos en la base de datos Scopus, empleando la metodología PRISMA. El resultado de esta búsqueda generó el hallazgo 45 documentos científicos y tan solo uno de ellos fue excluido por no estar relacionado a los criterios de búsqueda

Figura 1. Diagrama sobre la metodología PRISMA aplicado al estudio



Fuente: Elaboración del autor

2.3.1 Criterios de inclusión y exclusión

Los criterios de inclusión fueron los artículos científicos que han sido revisados por pares. Los criterios de exclusión fueron los artículos duplicados, publicaciones sin acceso al texto completo o estudios no relacionados directamente con el tema de investigación.

2.3.2 Proceso de selección de estudios

Para el proceso de selección de estudios se empleó la metodología PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) (Page MJ, et al. BMJ, 2021).

2.4 Síntesis de resultados

Los resultados se sistematizaron en una plantilla Excel, agrupando estudios por afinidad de investigación. De igual manera se generaron gráficos sobre una línea de tiempo en la producción científica, así como el número de publicaciones alcanzadas por área de investigación.

2.5 Revisión sistemática

Una revisión sistemática es "una síntesis que utiliza métodos explícitos y sistemáticos para identificar, seleccionar, evaluar y sintetizar la evidencia pertinente a una pregunta específica" (LIBERATI et al., 2009). Su propósito principal es reducir posibles sesgos y brindar un análisis objetivo y reproducible de la literatura existente. Uno de los métodos más empleados para un proceso de revisión sistemática en áreas de ciencias de la vida, es PRISMA, cuya denominación en inglés es referida a (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses). La metodología PRISMA involucra realizar un proceso de identificación, cribado e inclusión (PAGE et al., 2021). La identificación es la etapa en donde se realiza la búsqueda de estudios sobre las diferentes plataformas de base de datos (Scopus, Web of Science, entre otros) y los criterios de búsqueda están relacionados a palabras clave, con operadores booleanos a fin de identificar la mayor cantidad de estudios sobre la temática que el investigador esté interesado, en esta etapa de identificación se realiza una limpieza para registros duplicados o aquellos que no estén relacionados con la temática de interés. Luego de ello, todos los registros pasan a un proceso de cribado donde los documentos son seleccionados en función al interés del tipo de documento del investigador, por ejemplo, si el investigador está interesado por artículos científicos,

los resúmenes a congresos o similares serán retirados. Finalmente, todos los estudios o documentos que hayan pasado ese proceso de selección serán incluidos a la etapa de análisis.

Anteriormente, la búsqueda de documentos era realizadas manualmente o con ayuda limitada de software. Hoy en día, herramientas como EPPI-Reviewer Rayyan y Covidence permiten automatizar y colaborar en tiempo real en procesos de selección y extracción de datos (O'CONNOR et al., 2021). Además, están emergiendo sistemas basados en inteligencia artificial para mejorar la eficiencia de estas tareas (MARSHALL et al., 2020).

El análisis cualitativo sigue siendo fundamental, pero hay un creciente énfasis en métodos cuantitativos avanzados, como meta-análisis bayesianos, modelos multinivel y redes de evidencia (DIAS et al., 2018). El análisis automático de grandes volúmenes de literatura mediante técnicas de aprendizaje automático permite identificar patrones y priorizar artículos relevantes. Herramientas como ASReview (ASREVIEW LAB DEVELOPERS, 2025).

2.6 Estado del arte sobre revisión sistemática en el cultivo de cacao

El estado del arte sobre la revisión sistemática en el cultivo de cacao data de muchos años atrás conforme se fue generando el nuevo conocimiento en diferentes áreas emergentes. Las áreas más abordadas están relacionadas al manejo de plagas y enfermedades, biodiversidad y mejoramiento genético, sostenibilidad y prácticas agroecológicas, poscosecha y valor agregado, impactos socioeconómicos y desarrollo rural, cambio climático y estrategias de adaptación. Asimismo, entre las instituciones o centros vinculados a esta producción científica está el CATIE (Costa Rica), IITA (Nigeria), ICRAF / World Agroforestry Centre y Bioversity International; de igual manera se evidencia la participación de universidades como University of Reading (Reino Unido), Universidade Estadual de Santa Cruz (Brasil), Universidad Nacional de Colombia, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza, entre otras. De los trabajos de revisión sistemática en el área del manejo de plagas y enfermedades están los estudios realizados por Diaz-Valderrama et al, 2020; en lo relacionado a biodiversidad y mejoramiento genético podemos citar los trabajos de (WICKRAMASURIYA; DUNWELL, 2018; BEKELE; PHILLIPS-MORA, 2019; NIEVES-ORDUÑA et al., 2023); de igual manera para el área de sostenibilidad y prácticas agroecológicas podemos citar los trabajos de (SOMARRIBA et al., 2021; MATTALIA et al., 2022; MOCKSHELL et al., 2025). El área de postcosecha y valor agregado es la que

posee mayor concentración de trabajos, entre los que podemos citar a (MOLINA-HERNANDEZ et al., 2025; TALERO-SARMIENTO et al., 2025; VELÁSQUEZ-REYES et al., 2025; GUTIÉRREZ, 2017).

De los trabajos citados, muy pocos de ellos han sido realizados en Perú y que abordan áreas multidisciplinarias. Por ello, el presente trabajo de investigación tiene el propósito de realizar una revisión sistemática y análisis de datos con la finalidad de abordar tópicos relacionados a: Origen y domesticación del cacao, Historia del cacao en el Perú, Producción del cacao en el mundo, Producción del cacao en el Perú, Principales sistemas de cultivo del cacao, Destino de exportaciones del cacao peruano, Impacto del cultivo de cacao en la asociatividad y el desarrollo rural, Estado del arte en I+D+i en el cultivo de cacao en el Perú, Perspectivas y Desafíos Futuros.

2.7 Estado del arte sobre revisión sistemática en el cultivo de cacao

El estado del arte sobre la revisión sistemática en el cultivo de cacao data de muchos años atrás conforme se fue generando el nuevo conocimiento en diferentes áreas emergentes. Las áreas más abordadas están relacionadas al manejo de plagas y enfermedades, biodiversidad y mejoramiento genético, sostenibilidad y prácticas agroecológicas, poscosecha y valor agregado, impactos socioeconómicos y desarrollo rural, cambio climático y estrategias de adaptación. Asimismo, entre las instituciones o centros vinculados a esta producción científica está el CATIE (Costa Rica), IITA (Nigeria), ICRAF / World Agroforestry Centre y Bioversity International; de igual manera se evidencia la participación de universidades como University of Reading (Reino Unido), Universidade Estadual de Santa Cruz (Brasil), Universidad Nacional de Colombia, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza, entre otras. De los trabajos de revisión sistemática en el área del manejo de plagas y enfermedades están los estudios realizados por Diaz-Valderrama et al, 2020; en lo relacionado a biodiversidad y mejoramiento genético podemos citar los trabajos de (WICKRAMASURIYA; DUNWELL, 2018; BEKELE; PHILLIPS-MORA, 2019; NIEVES-ORDUÑA et al., 2023); de igual manera para el área de sostenibilidad y prácticas agroecológicas podemos citar los trabajos de (SOMARRIBA et al., 2021; MATTALIA et al., 2022; MOCKSHELL et al., 2025). El área de postcosecha y valor agregado es la que posee mayor concentración de trabajos, entre los que podemos citar a (MOLINA-HERNANDEZ et al., 2025; TALERO-SARMIENTO et al., 2025; VELÁSQUEZ-REYES et al., 2025; GUTIÉRREZ, 2017).

De los trabajos citados, muy pocos de ellos han sido realizados en Perú y que abordan áreas multidisciplinarias. Por ello, el presente trabajo de investigación tiene el propósito de realizar una

revisión sistemática y análisis de datos con la finalidad de abordar tópicos relacionados a: Origen y domesticación del cacao, Historia del cacao en el Perú, Producción del cacao en el mundo, Producción del cacao en el Perú, Principales sistemas de cultivo del cacao, Destino de exportaciones del cacao peruano, Impacto del cultivo de cacao en la asociatividad y el desarrollo rural, Estado del arte en I+D+i en el cultivo de cacao en el Perú, Perspectivas y Desafíos Futuros.

3 REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 Origen y domesticación del cacao

La denominación del género y la especie Theobroma cacao se data desde 1964 y fue propuesto por Cuatrecasas (1964), clasificando al género en dos grupos de sub especies de cacao Theobroma cacao subsp. cacao y Theobroma cacao subsp. Sphaerocarpum., siendo el primero de ellos el cacao criollo con origen en centro América y México, y el segundo el cacao denominado forastero que apareció de manera espontánea en medio de amazonia y las guyanas (LACHENAUD; MOTAMAYOR, 2017).

Años más tarde, el estudio realizado por (Motamayor et al., 2002) revela que existen dos grupos de cacaos criollos, un grupo antiguo que se originó en América del sur y que fue llevado por el hombre a centro América, cultivado por la cultura maya hace más de 1500 años, y un segundo grupo moderno de cacaos criollos que probablemente recibieron la introgresión de genes del cacao forastero.

Con la finalidad de ampliar el conocimiento en la diversidad y estructura genética del cacao, fueron genotipados 1,241 accesiones procedentes de Ecuador, Perú, Brasil, Colombia y Trinidad, empleando 106 marcadores microsatélites; los resultados de esta investigación permitió encontrar y proponer 10 grupos genéticos de cacao denominados como: “Marañon”, “Curaray”, “Criollo”, “Iquitos”, “Nanay”, “Contamana”, “Amelonado”, “Purús”, “Nacional” y “Guiana” (Motamayor et al., 2008), y recientemente descubierto un grupo genético adicional de cacao denominado, “Caqueta” (FOUET et al., 2022).

Estos resultados son opuestos a los dos grupos genéticos que tradicionalmente eran conocidos para Theobroma cacao (Criollo y Forastero). En esa misma línea, el estudio de Motamayor et al., (2008) establece la hipótesis que el cacao criollo que llegó a Mesoamérica fue llevado por el humano precolombino de aquella época para su cultivo, y su selección probablemente estaba relacionada a sus atributos sensoriales como (aroma, menos astringente, etc.); adicionalmente a ello por la diversidad

genética presente en América del Sur es muy probable que el centro de origen del cacao esté presente en la cuenca amazónica de Perú, Ecuador, Colombia y Brasil (LANAUD et al., 2024).

Con la finalidad de explorar un poco más sobre el proceso de domesticación del cacao, Lanaud et al., 2024 emplearon herramientas arqueo genómicas y bioquímicas, con el propósito de comprender el uso y domesticación del cacao amazónico. Para ello fueron analizados residuos cerámicos de culturas precolombinas de América Central y América del Sur, y de ello se concluyó que hubo un uso generalizado del cacao en Sudamérica, más allá de su zona de origen, y ello se remonta desde hace 5,000 años atrás; probablemente por las interacciones culturales entre la Amazonía y la costa del Pacífico. Además, se evidencia que existió una fuerte mezcla genética entre poblaciones de cacao geográficamente distantes y esto habría ocurrido en Sudamérica durante el Holoceno medio, impulsada por el ser humano, lo que favoreció la adaptabilidad del cacao (T. cacao) a nuevos climas.

De todos los estudios mostrados hasta la fecha, podemos concluir que el origen del cacao está presente en la cuenca amazónica, que comparten los países de Perú, Ecuador, Colombia y Brasil. Asimismo, el cacao no tendría un único centro de domesticación, sino múltiples, donde diferentes grupos humanos seleccionaron y cruzaron variedades locales, y esto ocurrió hace 5,000 años atrás cuando el cacao ya estaba presente en la costa pacífica de Ecuador y Colombia, lejos de su centro de origen. Las redes de intercambio entre el hombre precolombino de la amazonia y la región costera, fueron claves para la diseminación y diversificación del cacao. La domesticación del cacao involucró una fuerte selección artificial y mezclas genéticas, lo que estableció las bases para las variedades comerciales actuales. Finalmente, comprender el origen y domesticación del cacao resulta ser estratégico para establecer acciones de conservación y mejora genética del cultivo que oriente su sostenibilidad futura; en esa línea, diversas expediciones fueron realizadas en la Amazonía de américa del sur con la finalidad de concentrar la mayor diversidad genética de cacaos, tal es así que a la fecha se tiene 33 colecciones de germoplasma (nacionales e internacionales) que se encuentran en 24 países del mundo tales como: Perú, USA, Reino Unido, Indonesia, Costa Rica, Brasil, Tailandia, Francia, Guyana Francesa, Benin, Togo, Ghana, Nigeria, Honduras, Venezuela, República Dominicana, Ecuador, Malasia, Nicaragua, Trinidad y Tobago, Costa de Marfil y Papúa Nueva Guinea (https://www.cacaonet.org/cacao-collections)

3.2 Historia del cacao en el Perú

Figura 2. Línea de tiempo del cacao en el Perú. Imagen elaborada por el propio autor utilizando IA.



Fuente: Elaboración del autor

El Perú alberga varios de los grupos genéticos más antiguos y diversos del cacao, como Marañón, Iquitos, Nanay y Contamana, todos encontrados en la Amazonía peruana (FOUET et al., 2022). El grupo Marañón, en particular, es uno de los más primitivos y está asociado a la región de San Martín, Ucayali y Loreto. Este grupo muestra características únicas que lo hacen interesante para programas de mejoramiento genético y conservación (ZARRILLO et al., 2018). Investigaciones recientes han revelado que el cacao también fue utilizado en la Amazonía peruana hace más de 5,000 años (LANAUD et al., 2024; ZARRILLO et al., 2018), por ejemplo, en la región de Loreto y otras zonas amazónicas peruanas, se han encontrado residuos químicos de teobromina, un biomarcador exclusivo del cacao en cerámicas datadas de hace más de 3000 años a.C., lo cual sugiere que el cacao ya era consumido ritualmente o culinariamente por poblaciones indígenas (HURST et al., 2002).

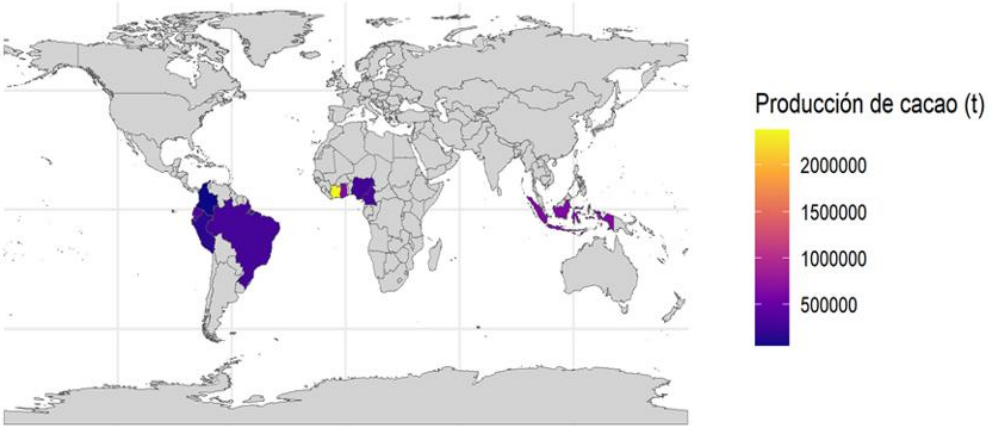
Durante la colonia, el cacao fue llevado a Europa por los españoles, quienes desarrollaron una bebida denominada “chocolate dulce”, que fue elaborada a base de pasta de cacao, azúcar y leche. Sin embargo, en el Perú, el cultivo siguió siendo principalmente local, sin grandes expansiones comerciales hasta el siglo XX (COE; COE, 2013). Durante el siglo XX, el cacao comenzó a cultivarse de manera más intensiva en regiones como San Martín, Ucayali, Cusco y Junín. Se introdujeron nuevas técnicas de fermentación y tostado, aunque predominaban variedades criollas y amelonadas (LEAL et al., 2017). En la actualidad el cacao se cultiva en 16 regiones del país (San Martín, Junín, Huánuco, Cusco, Ucayali, Pasco, Amazonas, Ayacucho, Piura, Madre de Dios, Loreto, Cajamarca, Tumbes, Puno, Lambayeque y La Libertad), en cada una de ellas existen una mayor prevalencia por clones productivos y comerciales que hasta el 2024 se contaba con 168,862 ha cosechadas, involucrando la participación de 72,399 productores (SIEA, 2025); sin embargo, también existe el registro de una gran diversidad de cacaos

nativos presentes en estas regiones, que resguardan un alto potencial genético que aún no han sido empleados en el mejoramiento genético de nuevos cultivares (THOMAS et al., 2023).

Producción del cacao en el mundo

Durante el año 2023 el mundo ha producido alrededor de 5’600,100.42 toneladas de cacao, y los países de Costa de Marfil, Ghana, Indonesia, Ecuador, Brasil, Camerún, Nigeria, Perú, República Dominicana y Colombia, están localizados en los Top 10 de los países con mayor producción (FAOStat, 2025). Es evidente que los países de África tienen mayor participación en proveer los granos de cacao a chocolaterías importantes en el mundo; tal es así, que los datos obtenidos en FAOStat reportan que el país de Costa de Marfil contribuye con un 42,45% de la producción mundial, seguido de Ghana con un 11,67%, Indonesia con 11,46%, Ecuador con 6,71%, Brasil con 5,29%, Camerún con 5,28%, Nigeria con 5,08%, Perú con 2,98%, República Dominicana con 1,18% y Colombia con 1,07% (Figura 3).

Figura 3. Top 10 de países que producen cacao en el mundo. Côte d'Ivoire (1°), Ghana (2°), Indonesia (3°), Ecuador (4°), Brasil (5°), Camerún (6°), Nigeria (7°), Perú (8°), República Dominicana (9°) y Colombia (10°). t = toneladas.



Fuente: Elaboración del autor partir de los datos disponibles en FAOStat, 2025 (https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL).

Este panorama es muy alentador para Perú, porque está dentro de los 10 países que produce cacao en el mundo y que puede mejorar no sólo en exportar cantidad, sino en calidad que puede ser atribuible a la calidad de sitio donde es producido, generando inclusive denominaciones de origen como el cacao fino de aroma de Amazonas.

3.3 Producción del cacao en el Perú

Desde el 2023, Perú ha logrado posicionarse como el octavo país productor de cacao en el mundo, llegando a producir un total de 157,250 toneladas de granos secos en el año 2024. Es el tercer país con mayor producción en América Latina con una tendencia a un crecimiento continuo y que involucra directamente a productores y familias de San Martín, Junín, Huánuco, Cusco, Ucayali, Pasco, Amazonas, Ayacucho, Piura, Madre de Dios, Loreto, Cajamarca, Tumbes, Puno, Lambayeque y La Libertad (SIEA, 2025).

San Martín es uno de los principales departamentos productores de cacao en el Perú, aportando aproximadamente el 40,08 % de la producción nacional, seguido por Junín con un 22,44 %, Huánuco con un 10,89 % y Ucayali con un 5,11 %, entre otros (MIDAGRI, 2021; DEVIDA, 2020). Esta distribución evidencia la concentración de la producción en la Amazonía peruana, donde las condiciones agroecológicas favorecen el desarrollo del cultivo y su expansión en sistemas agroforestales sostenibles (MINAGRI, 2020; FAO, 2021).

3.4 Destino de las exportaciones del cacao peruano

En 2024, el Perú exportó cacao a 47 destinos, alcanzando un valor FOB de USD 795,4 millones, lo que refleja una amplia diversificación de mercados. Las exportaciones se concentraron principalmente en Malasia, Indonesia, Países Bajos, Bélgica, Italia, España, Estados Unidos, México, Estonia y Turquía (Figura 4).

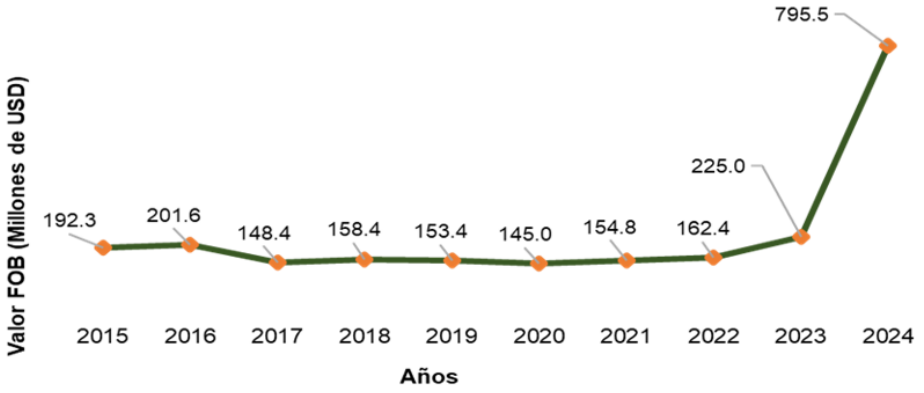
Figura 4. Exportaciones de grano de cacao a diferentes destinos del mundo durante el 2024. Malaysia (1°), Indonesia (2°), Netherlands (3°), Belgium (4°), Italy (5°), Spain (6°), United States (7°), Mexico (8°), Estonia (9°), Turkey (10°).



Fuente: Elaboración del autor a partir de los datos disponibles en el Sistema Información de Estadística Agropecuaria (SIEA - https://siea.midagri.gob.pe/siea_bi/).

Serie histórica del valor FOB (Millones de Dólares) generado por la venta del cacao peruano al exterior durante los últimos 10 años (Figura 5).

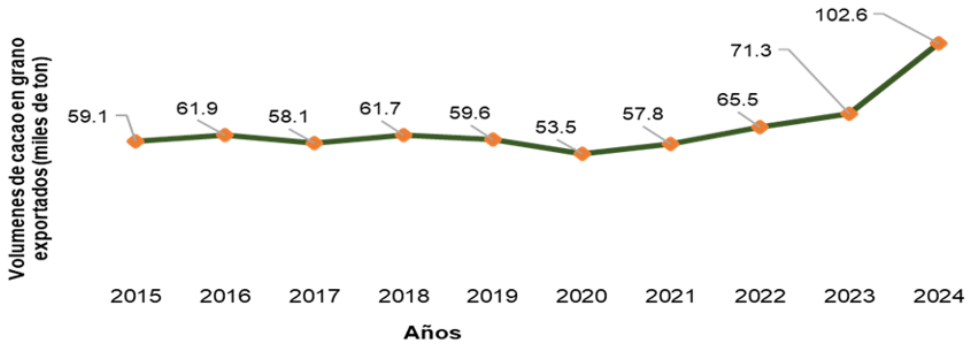
Figura 5. Serie histórica del valor FOB (Millones de Dólares) generado por la venta del cacao peruano al exterior durante los últimos 10 años



Fuente: Elaboración del autor a partir de los datos disponibles en el Sistema Información de Estadística Agropecuaria (SIEA - https://siea.midagri.gob.pe/siea_bi/)

Los volúmenes de exportación de cacao en grano entre 2015 y 2022 se mantuvieron relativamente estables, con valores entre 53,5 y 65,5 mil toneladas. No obstante, en 2024 se observa un incremento significativo, alcanzando 102,6 mil toneladas exportadas a 47 destinos internacionales (Figura 6).

Figura 6. Serie histórica del volumen de cacao en grano exportado (2015–2024).

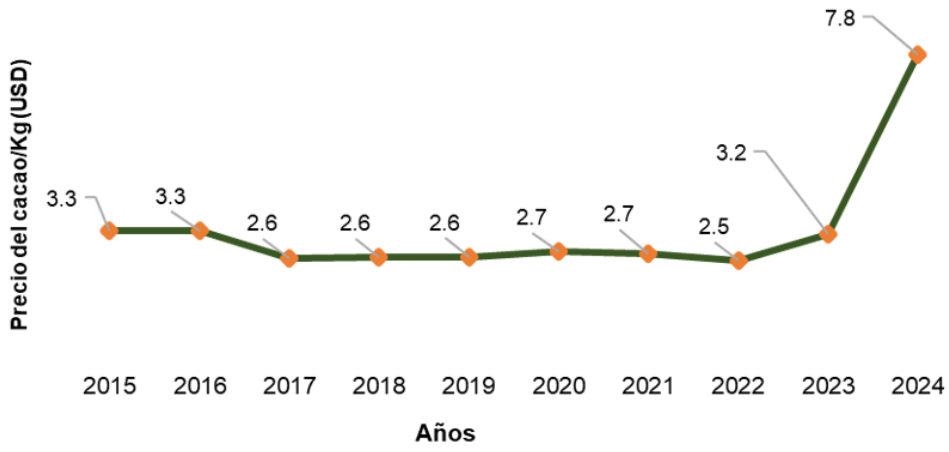


Fuente: Elaboración del autor a partir de datos disponibles en el Sistema Información de Estadística Agropecuaria (SIEA - https://siea.midagri.gob.pe/siea_bi/).

De igual manera se ha registrado un incremento en el valor de venta del cacao desde el 2015, donde el kilo de cacao en grano estaba valorizado en 3.25 dólares en promedio; sin embargo, en el 2024 su valor se ha duplicado en promedio a 7.73 dólares/Kg (Figura 7). Este incremento del valor del grano de

cacao se debe a la crisis de sequía que viene afrontando África Occidental desde la campaña 2023/2024, donde los países de Costa de Marfil y Ghana han reducido su capacidad productiva generando una alta demanda en las compañías más grandes como Barry Callebaut, Nestlé, Ferrero y Hershey's; ante este escenario países como Ecuador, Brasil, Perú, Colombia e Indonesia vienen aumentando su posicionamiento mundial en la comercialización del cacao (FAO, 2025; BUSINES SINSIDER, 2025). El panorama sobre los precios del grano de cacao para este 2025 se mantiene en el alza, de tal manera que el grano de cacao ha logrado cotizarse hasta 10.97 USD/Kg en el mes de mayo del 2025 (TRADING ECONOMICS, 2025).

Figura 7. Serie histórica de los precios anuales promedio del cacao en grano destinado a exportación durante los últimos 10 años.



Fuente: Elaboración del autor a partir de datos disponibles en el Sistema Información de Estadística Agropecuaria (SIEA - https://siea.midagri.gob.pe/siea_bi/).

3.5 Principales sistemas de cultivo del cacao

La evidencia disponible indica que el cacao en el Perú se cultiva predominantemente bajo sistemas agroforestales, los cuales son ampliamente promovidos por sus beneficios ambientales y socioeconómicos. No obstante, la literatura revisada presenta una marcada heterogeneidad en metodologías, escalas de análisis y métricas empleadas, lo que limita la comparabilidad de resultados y la generalización de conclusiones (KABA et al., 2021; MENDOZA-MENESES et al., 2023).

Si bien múltiples estudios destacan que estos sistemas contribuyen a la conservación de la biodiversidad, el secuestro de carbono y la mejora de la fertilidad del suelo, la magnitud de estos beneficios varía considerablemente según la composición florística, el manejo agronómico y el

contexto agroecológico (VON BENNEWITZ, 2017; CAICEDO-VARGAS et al., 2022). Asimismo, aunque se reportan reducciones en erosión, mejoras en la disponibilidad de nutrientes y mayor estabilidad del sistema productivo, persisten vacíos en la cuantificación estandarizada de estos servicios ecosistémicos (VIRGINIO FILHO et al., 2018).

En el ámbito socioeconómico, los sistemas agroforestales son asociados con mayor resiliencia climática y diversificación de ingresos; sin embargo, la evidencia empírica sobre su rentabilidad relativa frente a sistemas intensivos aún es limitada y, en algunos casos, contradictoria, particularmente en contextos de pequeños productores con acceso restringido a mercados diferenciados y asistencia técnica (ROJAS-BRICEÑO et al., 2022; PAULETTO et al., 2025).

A nivel global, la literatura identifica diversas tipologías productivas, desde sistemas tradicionales de bajo insumo hasta sistemas intensivos y certificados. Aunque los sistemas agroforestales y certificados muestran un mejor desempeño ambiental, los sistemas intensivos continúan predominando en términos de productividad, lo que plantea una tensión entre sostenibilidad y rentabilidad. Además, los sistemas certificados, si bien reducen impactos ambientales, presentan limitaciones relacionadas con menores rendimientos y mayores requerimientos de tierra, lo que podría comprometer su escalabilidad (ICCO, 2023; CHARRY et al., 2024).

En conjunto, la revisión evidencia la ausencia de un modelo productivo universalmente óptimo y resalta la necesidad de enfoques territoriales diferenciados. Se identifican como prioridades de investigación la estandarización de indicadores de sostenibilidad, la evaluación integral de trade-offs entre productividad y servicios ecosistémicos, y el fortalecimiento de políticas públicas que faciliten la adopción de sistemas agroforestales mediante incentivos, acceso a financiamiento y transferencia tecnológica.

3.6 Impacto del cultivo de cacao peruano

La evidencia sobre el impacto social del cultivo de cacao es aún limitada, especialmente en América Latina. Estudios globales evidencian una mayor concentración de investigaciones en África Occidental, mientras que países como Perú presentan escasa información sistematizada (DREONI; MARIJE, 2021). Los resultados muestran efectos heterogéneos de las certificaciones (FAIRTRADE, UTZ, ORGÁNICO), con mejoras condicionadas al acceso a asistencia técnica y financiamiento. Asimismo, persisten brechas en el empoderamiento femenino y problemas estructurales como el trabajo infantil.

En el contexto peruano, las certificaciones han contribuido a la adopción de prácticas sostenibles, mejora en el acceso a mercados y fortalecimiento organizacional. Sin embargo, su adopción es limitada en productores no asociados, debido a los costos de implementación. En este sentido, la asociatividad desempeña un rol clave: en 2021 se registraron 522 cooperativas agrarias, de las cuales solo el 7,08 % se dedica exclusivamente al cacao, con una participación femenina del 27,18 %. Asimismo, el 34,28 % de los productores de cacao se encontraba afiliado a cooperativas, lo que evidencia un nivel moderado de organización (MIDAGRI, 2021).

A pesar del incremento en los precios internacionales, este crecimiento no se ha traducido en una expansión proporcional del número de productores, lo que sugiere limitaciones estructurales en la cadena productiva. No obstante, el cacao mantiene relevancia cultural y económica en la Amazonía peruana, consolidándose como un producto estratégico con creciente posicionamiento en mercados especializados.

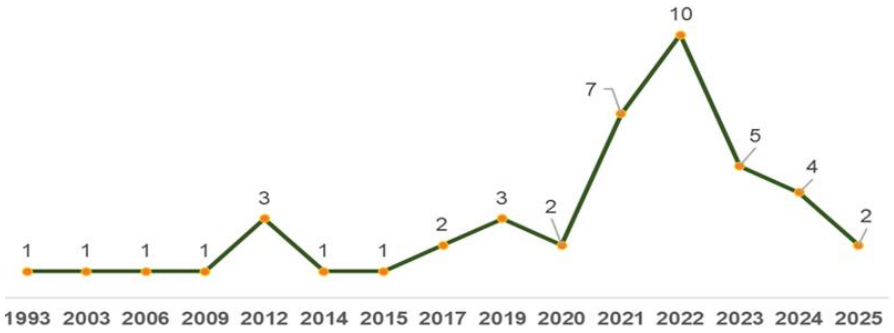
3.7 Estado del arte en I+D+i en el cultivo de cacao en el Perú

La producción científica sobre cacao en el Perú es aún incipiente. La revisión en Scopus identificó 44 publicaciones entre 1993 y 2025, con un incremento reciente y un pico en 2023. La aplicación de la metodología PRISMA permitió depurar 45 documentos, de los cuales 44 cumplieron los criterios de inclusión.

Estos resultados evidencian un crecimiento en la investigación, aunque aún limitado frente a la importancia económica del cultivo. Se identifican vacíos en áreas clave como impacto socioeconómico, sostenibilidad y evaluación integral de sistemas productivos, lo que resalta la necesidad de fortalecer la agenda de investigación orientada a la innovación y competitividad del cacao peruano.

De los 44 estudios seleccionados se realizó un análisis de agrupamiento. Donde se destaca que, existe una mayor concentración de estudios sobre diversidad genética (12 estudios), seguido de sanidad vegetal (07 estudios), postcosecha y valor agregado (07 estudios), metales pesados (5 estudios), entre otros (Figura 8).

Figura 8. Secuencia histórica de artículos científicos publicados en el Perú sobre el cacao peruano.



Fuente: Elaboración del autor a partir de la base de datos de Scopus, 2025.

Entre los trabajos de diversidad genética están aquellos orientados al estudio del ADN empleando marcadores de tipo polimorfismo único simple (SNP) (NIEVES-ORDUÑA, et al 2024; BUSTAMANTE et al., 2022) y microsatélites (SSR) (ZANG et al., 2009), todos ellos a partir de árboles de cacao presentes en el territorio nacional. De igual manera se han desarrollado estudios sobre la caracterización agro morfológica de árboles de cacao presentes en colecciones de germoplasma (ex situ) y árboles in situ (OLIVA-CRUZ, et al., 2021; VÁSQUEZ-GARCÍA, et al., 2022). Todos estos estudios demuestran que en Perú existen instituciones y recursos humanos capaces de desarrollar estudios para comprender la genética del cacao peruano, del mismo modo se puede notar que abre la oportunidad para fortalecer un programa de mejoramiento genético del cacao peruano, que exprese características únicas para mercados selectos.

Otro bloque importante en donde se ha reportado el desarrollo de la investigación en cacao, es en el área de sanidad vegetal. Resulta necesario indicar que existen desafíos que resolver en las enfermedades potenciales del cacao como la Moniliasis (Moniliophthora roreri), Escoba de bruja (Moniliophthora perniciosa), Pudrición parda (Phytophthora spp), así de plagas insectiles emergentes como Carmenta (Carmenta foraseminis), que causan daños severos a tal punto de comprometer con la producción total del cacao (Díaz-Valderrama, et al 2020).

4 CONCLUSIONES

El origen y domesticación del cacao tienen origen compartido en las amazonias de los países de Perú, Ecuador, Colombia y Brasil, así como tener múltiples sitios de domesticación desde épocas

precolombinas hasta la actualidad, cumpliendo un rol fundamental en el desarrollo de comunidades rurales.

Se ha realizado un análisis de la tendencia de mercado del grano de cacao peruano, donde su posicionamiento comercial logrado hasta la fecha puede mantenerse e incrementarse para los próximos años a precios competitivos.

Se ha determinado que el estado del arte I+D+i del cacao en el Perú aún es insuficiente, sin embargo, existe un gran potencial por explorar la diversidad de grupos genéticos de cacao encontrados en el territorio nacional para conformar un programa de mejora genética, que conduzca a resolver demandas en metales pesados, plagas, enfermedades y cambio climático.

REFERENCIAS

ARGOUT, X. et al. The cacao Criollo genome v2.0: An improved version of the genome for genetic and functional genomic studies. BMC Genomics, v. 18, n. 1, p. 730, 2017. https://doi.org/10.1186/s12864-017-4120-9

BUSINESS INSIDER ESPAÑA. Los precios del cacao alcanzan máximos históricos mientras persiste la crisis en África Occidental. 2024. https://www.businessinsider.es/economia/precios-cacao-alcanzan-maximos-historicos-mientras-persiste-crisis-africa-occidental-1435049

BUSTAMANTE, D. E. et al. Genetic diversity and population structure of fine aroma cacao (Theobroma cacao L.) from north Peru revealed by single nucleotide polymorphism (SNP) markers. Frontiers in Ecology and Evolution, 10, 895056, 2022. https://doi.org/10.3389/fevo.2022.895056 by the Mayas. Heredity, 89(5), 380–386. https://doi.org/10.1038/sj.hdy.6800156

CAICEDO, C. Agroforestería: Una alternativa de agricultura sostenible en la Amazonía Ecuatoriana. Ecuador. Es Calid, v. 7, p. 17-20, 2020.

CAICEDO-VARGAS, C. et al. Assessment of the environmental impact and economic performance of cacao agroforestry systems in the Ecuadorian Amazon region: An LCA approach. Science of The Total Environment, 849, 157795, 2022. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.157795

CEPLAN. Perú 2050: Tendencias nacionales con impacto en el desarrollo. Lima: Centro Nacional de Planeamiento Estratégico, 2019.

CHARRY, A. et al. Economic performance of cacao production systems in Colombia, Ecuador, and Peru: Implications for profitability and living income. Agricultural Systems, 224, 103858, 2024. https://doi.org/10.1016/j.agsy.2024.103858

COE, S. D.; COE, M. D. The true history of chocolate (Third edition). Thames & Hudson, 2013.

De MELO VIRGINIO FILHO, E. et al. Agroforestería Sostenible en la Amazonía Ecuatoriana ; 398; CATIE: Turrialba, Costa Rica, 2014; ISBN 978-9977-57-623-7.

DEHEZA, M.; DEHEZA, G. El cacao en el Perú y su impacto en el desarrollo rural. Lima: Ministerio de Agricultura, 2017.

DIAS, S. et al. Network Meta-Analysis for Decision Making (1st ed.), 2018. https://doi.org/10.1002/9781118951651

DÍAZ-VALDERRAMA, J. R. et al. The History of Cacao and Its Diseases in the Americas. Phytopathology®, v. 110, n. 10, p. 6604–1619, 2020. https://doi.org/10.1094/PHYTO-05-20-0178-RVW

DREONI, ILDA, et al. The Social Impacts of Cocoa Production: A Systematic Review. UKRI GCRF TRADE Hub, 2021.

FAO. El estado de los mercados de productos básicos agrícolas. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2021.

FAO. FAOSTAT statistical database. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2022. Disponível em: https://www.fao.org/faostat/

FOUET, O. et al. Collection of native Theobroma cacao L. accessions from the Ecuadorian Amazon highlights a hotspot of cocoa diversity. Plantas People Planet, v. 4, n. 6, p. 605–617, 2022. https://doi.org/10.1002/ppp3.10282

GUTIÉRREZ, T. J. State-of-the-Art Chocolate Manufacture: A Review. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, v. 16, n. 6, p. 1313–1344, 2017. https://doi.org/10.1111/1541-4337.12301

HIGGINS, J. P. T. et al. Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions (1st ed.), 2019. https://doi.org/10.1002/9781119536604

HIGGINS, J. P. T. et al. The Cochrane Collaboration's tool for assessing risk of bias in randomised trials. BMJ, 343, d5928–d5928, 2011. https://doi.org/10.1136/bmj.d5928

HURST, W. J. et al. Cacao usage by the earliest Maya civilization. Nature, v. 418(6895), p. 289–290. https://doi.org/10.1038/418289a

INTERNATIONAL COCOA ORGANIZATION (ICCO). Global review of cocoa farming systems. https://www.icco.org/wp-content/uploads/Global-Review-of-Cocoa-Farming-Systems_Final.pdf, 2023.

KABA, J. S. et al. Towards sustainable agroforestry management: Harnessing the nutritional soil value through cocoa mix waste. Waste Management, v. 124, p. 264-272, 2021. https://doi.org/10.1016/j.wasman.2021.02.021

LACHENAUD, P.; MOTAMAYOR, J. C. The Criollo cacao tree (Theobroma cacao L.): A review. Genetic Resources and Crop Evolution, v. 64, n. 8, 1807-1820, 2017. https://doi.org/10.1007/s10722-017-0563-8

LANAUD, C. et al. A revisited history of cacao domestication in pre-Columbian times revealed by archaeogenomic approaches. Scientific Reports, v. 14, n. 1, 2972, 2024. https://doi.org/10.1038/s41598-024-53010-6

LIBERATI, A. et al. The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate healthcare interventions: Explanation and elaboration. BMJ, 339, b2700–b2700, 2009. https://doi.org/10.1136/bmj.b2700

MENDOZA-MENESES, C. J. et al. Implementation of pre-harvest techniques in emerging agroforestry systems to increase the yield of cocoa tree (Theobroma cacao L.). Heliyon, v. 9, n. 3, e14542, 2023. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e14542

MIDAGRI. Sistema Integrado de Estadísticas Agrarias (SIEA). Lima: Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, 2021. Disponível em: https://siea.midagri.gob.pe/

MINAGRI. Plan nacional de desarrollo del cacao y chocolate. Lima: Ministerio de Agricultura y Riego, 2020.

MOCKSHELL, J. et al. Identifying critical incentives for scaling out the adoption of agroecological practices–a systematic review of Peruvian cacao value chains. International Journal of Agricultural Sustainability, v. 23, n. 1, 2497640, 2025. https://doi.org/10.1080/14735903.2025.2497640

MOHER, D. et al. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. PLoS Medicine, v. 6, n. 7, p. e1000097, 2009.

MOLINA-HERNANDEZ, J. B. et al. Enhancing postharvest food safety: The essential role of non-thermal technologies in combating fungal contamination and mycotoxins. Frontiers in Microbiology, v. 16, 1543716, 2025. https://doi.org/10.3389/fmicb.2025.1543716

MOTAMAYOR, J. C. et al. Cacao domestication I: the origin of the cacao cultivated by the Mayas. Heredity, v. 89, p. 380–386, 2002.

MOTAMAYOR, J. C. et al. Geographic and Genetic Population Differentiation of the Amazonian Chocolate Tree (Theobroma cacao L). PLoS ONE, v. 3, n. 10, e3311, 2008. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0003311

OLIVA-CRUZ, M. et al. Phenotypic Characterization of Fine-Aroma Cocoa from Northeastern Peru. International Journal of Agronomy, p. 1–12, 2021. https://doi.org/10.1155/2021/2909909

PAGE, M. J. et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. BMJ, v. 372, n. 71, 2021. https://doi.org/10.1186/s13643-021-01626-4 r reporting system

PÉREZ-NEIRA, D. et al. Environmental impacts of organic and Fairtrade vs. conventional chocolate: A life cycle assessment in the Basque Country market. Sustainability, v. 16, n. 2, p. 493, 2024. https://doi.org/10.3390/su16020493

TALERO-SARMIENTO, L. H. et al. A bibliometric analysis of computational and mathematical techniques in the cocoa sustainable food value chain. Heliyon, v. 11, n. 6, e43015, 2025. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2025.e43015

THOMAS, E. et al. Present Spatial Diversity Patterns of Theobroma cacao L. in the Neotropics Reflect Genetic Differentiation in Pleistocene Refugia Followed by Human-Influenced Dispersal. PLoS ONE, v. 7, n. 10, e47676, 2012. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0047676

THOMAS, E. et al. Diversidad genética de cacao en el Perú. In: Thomas, Evert; Lastra, Sphyros; Zavaleta, Diego (eds) Catalogo de cacaos de Perú. Lima (Peru): Bioversity International; MOCCA. p. 9-56, 2023.

TINOCO-JARAMILLO, L. et al. Agroforestry Systems of Cocoa (Theobroma cacao L.) in the Ecuadorian Amazon. Forests, v. 15, n. 1, p. 195, 2024. https://doi.org/10.3390/f15010195

TRADING ECONOMICS. (2025). Cocoa prices. https://tradingeconomics.com/commodity/cocoa

VÁSQUEZ-GARCÍA, J. et al. Agromorphological characterization of cacao (Theobroma cacao L.) accessions from the germplasm bank of the National Institute of Agrarian Innovation, Peru. Heliyon, v. 8, n. 10, e10888, 2022 https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e10888

VELÁSQUEZ-REYES, D. et al. Contribution of post-harvest processing in cocoa bean: Chemometric and metagenomic analysis in fermentation step. Food Chemistry, v. 477, 143458, 2025. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2025.143458

VON BENNEWITZ, E. Land Tenure in Latin America: From Land Reforms to Counter-Movement to Neoliberalism. Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis, v. 65, n. 5, p. 1793–1798, 2017. https://doi.org/10.11118/actaun201765051793

ZARRILLO, S. et al. The use and domestication of Theobroma cacao during the mid-Holocene in the upper Amazon. Nature Ecology & Evolution, v. 2, n 12, p. 1879–1888, 2018. https://doi.org/10.1038/s41559-018-0697-x

ZHANG, D. et al. Molecular characterization of an earliest cacao (Theobroma cacao L.) collection from Upper Amazon using microsatellite DNA markers. Tree Genetics & Genomes, v. 5, n. 4, p. 595–607, 2009. https://doi.org/10.1007/s11295-009-0212-2

ZHANG, H.; SCHRADER, S. Earthworm effects on selected physical and chemical properties of soil aggregates. Biology and Fertility of Soils, v. 15, n. 3, p. 229–234, 1993. https://doi.org/10.1007/BF00361617

Capítulo 4

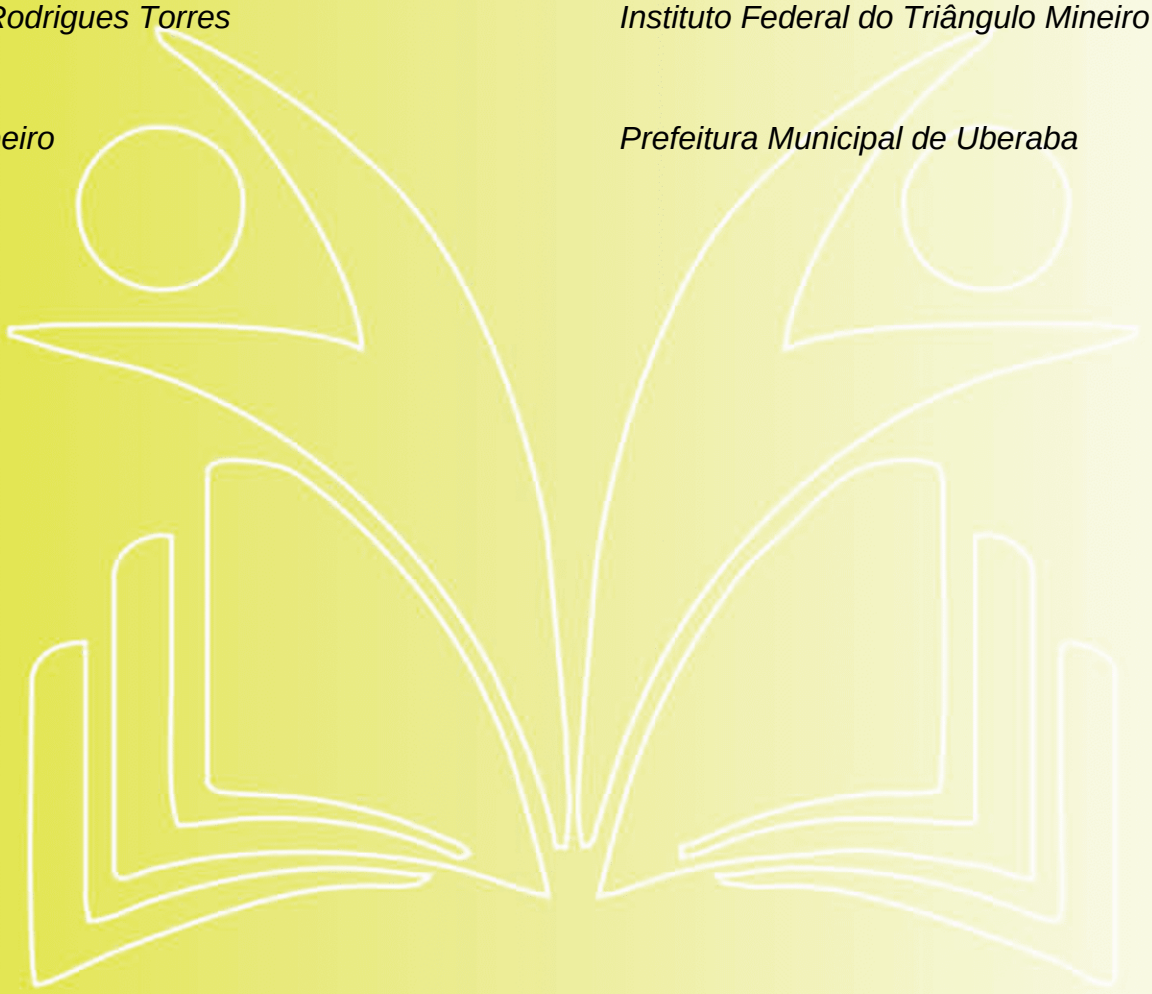
10.37423/260410940

DOSES E FONTES DE ADUBAÇÃO ORGÂNICA E MINERAL NA PRODUÇÃO DE ALFACE CRESPA NO CERRADO MINEIRO

Rúbia Rejane Ribeiro — *Universidade Federal do Triângulo Mineiro*

José Luiz Rodrigues Torres — *Instituto Federal do Triângulo Mineiro*

Wesley Ribeiro — *Prefeitura Municipal de Uberaba*



INTRODUÇÃO

Os resíduos orgânicos de origem animal precisam ser melhor manejados para aperfeiçoar a sincronização da disponibilidade de nutrientes no solo com a demanda exigida pela cultura (Abreu et al., 2010; Cavalheiro et al., 2015).

OBJETIVO

O objetivo do estudo foi avaliar a influência de diferentes fontes e doses de adubação orgânica e mineral na produção de alface crespa.

METODOLOGIA

O estudo foi conduzido na área experimental do Setor de Olericultura do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro - Campus Uberaba, no período de 13/06 a 30/07/2017 em campo aberto.

Com delineamento de blocos ao acaso, em esquema fatorial (6x3), com 4 repetições, sendo seis doses: 1 = 0; 2 = 25; 3 = 50; 4 = 100; 5 = 150 e 6 = 200% da adubação recomendada e três fontes de fertilizantes: 1 = Esterco bovino; 2 = Esterco de aves poedeiras (curtidos e em base úmida) e 3 = Adubação mineral, variando-se somente as doses de nitrogênio (N). A adubação mineral de referência foi de 150, 400 e 60 kg ha^{-1} de N (Ureia), P_2O_5 e K_2O, respectivamente. As doses foram: 1 = Esterco bovino (EB) 0; 12,5; 25; 50; 75 e 100 t ha^{-1}; 2 = Esterco de aves poedeiras (EA) 0; 5; 10; 20; 30 e 40 t ha^{-1}; 3 = Adubação mineral com N: 0; 37,5; 75; 150; 225 e 300 kg ha^{-1}. Avaliou-se o número de folhas (NF), altura de planta (AP), diâmetro do caule (DC), massa fresca (MF), massa seca (MS) e produtividade (P).

RESULTADOS

Observou-se que a adubação com EB e EA foram superiores ($p<0,05$), quando comparados à adubação mineral com ureia, para todas as variáveis estudadas, não ocorrendo efeito significativo para interações.

Tabela 1. Avaliação agronômica da alface crespa cultivada sob diferentes fertilizantes e doses, em Uberaba-MG.

Cultura	Alface crespa					
Variáveis	NF	AP	DC	MF	MS	PROD
	--	.....cm.....		.....g pl^{-1}.....		Mg ha^{-1}
			Fertilizantes (F)			
UR	16,0 b	13,9 b	1,1 b	78,5 b	3,4 b	12,6 b
EA	22,0 a	16,8 a	1,5 a	159,8 a	9,4 a	25,6 a
EB	23,0 a	17,5 a	1,5 a	172,2 a	9,8 a	27,5 a
Teste F	<0,0001*	<0,0001*	<0,0001*	<0,0001*	<0,0001*	<0,0001*
			Doses (D)			
0	16,0	12,8	1,0	62,7	3,5	10,0
25	20,0	15,1	1,3	113,5	6,8	18,1
50	21,0	16,1	1,4	134,2	7,8	21,5
100	22,0	17,1	1,5	164,7	8,7	26,3
150	23,0	18,5	1,5	185,7	9,3	29,7
200	22,0	17,0	1,4	160,3	9,3	25,6
Teste F	<0,0001*	<0,0001*	<0,0001*	<0,0001*	<0,0001*	<0,0001*
			Interação F x D			
Teste F	0,3418^{ns}	0,7272^{ns}	0,5756^{ns}	0,4899^{ns}	0,5209^{ns}	0,4895^{ns}
CV (%)	10,69	13,68	14,24	29,14	39,24	29,13

^{ns} = Não significativo; * = Significativo. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05). UR = ureia; EA = esterco de aves; EB = esterco bovino; NF = número de folhas; AP = altura de planta; DC = diâmetro do caule; MF = Massa fresca; MS = Massa seca; PROD = Produtividade.

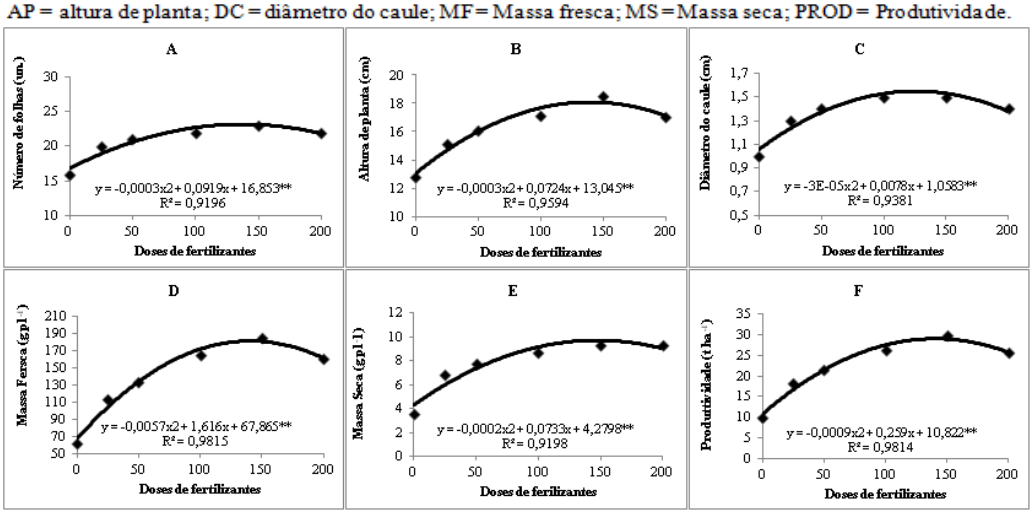


Figura 1. Efeito das doses no número de folhas (A), altura de planta (B), diâmetro do caule (C), massa fresca (D) e seca (E), produtividade (F) da alface crespa.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A análise de regressão mostrou que as curvas que melhor se ajustaram às médias apresentaram ajustes quadráticos para NF, AP, DC, MF, MS e P, atingindo valores máximos de 24 folhas, 17,41 cm, 1,57 cm, 182,4 g pl^{-1}, 11,0 g pl^{-1} e 29,46 t ha^{-1}, com as doses 153, 121, 130, 142, 183 e 144%, respectivamente.

REFERÊNCIAS

ABREU, I.M.O.; JUNQUEIRA, A.M.R.; PEIXOTO, J.R.; OLIVEIRA, S.A. 2010. Qualidade microbiológica e produtividade de alface sob adubação química e orgânica. Ciência e Tecnologia de Alimentos, 30:108-118.

CAVALHEIRO, D.B.; KLOSOWSKI, E.S.; HENKEMEIER, N.P.; GONÇALVES JUNIOR, A.C.; VASCONCELOS, E.S.; CHIBIAQUI, E. 2015. Produção de alface (Lactuca sativa L.) cv. Vanda, cultivada sob diferentes ambientes e níveis de adubação mineral e orgânica. Cultivando o Saber, 8: 109-124.

Capítulo 5

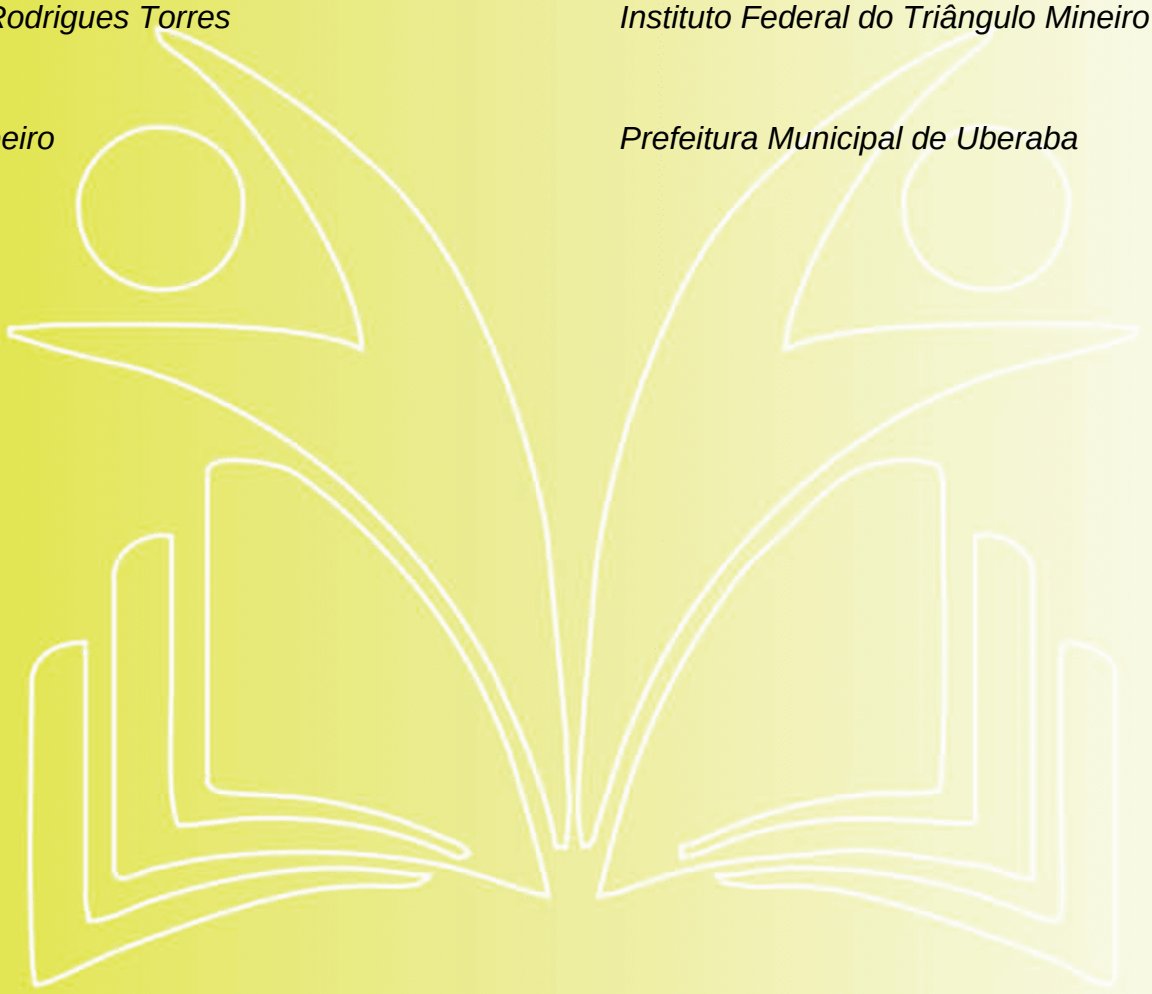
10.37423/260410941

ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO SOB DIFERENTES DOSES E FONTES E DE ADUBAÇÃO ORGÂNICA E MINERAL NO CULTIVO DA ALFACE CRESPA

Rúbia Rejane Ribeiro — *Universidade Federal do Triângulo Mineiro*

José Luiz Rodrigues Torres — *Instituto Federal do Triângulo Mineiro*

Wesley Ribeiro — *Prefeitura Municipal de Uberaba*



INTRODUÇÃO

Os compostos orgânicos na produção de hortaliças melhoram a aeração, a absorção de água e os atributos químicos do solo, proporcionando efeito residual de nutrientes para culturas sucessoras (Oliveira et al., 2014).

OBJETIVO

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito residual proporcionado pela aplicação de diferentes fontes e doses de adubação orgânica e mineral na produção de alface crespa.

METODOLOGIA

O estudo foi conduzido na área experimental do Setor de Olericultura do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro - Campus Uberaba, no período de 13/06 a 30/07/2017 em campo aberto.

Com delineamento de blocos ao acaso, em esquema fatorial (6x3), com 4 repetições, sendo seis doses: 1 = 0; 2 = 25; 3 = 50; 4 = 100; 5 = 150 e 6 = 200% da adubação recomendada e três fontes de fertilizantes: 1 = Esterco bovino; 2 = Esterco de aves poedeiras (curtidos e em base úmida) e 3 = Adubação mineral (AM), variando-se somente as doses de nitrogênio (N). A AM de referência foi de 150, 400 e 60 kg ha^{-1} de N (Ureia), P_2O_5 e K_2O, respectivamente. As doses foram: 1 = Esterco bovino (EB) 0; 12,5; 25; 50; 75 e 100 t ha^{-1}; 2 = Esterco de aves poedeiras (EA) 0; 5; 10; 20; 30 e 40 t ha^{-1}; 3 = Adubação mineral com N: 0; 37,5; 75; 150; 225 e 300 kg ha^{-1}.

Tabela 1. Avaliações dos atributos químicos do Latossolo Vermelho cultivado com alface crespa sob diferentes fertilizantes e doses, em Uberaba-MG.

Cultura	Alface crespa							
Atributos	pH	P	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	H+Al	MO	CO
	1-2,5	mg dm^{-3}	.....	$cmol_c\ dm^{-3}$	.....		.....	dag kg^{-1} .....
				Fertilizantes (F)				
UR	6,4 b	24,1 c	0,5 a	2,6	1,3 b	1,9	1,8 b	1,1 b
EA	6,7 a	49,2 a	0,3 b	2,9	1,5 ab	1,7	1,9 b	1,1 ab
EB	6,6 ab	37,9 b	0,3 b	2,8	1,7 a	1,9	2,1 a	1,2 a
Teste F	0,0373*	<1.10^{-4}**	<1.10^{-4}**	0,1209^{ns}	0,0071**	0,0299^{ns}	0,0007**	0,0035**
				Doses (D)				
0	6,6	19,6	0,3	2,4	1,3	2,0	1,8	1,0
25	6,5	28,2	0,4	2,7	1,5	1,8	2,0	1,1
50	6,7	33,1	0,3	2,7	1,5	1,8	1,9	1,1
100	6,5	40,3	0,4	2,9	1,5	1,9	2,0	1,2
150	6,6	52,0	0,4	3,0	1,5	1,9	2,0	1,2
200	6,5	49,1	0,5	3,0	1,6	1,8	1,9	1,1
Teste F	0,6849^{ns}	<1.10^{-4}**	<1.10^{-4}**	0,1079^{ns}	0,5513^{ns}	0,3002^{ns}	0,1218^{ns}	0,1260^{ns}
				Interação F x D				
Teste F	0,0239*	<3.10^{-4}**	<1.10^{-4}**	0,2377^{ns}	0,5295^{ns}	0,0694^{ns}	0,2197^{ns}	0,3622^{ns}
CV (%)	4,35	41,46	20,80	20,84	22,87	15,25	10,28	10,85

^{ns} = Não significativo; * e ** = Significativo a 1 e 5%, respectivamente. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05). UR = ureia; EA = esterco de aves; EB = esterco bovino.

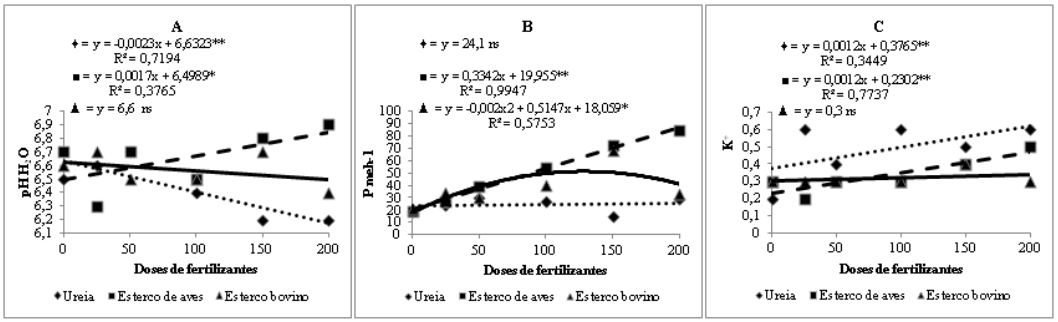


Figura 1. Equações de regressão do efeito das doses de ureia, esterco de aves e bovino dentro dos fertilizantes para os atributos pH (A), P (B) e K (C) do solo estudado.

O EA aumentou o pH (6,5 para 6,8), P (19,96 para 86,8 mg dm^{-3}) e K (0,23 para 0,47 $cmol_c\ dm^{-3}$) do solo, que são 5, 335 e 104% maiores, respectivamente, quando comparados à dose zero.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Com relação ao efeito nos atributos químicos do solo para o tipo de fertilizante utilizado, o esterco EA e o EB não diferiram (p<0,05) entre si para pH (6,7 e 6,6), Mg (1,5 e 1,7 $cmol_c\ dm^{-3}$) e CO (1,1 e 1,2 dag kg^{-1}), respectivamente. Contudo, o EB diferiu (p<0,05) dos demais para matéria orgânica (MO) (2,1 dag kg^{-1}) e o EA para P (49,2 mg dm^{-3}). A adubação mineral diferiu para K^+ (0,5 $cmol_c\ dm^{-3}$) (p<0,05).

REFERÊNCIAS

OLIVEIRA, L.B.; ACCIOLY, A.M.A.; DOS SANTOS, C.L.R.; FLORES, R.A.; BARBOSA, F.S. 2014. Características químicas do solo e produção de biomassa de alface adubada com compostos orgânicos. Revista brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, 18: 157-164.

EDITORA CONHECIMENTO LIVRE

conhecimentolivre.org/home
contato@conhecimentolivre.org
editoraconhecimentolivre



CIÊNCIAS AGRÁRIAS:
A MULTIDISCIPLINARIDADE DOS RECURSOS NATURAIS

VOLUME XXIV