

Artigos

Fatores que afetam a produtividade na cultura da erva-mate

Factors affecting the productivity of yerba mate plantations

Ives Clayton Gomes dos Reis Goulart^I 

Delmar Santin^{II} 

Bruno Portela Brasileiro^{III} 

^IEmbrapa Florestas, Colombo, PR, Brasil

^{II}Pesquisador Autônomo, Canoinhas, SC, Brasil

^{III}Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, Brasil

RESUMO

A erva-mate (*Ilex paraguariensis*) é uma espécie nativa do Brasil e fortemente ligada à cultura e à história dos estados da região sul do Brasil, seu maior produtor e exportador mundial. Entretanto, o desempenho produtivo dos ervais cultivados brasileiros vem diminuído ao longo dos últimos anos, a despeito das tecnologias de produção à disposição dos produtores. Diante disso, o objetivo deste trabalho foi estudar fatores que afetam a produtividade em função de níveis de produtividade da erva-mate cultivada. Para tanto, foram coletados dados a partir da aplicação de questionários estruturados em 470 propriedades rurais, distribuídos em toda a região produtora no Brasil. As propriedades foram agrupadas em níveis de produtividade utilizando a produtividade média e o seu desvio-padrão e a adoção tecnológica foi comparada entre os níveis. Para identificar as tecnologias mais determinantes para a produtividade, foi utilizado o modelo de regressão logística multinomial. De acordo com os resultados obtidos no presente estudo, os ervais cultivados são conduzidos por uma agricultura familiar diversificada, havendo o predomínio do baixo acesso à assistência técnica e ao aporte tecnológico. As propriedades com alto nível de produtividade apresentaram maior adoção tecnológica, maior presença da assistência técnica e maior capacitação da mão de obra. Entre as tecnologias avaliadas, a adubação, as mudas melhoradas, o controle de plantas daninhas, o controle de pragas, as ferramentas de poda e a poda de limpeza foram determinantes para a obtenção de médio e alto nível de produtividade. Dessa forma, políticas públicas que envolvam a capacitação e a transferência de tecnologias devem ser estimuladas no setor ervateiro, a fim de estimular a incorporação de novas tecnologias nos ervais brasileiros.

Palavras-chave: *Ilex paraguariensis*; Produção e manejo; Potencial produtivo; Produtos florestais não madeireiros

ABSTRACT

The yerba mate (*Ilex paraguariensis*) is a species native to Brazil which is strongly linked to the culture and history of the states of southern Brazil, the world's largest producer and exporter. However, the productive performance of yerba mate plantations in Brazil has decreased over the last few years, despite of the available technologies to producers. Therefore, the objective of this work was to study factors that affect the productivity as a function of productivity levels of cultivated yerba mate. The data were collected by applying structured questionnaires in 470 farms distributed throughout the yerba mate-producing region in Brazil. The properties were grouped into productivity levels using the average productivity and its standard deviation, and the technological adoption was compared between the levels. The multinomial logistic regression model was used to identify the most determinant technologies for productivity. According to our results, the cultivated yerba mate is conducted by diversified family agriculture, with a predominance of low access to technical assistance and technology. Properties with a high level of productivity showed higher technological adoption, a more significant presence of technical assistance, and greater workforce training. Among the evaluated technologies, fertilization, improved seedlings, weed control, pest control, pruning tools, and cleaning pruning were determinants for medium and high productivity levels. Thus, public policies involving training and transfer of technologies should be encouraged in the yerba mate sector to stimulate the incorporation of new technologies in the Brazilian yerba mate plantations.

Keywords: *Ilex paraguariensis*; Production and management; Productive potential; Non-wood forest products

1 INTRODUÇÃO

A erva-mate (*Ilex paraguariensis*) é uma espécie arbórea endêmica da América do Sul, cujo consumo iniciou-se com os povos nativos e, posteriormente, foi adotado pelos colonizadores. Seu habitat ocupa o nordeste da Argentina, o leste do Paraguai e o sul do Brasil, abrangendo uma área com cerca de 540.000 km², entre as latitudes 21°S e 30°S e as longitudes 48°W e 56°W. No Brasil, está distribuída nos estados do Mato Grosso do Sul, Paraná, Rio Grande do Sul e Santa Catarina, com nichos reduzidos em Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo (CROGE; CUQUEL; PINTRO, 2021). A exploração da espécie consiste na colheita de folhas e ramos finos das árvores após maturação foliar (SANTIN *et al.*, 2019). A espécie é usada principalmente na forma de chimarrão, tererê e chás, entretanto, outros produtos e formas de uso estão em desenvolvimento (CROGE; CUQUEL; PINTRO, 2021). A expansão do uso está relacionada com a elucidação de diversas propriedades benéficas como antioxidante, antimicrobiana e outras.

Essas atividades se devem à presença de compostos como metilxantinas, como cafeína e teobromina; flavonoides; vitaminas A, B, C e E; saponinas e taninos (CROGE; CUQUEL; PINTRO, 2021). Isso tem despertado o interesse do mercado consumidor internacional, refletindo no aumento da sua demanda nos últimos anos (CARDOZO JUNIOR; MORAND, 2016).

Atualmente, o Brasil é o maior produtor e exportador de erva-mate no mundo, produzindo cerca de 940.000 toneladas e movimentando R\$ 932,3 milhões em 2019 (IBGE, 2020a; 2020b; ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA ALIMENTAÇÃO E AGRICULTURA, 2020). Do total produzido, cerca de 120.000 toneladas são exportadas, tendo como destinos principais o Uruguai, o Chile, Estados Unidos e Alemanha (BRASIL, 2020). A erva-mate é o maior produto não madeireiro do agronegócio florestal na Região Sul do Brasil e o segundo em âmbito nacional, tendo notável importância na economia dos estados produtores (IBGE, 2017; VIANA *et al.*, 2018).

A obtenção de erva-mate no Brasil ocorre por meio de quatro sistemas básicos, como o extrativismo de erva-mate na Floresta Ombrófila Mista (FOM), o adensamento de erva-mate em remanescentes da FOM, o cultivo de erva-mate arborizada e a pleno sol (VOGT; NEPPEL; SOUZA, 2016). Os três últimos são considerados cultivos de erva-mate, pois neles são empregadas tecnologias de produção.

Nesse sentido, o cultivo da erva-mate é uma importante fonte de renda em pequenas propriedades familiares no sul do Brasil (OLIVEIRA; WAQUIL, 2015; VIANA *et al.*, 2018). Estima-se que a cadeia produtiva da erva-mate seja responsável por mais de 600 mil postos de trabalho, envolvendo aproximadamente 40 mil propriedades rurais (IBGE, 2017; VIANA *et al.*, 2018). Sua adaptação e rusticidade, associada a baixos custos de produção resulta em bom retorno econômico, dependendo do aporte tecnológico adotado (PEDRASSANI; KNOP; PERCIAK, 2020).

Entretanto, embora inovações tecnológicas estejam disponíveis para proporcionar níveis de produtividade acima de 20.000 kg/ha (PENTEADO JÚNIOR; GOULART, 2019; SANTIN *et al.*, 2019), nas últimas décadas a produtividade dos ervais

brasileiros vem diminuindo e atualmente a média não ultrapassa 7700 kg/ha (CARMO *et al.*, 2018; IBGE, 2020a). Essa situação tem desestimulado os produtores, que acabam substituindo o cultivo da erva-mate por outras atividades.

Alguns autores apontam como principais causas da diminuição da produtividade dos ervais fatores como o esgotamento da fertilidade do solo, o ataque de pragas, a competição com plantas daninhas, as podas excessivas, entre outros (MASLOFF, 2013; MAYOL *et al.*, 2014). Esse panorama sugere baixa utilização das tecnologias de produção pelos agricultores.

A produtividade em cultivos agrícolas e florestais é resultado da tecnologia adotada no sistema de produção, havendo uma relação entre produtividade e adoção tecnológica (VIEIRA FILHO, 2019). A fertilidade do solo, por exemplo, é um fator de produção importante para a produtividade da erva-mate, que pode ser manejada pela aplicação de fertilizantes. Nesse sentido, a aplicação da adubação recomendada para a cultura eleva seu potencial produtivo (SANTIN *et al.*, 2013a). Da mesma forma, a intensidade de poda na erva-mate é considerada crítica para a cultura, pois podas drásticas sucessivas reduzem o vigor e, por conseguinte, a produtividade do erval (SANTIN *et al.*, 2017). Com base no exposto, torna-se evidente a necessidade de subsidiar a elevação da adoção tecnológica nos cultivos de erva-mate.

Sabendo-se que na agricultura a adoção tecnológica acontece por etapas (TAKAHASHI; MURAOKA; OTSUKA, 2020), uma estratégia para estimular os agricultores a tecnificarem seus ervais seria a transferência de tecnologias que causam maior impacto na produtividade. Para a cultura da erva-mate, essas informações não estão disponíveis aos agentes de assistência técnica. Nesse sentido, elucidar a importância de tecnologias na produtividade da erva-mate pode instrumentalizar a pesquisa e orientar políticas públicas no âmbito da elaboração de estratégias de transferência e difusão de tecnologias mais eficientes. Com base no exposto, o objetivo deste trabalho foi comparar a adoção de tecnologias em diferentes níveis de produtividade e identificar quais são mais relevantes para a obtenção de altas produtividades em cultivos de erva-mate.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo caracteriza-se como pesquisa empírica com enfoque qualitativo e quantitativo, cuja coleta de dados foi realizada pela aplicação de um questionário estruturado contendo 53 perguntas facultativas relacionadas ao produtor, à propriedade rural e ao sistema de produção empregado. Do total de perguntas, 30 foram utilizadas nas análises deste estudo, organizadas em aspectos relacionados às plantas, ao solo, à poda, aos tratamentos culturais e à gestão do erva (Tabela 1). O questionário foi elaborado e testado, buscando o menor número de perguntas com a maior quantidade de informação possível e minimizando erros de compreensão pelos participantes, conforme discutido por Melo e Bianchi (2015).

O público-alvo do estudo foram produtores de erva-mate (*Ilex paraguariensis*) dos estados do Mato Grosso do Sul (MS), Paraná (PR), Rio Grande do Sul (RS) e Santa Catarina (SC). Esses estados compreendem o centro de diversidade da erva-mate no Brasil, bem como a produção comercial da espécie (CROGE; CUQUEL; PINTRO, 2021).

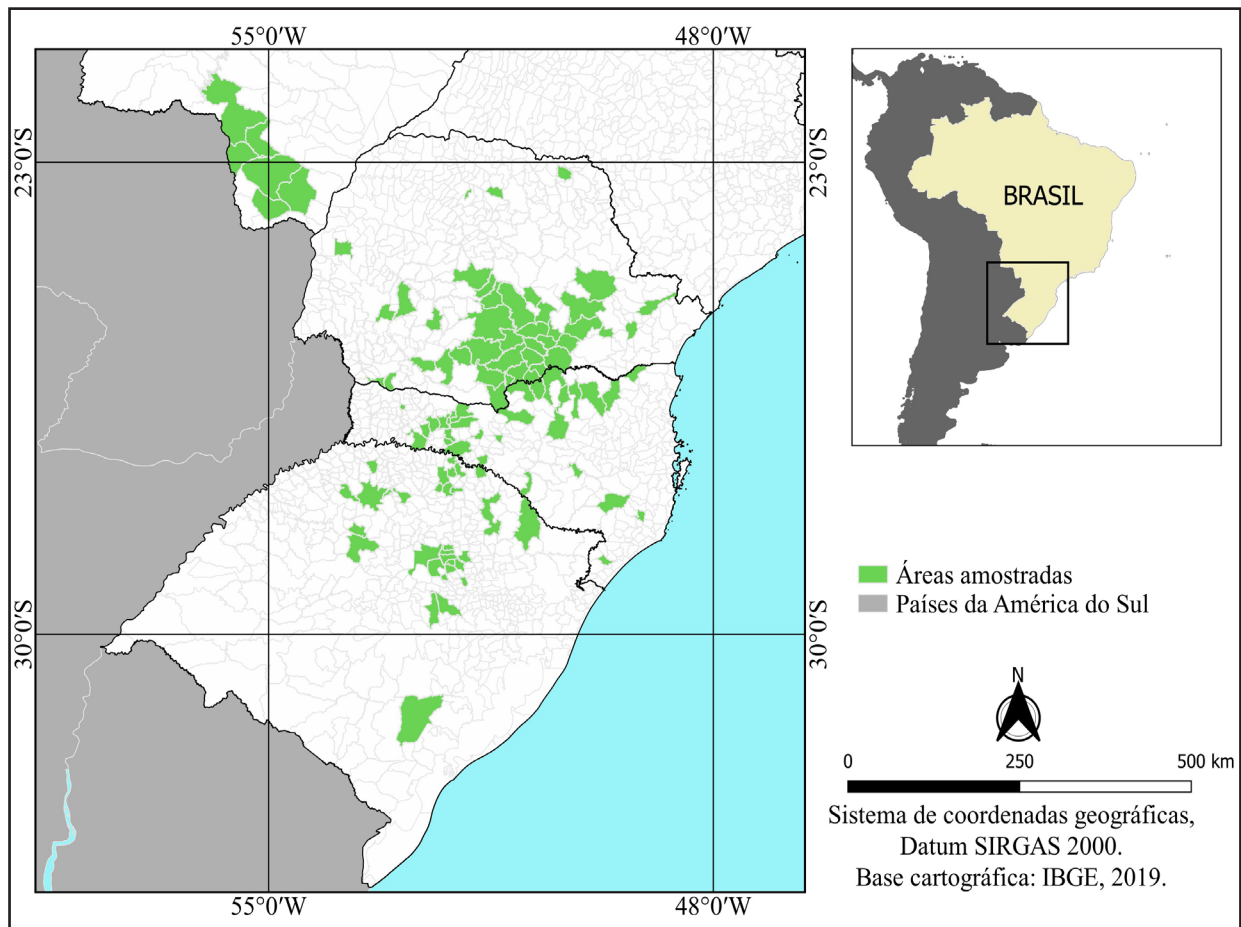
Com o objetivo de otimizar a coleta de dados, o questionário foi aplicado nas formas presencial, nas propriedades e em eventos técnicos, ou remotamente utilizando uma versão digital. A coleta foi realizada com auxílio de profissionais da extensão rural pública dos estados mencionados e pelos autores do estudo, no método de amostragem aleatória simples. Ao todo, 470 mateicultores foram entrevistados no período de outubro de 2018 a janeiro de 2020. A amostra de entrevistados representou cerca de 1,8% dos produtores, 15% da área cultivada e 13,3% da produção no Brasil em 2018 (IBGE, 2017). Ao final do período de coleta, os dados foram tabulados e padronizados em termos de unidades de medida e corrigidos os erros ortográficos, para posterior análise. Os dados foram sumarizados a partir das médias do desvio-padrão e das frequências relativas e absolutas.

Tabela 1 – Questionário utilizado no estudo aplicado a produtores de erva-mate

Classe	Questionário aplicado
Plantas	Usa mudas comuns ou geneticamente melhoradas?
	Qual a idade das erveiras no seu erval?
	Qual o espaçamento das erveiras que você utiliza?
	Qual a densidade de plantas do erval?
Solo	Qual a percentagem de erveiras improdutivas?
	Você prepara o solo quando planta erva-mate?
	Você faz análise de solo?
	Você aplica adubação no seu erval? Qual o seu principal fertilizante?
Tratos culturais	Você aplica calcário no erval?
	Você utiliza espécies de cobertura de solo, conhecidas também como adubação verde?
	Faz proteção das mudas com placas de madeira ou outro material após o plantio?
	Você faz controle de plantas daninhas?
Poda	Quantas vezes por ano você faz controle de plantas daninhas?
	Você controla pragas no erval?
	Você elimina galhos ou ramos doentes da erveiras?
	Realiza poda de formação, também conhecida como desponte?
	Indique qual a idade e qual a altura dessa poda em relação ao solo?
	Realiza a poda de limpeza, conhecida como “puxe”?
	Na poda de colheita, qual a porcentagem de folhas que ficam nas erveiras?
	Qual é o intervalo de tempo entre as podas de colheita?
	Em relação ao solo, qual a altura dos primeiros galhos produtivos das suas erveiras?
	Você realiza rebaixamento de copa para reduzir a altura das erveiras?
Gestão	Você realiza a decepa para renovar o erval?
	Qual é a sua principal ferramenta de poda?
	Você contrata mão de obra treinada para realizar a poda?
	Faz controle de custos de produção?
	Você usa computador, tablete ou celular para administrar ou gerenciar propriedade?
	Já participou de cursos, palestras ou dias de campo sobre produção e manejo de erva-Mate?
	Possui assistência técnica? Recebe quantas visitas por ano?
	Qual foi a produtividade média que você obteve no seu erval na última colheita?

Fonte: Autores (2021)

Figura 1 – Região de estudo. Em verde, municípios amostrados



Fonte: Autores (2021)

O desvio-padrão e a média de produtividade obtida na amostra foram utilizados como referência na determinação dos níveis de produtividade. Foram definidos três níveis de produtividade, quais sejam: baixo, quando a produtividade observada era menor que a média da amostra ($x \leq \bar{x}$); médio, quando a produtividade observada estava entre a média da amostra e a média somada a dois desvios-padrão ($\bar{x} > x < \bar{x} + 2\sigma$); e alto, quando a produtividade observada era maior que a média da amostra somada a dois desvios-padrão ($x \geq \bar{x} + 2\sigma$). Posteriormente, a presença ou adoção dos fatores de produção investigados foram reorganizados dentro dos níveis de produtividade.

Para definir quais tecnologias de produção são determinantes para a cada nível de produtividade, foi realizada uma análise de regressão logística multinomial. Esse modelo estima o *log* da razão de chance de cada tecnologia de produção utilizado ou não pelo produtor para atingir os níveis médio ou alto (2 e 3), tendo o nível baixo como referência (1). A probabilidade de ser 1, 2 ou 3 é função dos efeitos das tecnologias de produção (GREENE, 2018), conforme Equação (1):

$$P(y_i = 1|xi)P_{i1} = \frac{1}{1 + e^{x'i\beta_2} + e^{x'i\beta_3}}$$

$$P(y_i = 2|xi)P_{i2} = \frac{e^{x'i\beta_2}}{1 + e^{x'i\beta_2} + e^{x'i\beta_3}} \quad (1)$$

$$P(y_i = 3|xi)P_{i3} = \frac{e^{x'i\beta_3}}{1 + e^{x'i\beta_2} + e^{x'i\beta_3}}$$

Nesta análise, a variável resposta foram os níveis de produtividade e as variáveis explicativas as tecnologias de produção (Tabela 2). Os dados foram analisados utilizando a função Modelos Lineares Generalizados do Software R, versão 3.6.1 (R CORE TEAM, 2019b) e os pacotes Foreign (R CORE TEAM, 2019a), Nnet (VENABLES; RIPLEY, 2002) e Stargazer (HLAVAC, 2018).

Tabela 2 – Variáveis explicativas utilizadas no modelo logit multinomial

Variáveis explicativas / Tecnologias de produção	Descrição
Mudas melhoradas	Uso de mudas geneticamente melhoradas
Preparo de solo	Adoção do preparo de solo para plantio
Densidade de plantas	Número de plantas por hectare
Controle de plantas daninhas	Adoção de práticas de controle de plantas daninhas
Adubação	Uso de fertilizantes na cultura da erva-mate
Calcário	Uso de calcário na cultura da erva-mate
Cobertura vegetal	Uso de espécies de cobertura nas entrelinhas
Controle de pragas	Controle das principais pragas
Idade na poda de formação	Idade das plantas na época da poda de formação
Altura da poda de formação	Altura em que é realizada a poda de formação
Limpeza ou puxe	Adoção da poda de limpeza
Folhas remanescentes	Folhas mantidas nas plantas após as colheitas
Intervalo entre colheitas	Intervalo de tempo entre colheitas, safra.
Renovação por decepa	Adoção da técnica decepa para reforma de ervais
Rebaixamento	Adoção do rebaixamento de copa
Altura dos galhos produtivos	Altura da inserção dos primeiros galhos
Ferramenta de poda	Uso de ferramentas adequadas para poda
Erveiras improdutivas	Percentual de plantas improdutivas.

Fonte: Autores (2021)

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Níveis de produtividade

A produtividade média declarada pelos produtores foi de 7,3 t/ha, sendo de 10,7 t/ha no RS; 8,1 t/ha no MS; 7,3 t/ha em SC e 5,7 t/ha no PR. Esses resultados estão de acordo com a produtividade média brasileira de 7,7 t/ha e a dos estados do RS, MS, SC e PR em 2019 que foram 10,0; 9,7; 5,8 e 6,9 t/ha, respectivamente (IBGE, 2020a). Entretanto, esses valores contrastam com produtividades acima de 20 t/ha, observadas em ervais cultivados com alta adoção tecnológica (SANTIN *et al.*, 2019; IBGE, 2020a).

Para estabelecer os níveis de produtividade, foram utilizados o resultado obtido de 7,3 t/ha e o desvio padrão de 4,9 t/ha. Os ervais foram reorganizados para nível baixo, para produtividades menores que 7,3 t/ha; nível médio, para produtividades entre 7,3 e 17,1 t/ha; e nível alto, para produtividades maiores que 17,1 t/ha. Nessa distribuição, 64,5% das propriedades foram alocadas no nível baixo, 30,4% no nível médio e 5% no nível alto (Tabela 3).

Pode-se observar que, de forma geral, os fatores de produção relacionados às plantas não apresentaram variações consideráveis entre os níveis, com exceção ao uso de mudas melhoradas (Tabela 3). Os espaçamentos entre as plantas observadas estão em conformidade com as recomendações atuais da cultura da erva-mate (PENTEADO JÚNIOR; GOULART, 2019).

As mudas melhoradas são utilizadas por 29,3% dos produtores entrevistados. Entretanto, dentro dos níveis, a adoção dessa tecnologia variou de 17,9% no nível baixo; 46,7% no médio e 53,3% no nível alto (Tabela 3). Esse resultado sugere que a genética superior das variedades melhoradas contribui para o aumento da produtividade da erva-mate. O baixo uso pelos produtores poderia ser explicado pelo maior preço das mudas melhoradas em comparação com mudas comuns. O custo tem sido apontado como a principal limitação para adoção de variedades melhoradas de erva-mate e de outras culturas (MAYOL *et al.*, 2014; KALIBA *et al.*, 2018; TUFA *et al.*, 2019).

Os fatores relacionados ao manejo do solo apresentaram adoção crescente com o aumento do nível de produtividade, indicando contribuição dessas práticas na produtividade. A adubação, por exemplo, foi adotada por 65,8%; 85,9% e 100,0% dos produtores nos níveis baixo, médio e alto, respectivamente. No caso do calcário, a adoção média não ultrapassou 35%, sendo crescente entre os níveis de produtividade. A aplicação dos macronutrientes nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio é recomendada para erva-mate, uma vez que a cultura apresenta alta resposta a esses elementos. Alguns autores apontam produtividades acima de 25 t/ha em ervais devidamente adubados, sendo o calcário responsável por 20% do efeito observado (SANTIN *et al.*, 2013a; 2013b; 2019). O desconhecimento sobre os tipos de

fertilizantes e seus efeitos na erva-mate foi relatado por MAYOL *et al.* (2014) como um fator limitante ao uso de calcário e adubos na cultura. Como metade dos produtores realizam análise de solo, especula-se que boa parte deles fertilizam seus ervais sem conhecer a demanda nutricional da cultura.

O uso de coberturas vegetais também teve baixa adoção pelos produtores, não ultrapassando 66,7% no nível alto, embora seja uma prática recomendada para a erva-mate (Tabela 3). As coberturas vegetais, além de suprimir espécies indesejadas, podem fixar nitrogênio do ar e incrementar matéria orgânica nos solos (PENTEADO JÚNIOR; GOULART, 2019), contribuindo para a nutrição da erva-mate.

Em relação aos tratos culturais avaliados no estudo, a adoção do controle de plantas daninhas, bem como o número de vezes que o controle é realizado, foram altos e com pouca oscilação entre os níveis (Tabela 3). Isso indica que os produtores percebem a necessidade de aplicação dessa prática, provavelmente pressionados pela baixa reposição nutricional dos ervais, como visto acima. De fato, a competição com plantas daninhas é um fator importante para a erva-mate, afetando tanto os aspectos fisiológicos como os nutricionais (DAVID *et al.*, 2018), principalmente nas fases mais jovens da cultura.

Por outro lado, a proteção das mudas após o plantio e a eliminação de ramos doentes ou atacados por pragas tiveram baixa adoção, embora crescente com o aumento do nível de produtividade (Tabela 3). A proteção de mudas no plantio consiste na colocação de uma lâmina de madeira, outro material, ou espécie vegetal ao lado da muda, evitando que os raios solares do período da tarde incidam diretamente sobre as folhas. Esse resultado, provavelmente, ocorra pela maior incidência de luz em ervais a pleno sol e arborizados, atualmente mais produtivos, cuja proteção de mudas é estritamente necessária. A adoção crescente observada para a eliminação de ramos doentes, provavelmente se deva à eficiência e a simplicidade dessa prática no controle de pragas e doenças da erva-mate. Como os sintomas de algumas pragas e doenças ocorrem nas folhas e ramos, uma das recomendações técnicas é a eliminação e destruição desses ramos (PENTEADO JÚNIOR; GOULART, 2019).

Tabela 3 – Fatores de produção presentes em ervais brasileiros em função da amostra completa e dentro dos níveis de produtividade. Dados expressos em percentuais de adotantes ou em médias aritméticas

Classe	Fatores de produção	Média geral	Níveis de produtividade ¹		
			Baixo	Médio	Alto
Plantas	Espaçamento entre plantas (m)	1,8	1,9	1,7	1,7
	Espaçamento entre fileiras (m)	2,4	2,5	2,3	2,4
	Densidade de plantas (plantas/ha)	2.473,6	2.388,4	2.459,6	2.431,8
	Idade das erveiras em produção (anos)	16,8	17,6	16,3	21,9
	Mudas melhoradas (%)	29,3	17,9	46,7	53,3
Solo	Preparo de solo (%)	61,0	54,1	68,5	73,3
	Análise de solo (%)	50,4	39,9	60,9	85,7
	Adubação (%)	60,5	43,6	83,7	100
	Calcário (%)	34,0	25,9	39,1	60
	Cobertura vegetal (%)	37,6	27,7	55,4	66,7
Tratos culturais	Proteção de mudas (%)	56,9	50,3	74,2	80,0
	Controle de plantas daninhas (%)	95,9	93,8	98,9	100,0
	Controle de plantas daninhas (nº/ano)	2,3	2,2	2,5	1,9
	Eliminação de ramos doentes/atacados (%)	50,5	42,1	58,7	71,4
Poda	Poda de formação (%)	74,7	65,8	85,9	100,0
	Idade na poda de formação (anos)	2,5	2,6	2,5	2,0
	Altura da poda de formação (cm)	64,1	62,6	63,2	46,7
	Poda de limpeza (%)	29,9	19,6	44,6	66,7
	Folhas remanescentes (%)	17,1	15,6	17,8	20,8
	Intervalo entre colheita (meses)	23,3	24,7	21,1	21,6
	Altura dos ramos produtivos (cm)	75,1	84,3	61,4	60,3
	Rebaixamento de copa (%)	58,8	54,6	64,8	80,0
	Decepa (%)	49,4	43,4	59,3	66,7
	Ferramenta de poda recomendada	62,9	55,4	70,0	86,7
Gestão	Podadores treinados (%)	59,6	41,3	39,1	100,0
	Custo de produção (%)	51,6	42,0	60,9	80,0
	Tecnologias para gestão (%)	34,3	26,8	40,2	53,3
	Treinamento em erva-mate (%)	60,5	59,4	63,3	86,7
	Treinamento em erva-mate (nº)	4,6	1,9	2,6	3,9
	Assistência técnica (%)	28,2	22,9	30,3	46,7
	Visitas de assistência técnica (nº/ano)	0,6	0,4	0,8	2,2
	Produtividade (t/ha)	7,3	4,5	11,1	21,1

Fonte: Autores (2021)

Em que: ¹Níveis de produtividade, em t/ha: Baixo, $x \leq 7,3$; Médio: $7,3 > x < 17,1$; Alto, $7,3 > x < 17,1$; Da amostra de produtores avaliada, 64,6% está no nível baixo; 30,4% no médio; e 5,0% no alto.

Os resultados concernentes ao sistema de poda sugerem que, em termos médios, os produtores não seguem as recomendações da cultura em sua plenitude. A baixa adoção de práticas como a poda de limpeza e a elevada altura dos primeiros ramos produtivos ilustram este panorama (Tabela 3). Entretanto, nota-se aumento no grau de adoção das variáveis com o aumento dos níveis de produtividade. Por exemplo, tanto a poda de formação quanto a mão de obra capacitada são utilizadas por todos os produtores no nível alto e, ainda, a redução da idade e da altura da poda de formação e da altura dos ramos produtivos também ilustram esse fato (Tabela 3).

As podas são importantes no cultivo de erva-mate, pois as intervenções regulam a arquitetura das plantas, evitam perda de folhas antes da colheita, otimizam a proporção folha+galho fino/galho grosso e a recuperação após cada colheita, afetando a produtividade (SANTIN *et al.*, 2017; SANTIN *et al.*, 2019). A poda de formação é a primeira poda na cultura e tem o objetivo de quebrar a dominância apical e estimular as brotações laterais das plantas, melhorando sua arquitetura. Nos ervais com baixo nível de produtividade, 65,8% tiveram poda de formação. Por outro lado, a prática é realizada em todos os ervais com alta produtividade. Entretanto, a poda de limpeza, realizada para eliminar galhos finos centrais da copa e melhorar o microclima no interior da mesma, é realizada, em média, por 29,9% dos produtores, sendo perceptível o aumento acompanhando os níveis de produtividade (Tabela 3). Esse resultado foi igualmente observado por Mayol *et al.* (2014) em quatro províncias argentinas, nas quais os produtores adotavam a prática em no máximo 30% da área de produção.

A erva-mate apresenta a melhor resposta à adubação em incremento de produtividade de matéria prima comercial quando a colheita é realizada no intervalo de 18 meses (SANTIN *et al.*, 2017). No entanto, quando o erval não é nutrido, recomendam-se colheitas com 24 meses de intervalo (SANTIN *et al.*, 2019). O intervalo médio geral praticado pelos produtores foi de 23,3 meses, sendo 24,7 no nível baixo, e pouco mais de 21 meses nos níveis médio e alto. Ainda na poda de colheita, outro fator considerado é o percentual de folhas remanescentes, que teve um resultado médio de

17,1%, se tornando mais adequado nos ervais com alto nível de produtividade (Tabela 3). Em relação às folhas remanescentes, a manutenção de 20 a 30% de folhas após a colheita é fundamental para a brotação e a reposição da copa, mantendo área foliar suficiente para produção de fotoassimilados e permitindo a colheita em 18 meses (SANTIN *et al.*, 2019).

A altura das plantas de erva-mate é regulada pela altura das podas de formação, de colheita, de rebaixamento de copa e decepa. A recomendação atual indica altura da poda de formação a 20 cm e posterior manutenção de 50 cm de tronco ao longo da vida das erveiras (PENTEADO JÚNIOR; GOULART, 2019). Entretanto, os resultados obtidos aqui indicam que a altura dos troncos é conduzida acima desse valor. Outro aspecto que afeta as podas é a execução desta atividade com mão de obra não capacitada. No estudo, a utilização de podadores treinados, nos níveis baixo e médio foram insatisfatórias (Tabela 3). Existe correlação positiva entre a qualificação da mão de obra e a produtividade em ervais cultivados (MAYOL *et al.*, 2014). Esses resultados indicam que a adoção de práticas adequadas de poda de erva-mate proporciona o aumento na produtividade.

Os aspectos relacionados à gestão dos ervais apresentaram comportamento semelhante ao observado para outras variáveis. Fatores como custo de produção ou utilização de tecnologias para auxílio na gestão do cultivo são pouco utilizados em ervais de baixa produtividade, embora o primeiro seja realizado em 80% dos ervais de alta produtividade.

Em relação à capacitação de produtores na cultura da erva-mate, 60,5% dos respondentes afirmaram já ter participado de eventos ou cursos de curta duração, tendo em média, participado de 4,6 eventos. O percentual de produtores que realizaram algum treinamento sobre a ervamate subiu de 59,4% no nível baixo para 86,7% no nível alto. Além disso, o número de capacitações foi de 1,9 e 3,9 nos respectivos níveis (Tabela 3).

Em média, 28,2% dos agricultores possuem assistência técnica (ATER) e recebem 0,6 visitas anuais. A presença de ATER variou de 22,9 a 46,7%, enquanto o número de

visitas anuais oscilou de 0,4 a 2,2 (Tabela 3). Esses resultados indicam que a assistência aos ervais é deficiente, contudo, duas visitas anuais poderiam ser suficientes para elevar o desempenho produtivo dos cultivos.

Os resultados obtidos neste trabalho corroboram com observados na Argentina e no Paraguai, sobretudo em relação à capacitação dos produtores e a assistência técnica (MASLOFF, 2013; MAYOL *et al.*, 2014). Nesses trabalhos, a falta de ATER foi o fator mais limitante à adoção de tecnologias pelos produtores de erva-mate. Um estudo recente indicou que a presença da ATER elevou a renda agrícola das propriedades brasileiras, aumentando a produtividade e reduzindo o custo de produção (VIEIRA FILHO, 2019). Entretanto, nos últimos 10 anos houve redução de 19,5% das propriedades atendidas pela ATER pública no País, sendo de 8,2% nos estados produtores de erva-mate (IBGE, 2017). Esse fato provavelmente contribui na queda de produtividade dos ervais brasileiros.

3.2 Fatores tecnológicos determinantes para a produtividade

Os resultados obtidos na avaliação dos níveis de produtividade indicam que ervais de médio e alto nível apresentam maiores percentuais de fatores de produção aplicados no cultivo. Complementarmente, as tecnologias de produção foram analisadas pelo método logístico multinomial de forma a determinar as de maior impacto no aumento da produtividade dos ervais (Tabela 4). O coeficiente β indica o log da razão de chance das variáveis adotadas no nível baixo, em relação ao nível médio e alto. Em outras palavras, compara o nível baixo com o nível médio e em seguida o nível baixo com o nível alto. Em caso de significância, o sinal positivo indica que a adoção da tecnologia aumenta a chance de o erval estar no nível médio ou alto. Por outro lado, o sinal negativo indica maior chance de o erval estar no nível baixo.

A maior parte das tecnologias foram significativas para o nível alto em comparação com o nível médio (Tabela 4). Isso quer dizer que, nas condições do estudo, para elevar a produtividade de um erval de nível baixo para o nível médio, a adoção

de três recomendações técnicas seria necessária. Por outro lado, seriam necessárias a adoção de 9 recomendações para elevar a produtividade do nível baixo para o nível alto. Cabe salientar que esta análise relativiza o efeito das variáveis umas com as outras, não significando, entretanto, que aquelas não significativas não necessitam ser adotadas. As variáveis significativas podem ser entendidas como práticas ou tecnologias preferenciais para iniciar a adoção tecnológica nos ervais cultivados.

Tabela 4 – Estimativa dos coeficientes da regressão (β) e do erro padrão para as tecnologias de produção nos níveis de produtividade médio e alto

Tecnologias de produção	Níveis de produtividade			
	Médio		Alto	
	β	Erro padrão	β	Erro padrão
Mudas melhoradas	1,18***	0,39	1,12***	0,14
Preparo de solo	0,30	0,39	0,09	0,12
Densidade de plantas	0,00	0,00	-0,00	0,00
Controle de plantas daninhas	27,05***	0,07	10,10***	0,06
Adubação	1,35***	0,20	26,88***	0,06
Calcário	-0,99**	0,39	0,27	0,18
Cobertura vegetal	0,32	0,40	-0,56***	0,15
Controle de pragas	0,41	0,25	0,87**	0,40
Idade na poda de formação	0,02	0,20	-0,71*	0,38
Altura da poda de formação	-0,00	0,00	-0,01	0,01
Limpeza-puxe	0,52	0,40	1,09***	0,17
Folhas remanescentes	0,01	0,02	0,02	0,03
Intervalo entre colheitas	-0,06**	0,03	0,12**	0,06
Renovação por decepa	-0,41	0,39	-0,41**	0,17
Rebaixamento	-0,49	0,33	-1,02***	0,18
Altura dos galhos produtivos	-0,58	0,37	-0,51***	0,15
Ferramenta de poda	-0,23	0,40	1,41***	0,07
Erveiras improdutivas	-0,03	0,02	0,03*	0,02
Constante	-27,11***	0,07	-41,30***	0,06

Fonte: Autores (2021)

Em que: * $p < 0,1$; ** $p < 0,05$; *** $p < 0,01$.

A adoção de mudas melhoradas, do controle de plantas daninhas e da adubação foram determinantes para o alcance da produtividade média, partindo da produtividade baixa (Tabela 4). Em outras palavras, essas tecnologias impactaram mais a produtividade em comparação às demais variáveis avaliadas. As mudas melhoradas geneticamente, tanto seminais como clonais, são selecionadas para produtividade, de forma que ervais estabelecidos com esses materiais tem maior potencial produtivo em comparação a ervais formados por mudas comuns. Embora seja uma tecnologia de alto custo, apresenta vantagens relacionadas, ainda, à homogeneidade e à especificidade da matéria-prima. Já o controle de plantas daninhas é importante, pois em ervais de baixa produtividade que, conforme demonstrado neste estudo, apresentam baixa aplicação de fertilizantes e por isso a competição por nutrientes ganha relevância, bem como seu impacto negativo na produção. Alinhado a isso, a adubação também tem impacto na produtividade, pois fornece os nutrientes necessários para a produção de biomassa e, embora tenha um custo relevante, tem sua adoção flexível em termos de quantidade a ser aplicada e fontes comerciais, devendo ter seu uso estimulado junto aos produtores.

Por outro lado, a aplicação de calcário e o intervalo entre colheitas foram significativas com sinal negativo, ou seja, reduziu a chance de o erval estar no nível médio (Tabela 4). Isso provavelmente ocorra devido à menor resposta da erva-mate ao calcário, se comparado com a adubação com NPK (SANTIN *et al.*, 2013b), ou pelo fato dos manuais de adubação e calagem antigos recomendarem doses de calcário bem abaixo do exigido pela cultura. Isso significa que, mesmo o produtor já ter feito uso dessa tecnologia, as baixas doses recomendadas não surtiram efeito na produtividade. Além disso, como mostrado na Tabela 3, o percentual de adotantes nos níveis de produtividade baixo e médio é próximo, o que dificulta a análise dessa variável no modelo de regressão utilizado no estudo. No caso do intervalo entre colheitas, apesar da baixa razão de chance (-0,06), esse resultado pode estar associado ao fato de que ervais de baixo nível de adoção tecnológica e baixa produtividade alcançarem o volume

de biomassa necessário para a colheita em intervalos maiores em relação a ervais mais produtivos (SANTIN *et al.*, 2019). O resultado observado de 24,7 meses no nível baixo ilustra esse fato (Tabela 3). Como esta variável foi significativa e positiva para a análise envolvendo o nível alto, pode-se inferir que certas tecnologias ou práticas apresentam eficiências diferentes, provavelmente devido a sua interação com outros fatores de produção.

Algumas variáveis foram significativas, com o sinal negativo, como a cobertura vegetal, a idade das plantas e a altura da poda de formação, a renovação por decepta, o rebaixamento de copa e a altura dos ramos produtivos (Tabela 4). No caso da cobertura vegetal, embora a razão de chance tenha sido de um valor baixo (0,56), o sinal negativo pode ter relação com a complexidade da tecnologia no sistema de produção de erva-mate. A presença de espécies vegetando nas entrelinhas dos ervais implica em competição por água e nutrientes com as ervaíras. Os resultados obtidos indicam baixa adoção de adubação e calcário nos ervais, o que acentua o efeito de competição relatado. O sinal negativo observado para idade das plantas e altura da poda de formação e altura dos ramos produtivos pode ser explicado pelo fato de terem uma relação inversa com a produtividade. Podas mais baixas em ervaíras cultivadas alteram a arquitetura pela quebra da dominância apical, resultando em plantas de porte reduzido e mais ramificadas, com maior presença de galhos finos e folhas, ou seja, mais matéria prima (PENTEADO JÚNIOR; GOULART, 2019). Assim, a redução de alguns parâmetros como idade e altura, desses fatores contribui para a elevação da produtividade.

Da mesma forma, as práticas rebaixamento de copa e decepta apresentam uma relação diferente com a produtividade. Ambas são recomendações técnicas necessárias, porém, quanto maior sua frequência, menor é a produtividade do erval. O rebaixamento é necessário, pois a altura da copa aumenta após cada colheita. A decepta, porém, é realizada quando a ervaíra já está comprometida por pragas, doenças, mau manejo ou ambos (PENTEADO JÚNIOR; GOULART, 2019). Após a realização destas

operações, as erveiras reduzem drasticamente produção, reduzindo, por sua vez, a produtividade do erval. Os resultados obtidos no estudo indicam, em outras palavras, que o retardamento dessas práticas no erval é fundamental para alcance de alta produtividade.

Esses resultados são importantes, pois indicam a possibilidade de elevação da produtividade focando na adoção estratégica de tecnologias e práticas de manejo no cultivo de erva-mate, sendo um ponto de partida recomendado para ervais de baixa produtividade. Por outro lado, as tecnologias determinantes para alta produtividade foram as mudas melhoradas, o controle de plantas daninhas, a adubação, o controle de pragas, a poda de limpeza, o intervalo entre colheitas, a altura dos primeiros ramos produtivos e as ferramentas de poda recomendadas (Tabela 4). Esses resultados sugerem que a elevação da produtividade de ervais cultivados depende inicialmente da adoção ou ajuste das tecnologias citadas acima.

3.3 Implicações em políticas de extensão rural

Os resultados obtidos neste trabalho podem orientar o planejamento de políticas públicas e ações de transferência e difusão de tecnologias para produção de erva-mate, tanto para profissionais de assistência técnica pública ou privada, como para agricultores. Conforme já discutido, a oferta tecnológica disponível para a cultura não tem sido adequadamente adotada nos cultivos, o que por sua vez limita o alcance de melhores produtividades.

A análise das tecnologias entre níveis sugere haver particularidades em ervais de baixo e alto níveis de produtividade. Porém, faz-se necessária avaliação complementar regionalizada incluindo a diversidade existente entre os sistemas de produção de erva-mate e seus respectivos potenciais produtivos e potencial de investimento dos produtores dentro dos níveis. Os resultados poderiam ser utilizados para o planejamento de ações de capacitação e assistência técnica para com produtores de erva-mate, pois indicam quais tecnologias são importantes para a elevação do nível tecnológico dos ervais em cada nível.

Um dos desafios do setor ervateiro passa a ser o desenvolvimento de políticas públicas que contribuam na melhoria do desempenho dos ervais a partir da adoção de boas práticas de produção, elevando-os para níveis produtivos superiores. Para tanto, o trabalho da assistência técnica utilizando o conceito de nível tecnológico poderia aumentar a eficiência do processo de difusão, ao dar enfoques específicos a cada nível. Diversos autores relatam que a adoção tecnológica na agricultura é facilitada quando ocorre por etapas, partindo de tecnologias simples, baratas e eficientes, que estimulam a adoção posterior de tecnologias mais complexas e onerosas (TAKAHASHI; MURAOKA; OTSUKA, 2020). Nesse sentido, o presente estudo contribui com indicações de tecnologias que impactam mais a produtividade da erva-mate e com um panorama do grau de adoção dessas tecnologias.

Dessa forma, a estratégia discutida acima, associada à metodologia de avaliação de ervais por níveis de produtividade devem ser incentivados para otimizar o trabalho da assistência técnica na cultura da erva-mate no longo prazo. Para tanto, o conhecimento de quais tecnologias são menos adotadas e quais são mais impactantes nos sistemas de produção se tornam complementos essenciais. Outros trabalhos visando identificar fatores que afetam a produtividade da erva-mate devem ser conduzidos nas diferentes regiões ervateiras, visando obter maior detalhamento e contribuindo para realização de ações pontuais de transferência e difusão tecnológica localmente.

4 CONCLUSÕES

A maior proporção dos ervais avaliados encontra-se em nível tecnológico baixo, com produtividade média abaixo de 7,3 t/ha em intervalo entre colheitas maior que 24 meses.

A adoção de mudas melhoradas, do controle de plantas daninhas e da adubação, e a redução do intervalo entre colheitas são determinantes para se alcançar o nível médio de produtividade.

Por outro lado, no nível alto, os fatores determinantes foram: a adoção de mudas melhoradas, o controle de plantas daninhas, a adubação, o controle de pragas, a poda de limpeza, o intervalo adequado entre colheitas, a altura recomendada dos primeiros ramos produtivos e as ferramentas de poda recomendadas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos produtores participantes e às instituições: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária; Agência de Desenvolvimento Agrário e Extensão Rural do Mato Grosso do Sul; Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Rio Grande do Sul; Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina; Fazenda Água Viva; Inovamate Agrotecnologia; e Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná, pelo apoio na divulgação e nas entrevistas com produtores. Agradecem ainda ao Eng. Agr., M.e Thomas Bruno Michelin pela colaboração na edição do mapa.

REFERÊNCIAS

- BRASIL. Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços. **Comex Stat**. Brasília, 2020. Disponível em: comexstat.mdic.gov.br. Acesso em: 15 jan. 2020.
- CARDOZO JUNIOR, E. L.; MORAND, C. Interest of mate (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hil.) as a new natural functional food to preserve human cardiovascular health – A review. **Journal of Functional Foods**, [s. l.], v. 21, p. 440-454, 2016.
- CARMO, F. *et al.* Efeito da área e produtividade na produção de erva-mate no Brasil. **Nativa**, Sinop, v. 6, p. 85, 2018.
- CROGE, C. P.; CUQUEL, F. L.; PINTRO, P. T. M. Yerba mate: cultivation systems, processing and chemical composition. A review. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 78, n. 5, e20190259, 2021.
- DAVID, F. *et al.* Weed interference in the morphophysiological and nutritional characteristics of Erva-Mate (*Ilex paraguariensis*). **American Journal of Plant Sciences**, [s. l.], v. 9, p. 435-445, 2018.
- GREENE, W. H. **Econometric analysis**. New York: Pearson, 2018. 1176 p.
- Hlavac, M. **Stargazer**: well-formatted regression and summary statistics tables. R package version 5.2.1. Bratislava: Central European Labour Studies Institute, 2018. Disponível em: <https://CRAN.R-project.org/package=stargazer>. Acesso em: 18 set. 2021.
- IBGE. **Censo Agropecuário 2017**: Resultados Definitivos. Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2017>. Acesso em: 02 fev. 2020.
- IBGE. **Produção agrícola municipal**. Rio de Janeiro, 2020a. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/documentos>. Acesso em: 02 nov. 2020.
- IBGE. **Produção do extrativismo vegetal e silvicultura**. Rio de Janeiro, 2020b. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pevs/documentos>. Acesso em: 02 nov. 2020.
- KALIBA, A. R. *et al.* Factors affecting adoption of improved sorghum varieties in Tanzania under information and capital constraints. **Agricultural and Food Economics**, [s. l.], v. 6, n. 1, p. 1-21, 2018.

MASLOFF, V. M. A. **Yerba Mate**: compendio de experiencias en la recuperaci3n de agroecosistemas yerbateros. Encarnaci3n: MR Producciones, 2013. 93 p.

MAYOL, R. M. *et al.* **Causas que afectan la adopci3n de tecnologa en productores de yerba mate en la provincia de Misiones: enfoque cualitativo**. Buenos Aires: INTA, 2014. (Estudios socioecon3micos de la adopci3n de tecnologa, 8).

MELO, W. V.; BIANCHI, C. S. Discutindo estrat3gias para a constru3o de question3rios como ferramenta de pesquisa. **Revista Brasileira de Ensino de Ci3ncia e Tecnologia**, Ponta Grossa, v. 8, n. 3, p. 43-59, 2015.

OLIVEIRA, S. V. D.; WAQUIL, P. D. Din3mica de produ3o e comercializa3o da erva-mate no Rio Grande do Sul, Brasil. **Ci3ncia Rural**, Santa Maria, v. 45, p. 750-756, 2015.

ORGANIZA3O DAS NA3OES UNIDAS PARA ALIMENTA3O E AGRICULTURA. **Mat3 production, 2018**. Roma, 2020. Disponvel em: <http://www.fao.org/faostat/en/#home>. Acesso em: 28 mar. 2020.

PEDRASSANI, D.; KNOP, M. L.; PERCIAK, J. An3lise comparativa de lucratividade das culturas de erva-mate em rela3o a soja no Planalto Norte Catarinense. **DRd - Desenvolvimento Regional em debate**, Canoinhas, v. 10, p. 269-282, 2020.

PENTEADO J3NIOR, J. F.; GOULART, I. C. G. R. **Erva 20**: sistema de produ3o para erva-mate. Bras3lia, DF: Embrapa, 2019. 152 p.

R CORE TEAM. **Foreign**: Read Data Stored by 'Minitab', 'S', 'SAS', 'SPSS', 'Stata', 'Systat', 'Weka', 'dBase', R package version 0.8-72. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2019a. Disponvel em: <https://CRAN.R-project.org/package=foreign>. Acesso em: 18 set. 2021.

R CORE TEAM. **R**: a Language and Environment for Statistical Computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2019b. Disponvel em: <https://www.R-project.org/>. Acesso em: 18 set. 2021.

SANTIN, D. *et al.* Aduba3o nitrogenada e intervalos de colheita na produtividade e nutri3o da erva-mate e em fra3oes de carbono e nitrog3nio do solo. **Ci3ncia Florestal**, Santa Maria, v. 29, n. 3, p. 1199-1214, 2019.

SANTIN, D. *et al.* Growth and nutritional composition of yerba mate as affected by nitrogen, phosphate and potassium fertilization. **Ci3ncia Florestal**, Santa Maria, v. 23, n. 2, p. 363-375, 2013a.

SANTIN, D. *et al.* Growth and nutrition of mate tea submitted to liming. **Ci3ncia Florestal**, Santa Maria, v. 23, n. 1, p. 55-66, 2013b.

SANTIN, D. *et al.* Harvest handling and phosphate nutrition in yerba-matte (*Ilex paraguariensis*) culture during production stage. **Ci3ncia Florestal**, Santa Maria, v. 27, n. 3, p. 783-797, 2017.

TAKAHASHI, K.; MURAOKA, R.; OTSUKA, K. Technology adoption, impact, and extension in developing countries' agriculture: A review of the recent literature. **Agricultural Economics**, Toronto, v. 51, n. 1, p. 31-45, 2020.

TUFA, A. H. *et al.* The productivity and income effects of adoption of improved soybean varieties and agronomic practices in Malawi. **World Development**, [s. l.], v. 124, p. 1-10, 2019.

VENABLES, W. N.; RIPLEY, B. D. **Modern Applied Statistics with S**. New York: Springer, 2002. 498 p. (Statistics and Computing).

VIANA, G. *et al.* A contribuição dos produtos florestais não-madeireiros - Erva-mate e Pinhão - ao setor florestal e agropecuário do Paraná. **Brazilian Journal of Wood Science**, Pelotas, v. 9, n. 3, p. 181-190, 2018.

VIEIRA FILHO, J. E. R. **Diagnóstico e desafios da agricultura brasileira**. Rio de Janeiro: IPEA, 2019. 340 p.

VOGT, G. A.; NEPPEL, G.; SOUZA, A. M. D. A atividade ervateira no Planalto Norte Catarinense: a Indicação Geográfica como alternativa para a (re)valorização do produto erva-mate. **DRd - Desenvolvimento Regional em debate**, Canoinhas, v. 6, n. 2, p. 64-87, 2016.

Contribuição de Autoria

1 – Ives Clayton Gomes dos Reis Goulart

Engenheiro Agrônomo, Dr., Analista

<https://orcid.org/0000-0001-8688-9047> • ives.goulart@embrapa.br

Contribuição: Conceituação, Curadoria de dados, Análise Formal, Software, Investigação, Escrita – primeira redação, Escrita – revisão e edição

2 – Delmar Santin

Engenheiro Florestal, Dr., Pesquisador Autônomo

<https://orcid.org/0000-0001-9006-3109> • desantinflorestal@yahoo.com.br

Contribuição: Investigação, Metodologia, Supervisão, Análise Formal, Escrita – revisão e edição

3 – Bruno Portela Brasileiro

Biólogo, Dr. Professor

<https://orcid.org/0000-0003-2807-7993> • brasileiro@ufpr.br

Contribuição: Conceituação, Análise Formal, Investigação, Software, Metodologia, Supervisão, Escrita – revisão e edição

Como citar este artigo

Goulart, I. C. G. R.; Santin, D.; Brasileiro, B. P. Fatores que afetam a produtividade na cultura da erva-mate. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 32, n. 3, p. 1345-1367, 2022. DOI 10.5902/1980509863661. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/1980509863661>.