

Determinantes da adoção de tecnologias por produtores de erva-mate no Brasil

Determinants of technology adoption by yerba mate producers in Brazil

Determinantes de la adopción de tecnología por parte de productores de yerba mate en Brasil

DOI: 10.54033/cadpedv22n4-145

Originals received: 1/10/2025

Acceptance for publication: 2/5/2025

Ives Clayton Gomes dos Reis Goulart

Doutor em Agronomia

Instituição: Embrapa Florestas

Endereço: Colombo, Paraná, Brasil

E-mail: ives.goulart@embrapa.br

Bruno Portela Brasileiro

Doutor em Genética e Melhoramento

Instituição: Universidade Federal do Paraná (UFPR)

Endereço: Curitiba, Paraná, Brasil

E-mail: brasileiro@ufpr.br

Delmar Santin

Doutor em Agronomia

Instituição: Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)

Endereço: Canoinhas, Santa Catarina, Brasil

E-mail: desantinflorestal@yahoo.com.br

Amaro Afonso Campos de Azeredo

Doutor em Genética e Melhoramento

Instituição: Universidade Federal do Paraná (UFPR)

Endereço: Curitiba, Paraná, Brasil

E-mail: afonso@agronomo.eng.br

RESUMO

A erva-mate é uma cultura importante na Região Sul do Brasil. Apesar de sua relevância na agricultura familiar e na economia de diversos municípios a produtividade dos ervais comerciais, que comumente são conduzidos com baixa tecnologia, está aquém do potencial produtivo da cultura. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi identificar as causas que afetam a adoção de

tecnologias por mateicultores brasileiros. Para isso foram entrevistados 470 produtores. Foi adotada a análise de regressão logística para avaliar os fatores determinantes na adoção de tecnologias de manejo do solo e das plantas pelos produtores. De acordo com os resultados, a capacitação dos produtores e a presença de assistência técnica são os fatores de maior influência na adoção das tecnologias por parte dos produtores. No entanto, o tamanho das propriedades ou o acesso ao financiamento agrícola não foram significativos para a adoção. 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*. Transferência de Tecnologia. Sistema de Produção. Práticas de Manejo. Produtividade.

ABSTRACT

Yerba mate is an important crop in southern Brazil. Despite its relevance for subsistence farmers and the economy of several counties, the commercial production of yerba mate plantations, with mostly low-technology cultivation methods, falls short of the yield potential of the crop. In this context, the objective of this study was to find the reasons that keep yerba producers in Brazil from adopting improved cultivation techniques. To this end, 470 producers were interviewed. Logistic regression analysis was used to assess the decisive factors for the adoption of soil and plant management technologies by producers. According to the results, the schooling level of the producers and availability of technical assistance were the most influential factors for the implementation of the technologies by producers. On the other hand, the property size or availability of rural credit had no significant influence on technology adoption. Thus, public policies that involve schooling and technology transfer should be promoted in the sector, to encourage the application of new technologies yerba mate plantations of Brazil.

Keywords: *Ilex paraguariensis*. Technolgy Transfer. Production System. Man-agement Practices. Productivity.

RESUMEN

La yerba mate es un cultivo importante en la Región Sur de Brasil. A pesar de su relevancia en la agricultura familiar y en la economía de diversos municipios, la productividad de los yerbales comerciales, que comúnmente se gestionan con baja tecnología, está por debajo del potencial productivo del cultivo. En este sentido, el objetivo de este trabajo fue identificar las causas que afectan la adopción de tecnologías por los yerbateros brasileños. Para ello, se entrevistaron a 470 productores. Se adoptó el análisis de regresión logística para evaluar los factores determinantes en la adopción de tecnologías de manejo del suelo y de las plantas por parte de los productores. De acuerdo con los resultados, la capacitación de los productores y la presencia de asistencia técnica son los factores de mayor influencia en la adopción de tecnologías por parte de los productores. Sin embargo, el tamaño de las propiedades o el acceso al financiamiento agrícola no fueron significativos para la adopción. De esta

manera, se deben estimular políticas públicas que involucren la capacitación y la transferencia de tecnologías en el sector yerbatero, con el fin de promover la incorporación de nuevas tecnologías en los yerbales brasileños.

Palabras clave: *Ilex paraguariensis*. Transferencia de Tecnología. Sistema de Producción. Prácticas de Manejo. Productividad.

1 INTRODUÇÃO

O desempenho dos sistemas de produção em propriedades rurais depende, dentre outros fatores, das tecnologias empregadas nas atividades agrícolas (Vieira Filho, 2019). Os resultados da adoção tecnológica são sistemas de produção mais eficientes e sustentáveis, que aumentam a produtividade e diminuem os custos. Entretanto, na agricultura as tecnologias geradas pela pesquisa não são adotadas imediatamente após seu lançamento ou validação em campo. Este cenário dificulta o desenvolvimento sustentável das propriedades, de regiões e de países (Souza Filho *et al.*, 2011).

Diversos estudos sobre adoção tecnológica têm focado nos fatores que afetam a tomada de decisão de um agricultor em utilizar ou não uma tecnologia (Mayol *et al.*, 2014; Yirga *et al.*, 2015; Martey *et al.*, 2020). Entretanto, existem níveis distintos de adoção entre os agricultores, uma vez que a agricultura é caracterizada pela diversidade e heterogeneidade do uso da tecnologia (Takahashi *et al.*, 2020). Dentre os principais fatores que podem afetar a adoção tecnológica na agricultura, pode-se destacar: condições socioeconômicas e características do produtor; características da produção e da propriedade rural; características da tecnologia; fatores agroecológicos; disponibilidade de informação; percepção do agricultor e fatores comportamentais (Souza Filho *et al.*, 2011; Mayol *et al.*, 2014; Takahashi *et al.*, 2020).

O cultivo de erva-mate em sistemas de produção comercial é recente, sendo difundido no sul Brasil a partir da década de 80. Inicialmente, o extrativismo de erva-mate no sub-bosque da floresta ombrófila mista era a principal forma de obtenção da matéria prima. O manejo desses ervais consistia em podas

drásticas, ausência de reposição nutricional e outras boas práticas de manejo (Santin *et al.*, 2010; Marques *et al.*, 2019).

Com a limitação do extrativismo devido a fatores externos como redução das florestas naturais e a queda da produtividade pela baixa reposição nutricional, as regiões ervateiras tiveram reduzido desenvolvimento econômico. Atualmente, o perfil dos estabelecimentos rurais produtores de erva-mate é composto por pequenas propriedades familiares, produção diversificada e com pouca mão de obra disponível (Oliveira e Waquil, 2015; Goulart, 2020). Normalmente, estas propriedades estão em regiões com baixo índice de desenvolvimento econômico e social (Sesso *et al.*, 2024).

Embora existam tecnologias disponíveis para a obtenção de altos rendimentos em cultivos de erva-mate (Penteado Júnior e Goulart, 2019; Goulart *et al.*, 2022), a produtividade média tem diminuído ao longo dos últimos 20 anos (Carmo *et al.*, 2018). De fato, em áreas de pesquisa o rendimento médio tem sido superior a 18 t/ha, chegando a um máximo de 35 t/ha (Santin *et al.*, 2016; Goulart *et al.*, 2022), enquanto a média nacional em 2023 foi de 8,5 t/ha (Ibge, 2024). Deste modo, a redução da produtividade média nacional concomitante com o aumento da disponibilização de tecnologias para produção, evidencia a baixa adoção no campo que, por sua vez, explica a diferença observada entre ervais comerciais e de pesquisa.

Ainda que o negócio ervateiro brasileiro tenha importância cultural e econômica, não existem estudos que investiguem a adoção tecnológica por produtores de erva-mate. Esse conhecimento poderia ajudar as instituições de pesquisa, ensino e extensão a planejar ações mais específicas de transferência e difusão de tecnologias para os agricultores. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi identificar os fatores determinantes para a adoção de tecnologias de produção e manejo de erva-mate no Brasil.

2 METODOLOGIA

O método utilizado neste trabalho foi baseado nos modelos de escolhas binárias logit, que estima a razão de chance de um evento acontecer (Greene,

2018). A razão de chance (RC) indica a probabilidade de um evento acontecer, se sob as mesmas condições ele não acontecer (Greene, 2018). A chance em questão é de o agricultor adotar uma tecnologia para a produção de erva-mate. Nesse modelo, atribui-se o valor 1 quando uma tecnologia y é adotada, ou 0 quando não é adotada. A probabilidade de y ser 0 ou 1 é função dos efeitos das variáveis explicativas x_i :

$$P(y = 0) = 1 - F(\beta'x_i) \quad (1)$$

$$P(y = 1) = F(\beta'x_i) \quad (2)$$

Onde F é a probabilidade de um produtor de erva-mate, com determinadas características x_i , adotar uma dada tecnologia y . O parâmetro β é o log da razão de chance, estimado pela função:

$$E[y|x] = P(y = 1) = F(\beta'x) = \frac{e^{\beta'x}}{1 + e^{\beta'x}} = \frac{1}{1 + e^{-\beta'x}} \quad (3)$$

Por sua vez, a razão de chance (RC) foi calculada pela função:

$$RC = e^{\beta'x_i} \quad (4)$$

As tecnologias de produção utilizadas como variáveis respostas foram: a análise de solo, a adubação, o calcário, a cobertura de solo, as mudas melhoradas, o percentual remanescente de folhas após colheita, a altura de galhos reprodutivos e a renovação por decepa (Tabela 1).

As tecnologias de produção foram selecionadas devido a sua notável importância nos plantios de erva-mate e são consideradas críticas para o alcance do potencial produtivo da cultura (Penteado Júnior e Goulart, 2019). As variáveis explicativas foram relacionadas a três tipos de atributos: individuais, de propriedade e de capital (Tabela 2). O efeito esperado indica a relação entre a variável explicativa e a adoção da tecnologia, ou seja, quando o sinal é positivo, a adoção

é estimulada pela variável explicativa.

Tabela 1. Descrição das tecnológicas de produção (variáveis dependentes) avaliadas.

Variáveis dependentes	Descrição
Análise de solo	Análise química do solo onde a erva-mate é cultivada, que indica os teores de nutrientes disponíveis para as plantas.
Adubação	Aplicação de fertilizantes ricos em nitrogênio, fósforo e potássio, visando atender as demandas das plantas.
Calcário	Aplicação de fertilizantes ricos em cálcio e magnésio visando atender a demanda das plantas.
Cobertura de solo	Uso de plantas de cobertura de solo nas entrelinhas do plantio.
Mudas melhoradas	Plantio de mudas com algum grau de melhoramento.
Folhas remanescentes após a colheita	Percentagem de folhas que permanecem nas plantas após a colheita, cujo objetivo é manter a fotossíntese e favorecer a brotação pós-colheita. A recomendação atual é de 20 a 30%.
Altura de galhos produtivos	Altura da inserção dos primeiros ramos produtivos no tronco das plantas. A recomendação atual é de 10 a 50 cm em relação ao solo.
Renovação por de-cepa	Técnica de poda que tem o objetivo de reduzir drasticamente a altura das plantas. Consistem em um corte a 15 cm do solo, retirando-se totalmente a parte aérea e condução da brotação.

Fonte: os autores, 2025.

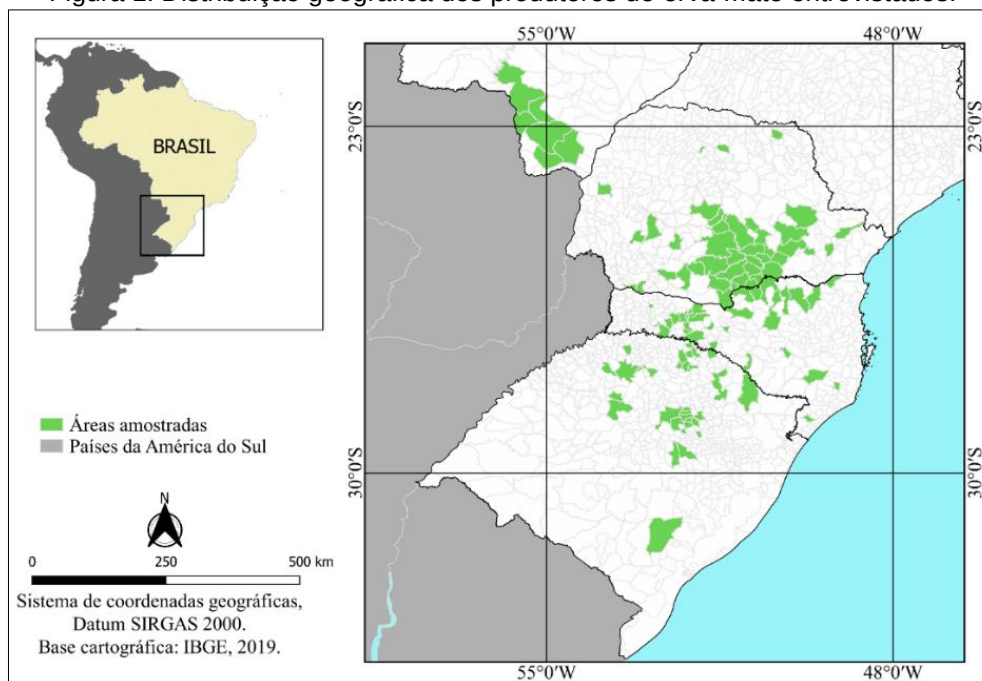
O estudo foi realizado em toda a região produtora de erva-mate do Brasil, abrangendo os estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná e Mato Grosso do Sul. A coleta dos dados realizada por meio de questionário estruturado, contendo perguntas relacionadas à adoção das tecnologias e às variáveis explicativas. As perguntas foram facultativas, o que gerou número de respostas diferentes para cada pergunta realizada. Foram entrevistados 470 produtores de erva-mate de 116 municípios brasileiros (Figura 1). Essa amostragem corresponde a 1,8% dos produtores de erva-mate no Brasil, conforme o Censo Agropecuário de 2017 (Ibge, 2024). Entretanto, a área cultivada com erva-mate pelos produtores entrevistados foi de 11.467 ha, o que representa cerca de 14% dos 82.217 ha de erva-mate no Brasil em 2023 (Ibge, 2024). Para ajuste do modelo, optou-se pela utilização dos questionários respondidos completamente. Dessa forma, foram utilizados 322 produtores para o ajuste do modelo logit. Os dados foram tabulados e posteriormente analisados utilizando a função Modelos Lineares Generalizados do Software R, versão 3.6.1.

Tabela 2. Descrição das variáveis explicativas dos produtores, da propriedade e do capital e o efeito esperado na avaliação da adoção de tecnologias de produção.

Atributo	Variáveis explicativas	Descrição	Efeito
Produtor	Idade	Idade do produtor em anos	-
	Escolaridade	Até o Ensino Fundamental=1, Ensino Médio=2, Nível técnico=3, Ensino Superior=4	+
	Internet	Possui internet no celular ou computador. Sim=1, não=0	+
	Cursos erva-mate	Não=0, 1 vez=1, 2 vezes=2, 3 vezes =3, 4 vezes =4, 5 vezes =5, mais que 5 vezes =6	+
	Tecnologia de gestão	Sim=1, não=0	+
	Família com origem ervateira	Sim=1, não=0	+
	Associado/cooperado	Sim=1, não=0	+
Propriedade	Tipo de erval	Nativo=1, nativo adensado=2, Plantado Sombreado=3, Plantado=4	+
	Tamanho do erval	Área do erval em hectares	+
	Tamanho da propriedade	Área da propriedade em hectares	+
	Trabalhadores no erval	Número de pessoas	+
	Assistência técnica	Número de visitas anuais	+
	Produtos	Somente erva-mate=1, erva-mate e outras=0	-
	Principal produto	Produto que gera mais renda na propriedade. Erva-mate=1, Outra=0	-
Capital	Renda não agrícola	Sim=1, não=0	+
	Custo de produção	Sim=1, não=0	+
	Financiamento agrícola	Sim=1, não=0	+
	Maquinário próprio	Sim=1, não=0	+
	Valor do maquinário	Soma dos valores: Não possui=0, pulverizador costal=1, roçadeira manual=2, subsolador=3, arado=4, grade=5, roçadeira tratorizada=6, pulverizador=7, trator=8, semeadora=9.	+

Fonte: os autores, 2025.

Figura 1. Distribuição geográfica dos produtores de erva-mate entrevistados.



Fonte: os autores, 2025.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 CARACTERÍSTICAS SOCIODEMOGRÁFICAS

A Tabela 3 apresenta a média e o desvio-padrão das características coletadas junto aos produtores de erva-mate. Foram incluídos dados de produtividade e o intervalo entre colheitas, não utilizadas no modelo logit. Com respostas facultativas, o número de respondentes foi diferente entre as perguntas, sendo o máximo obtido de 462 e o mínimo 259 (Tabela 3).

Tabela 3. Estatística descritiva das variáveis referentes aos produtores de erva-mate.

Variáveis Binárias	N	Média (%)	Desvio-padrão
Internet	339	94,7	0,2
Família ervateira	335	50,3	0,5
Cooperado ou associado	331	26,1	0,4
Tecnologia para gestão	338	34,4	0,5
Produtos produzidos	338	19,3	0,4
Principal produto	259	58,1	0,5
Renda não agrícola	339	61,2	0,5
Custo de produção	337	51,8	0,5
Financiamento agrícola	336	18,5	0,4
Maquinário próprio	337	88,1	0,3
Variáveis Multicategóricas¹	N	Moda	Desvio-padrão
Escolaridade	333	4	1,3
Tipo de erval	382	3	0,9
Variáveis Quantitativas*	N	Média	Desvio-padrão
Área do erval	329	34,9	136,5
Área da propriedade	312	85,7	254,9
Capacitação em erva-mate	332	2,2	2,3
Idade	462	43,0	14,6
Trabalhadores no erval	327	3,0	6,7
Assistência técnica	331	0,6	1,6
Valor do maquinário	338	16,1	14,0
Produtividade (t/ha) ²	303	7,3	4,9
Intervalo entre colheitas (meses) ²	350	23,3	7,0

¹Tipo de erval: 1=extrativismo, 2=adensamento, 3=arborizado, 4=pleno sol. Escolaridade: 1-Ensino fundamental, 2-Ensino médio, 3-Nível técnico, 4-Ensino superior. Fonte: os autores, 2025.

A idade média dos produtores participantes foi de 43 anos, já a escolaridade de maior frequência foi a graduação. Em relação à capacitação em erva-mate, os produtores respondentes participaram em média de 2,2 eventos técnicos sobre a cultura. Por outro lado, apesar de 94,7% possuir Internet, somente 34,4% utiliza tecnologias como tablet, smartphone ou computador para

auxiliar na gestão da propriedade. O tamanho médio dos ervais foi de 34,9 ha e das propriedades foi de 85,7 ha (Tabela 3). O tipo de erval mais frequente foi o arborizado, ou seja a maior parte dos produtores cultivam a erva-mate em consórcio com outras espécies arbóreas.

Em média ocorrem 2,5 visitas técnicas por ano nas propriedades atendidas pela extensão rural, o que corresponde a 28% das propriedades avaliadas. Este percentual pode ser considerado baixo, em relação aos 72% de produtores que declararam não ter assistência técnica. Os resultados também indicaram que somente 20% dos produtores produzem somente erva-mate, embora a espécie seja a principal fonte de renda em 60% das propriedades (Tabela 3). Este fato contrasta com a percepção de que a mateicultura é uma atividade secundária nas propriedades rurais no Brasil (Oliveira e Waquil, 2015).

Em relação aos aspectos financeiros, os resultados mostraram que 60% dos produtores têm renda não agrícola, e que 50% calculam o custo de produção, entretanto, somente 20% utilizam financiamento agrícola (Tabela 3).

A produtividade média apontada pelos mateicultores foi de 7,3 t/ha em um intervalo médio entre colheitas de 23,3 meses. Na mateicultura as safras são medidas em meses, devido ao caráter perene da erva-mate. O intervalo entre colheitas recomendado atualmente é de 18 meses para ervais adequadamente nutridos (Penteado Júnior e Goulart, 2019; Santin *et al.*, 2019). A produtividade média observada neste trabalho ficou ligeiramente abaixo da média nacional de 8,5 t/ha (Ibge, 2024). Entretanto, nos dados oficiais não constam as produtividades obtidas em áreas de extrativismo de erva-mate e dos adensamentos, somente dos ervais arborizados e a pleno sol (Goulart *et al.*, 2022; Ibge, 2024). Retirando-se os dados do extrativismo e dos adensamentos, a produtividade média deste estudo sobe para 8,2 t/ha, que pode ser considerada baixa se comparada com ervais tecnificados ou experimentais (Santin *et al.*, 2019; Goulart *et al.*, 2022).

De acordo com os resultados, metade dos produtores realiza análise de solo e a maior parte deles disse aplicar a adubação em seus ervais (Tabela 4). Essas informações são relevantes, uma vez que a adubação é uma das tecnologias mais importantes para o rendimento das culturas agrícolas. Analisando

conjuntamente análise de solo e adubação, observa-se que uma parte dos produtores que fazem a análise, acaba não adubando seus ervais. Isso, associado ao baixo resultado observado para assistência técnica (Tabela 3), pode-se inferir que a adubação praticada pelos mateicultores parece não atender a demanda nutricional da erva-mate. Nesse sentido, a aplicação de calcário foi utilizada por somente 34,1% dos mateicultores (Tabela 4). Resultados semelhantes foram relatados por Mayol *et al.* (2014), que observaram a utilização errônea de fertilizantes em cultivos comerciais de erva-mate. Além disso, a cobertura vegetal e a muda melhorada foram utilizadas por somente 37,2 e 29,3% dos agricultores, respectivamente. As recomendações de altura dos ramos produtivos, folhas remanescentes e renovação por decepta são utilizadas por quase metade dos produtores (Tabela 4).

A produtividade é um fator importante na avaliação de ervais cultivados e resulta do manejo empregado no cultivo, onde cada tecnologia tem sua contribuição relativa. Quando selecionando somente os adotantes das oito tecnologias estudadas, a produtividade média elevou-se para 17,4 t/ha. Por outro lado, a média dos não adotantes foi de 5,0 t/ha. Isto indica que as tecnologias estudadas contribuem de forma relevante para o aumento de produtividade da erva-mate e corroboram com resultados recentes (Goulart *et al.*, 2022).

Tabela 4. Total de produtores responsivos e percentual de adotantes das tecnologias de produção da erva-mate.

Tecnologia de produção	Total	Adotantes (%)
Análise de solo	412	50,5
Adubação	379	60,4
Calcário	378	34,1
Cobertura Vegetal	379	37,2
Muda melhorada	426	29,3
Altura dos primeiros ramos	346	48,0
Folhas remanescentes	351	42,5
Renovação por decepta	351	49,3

Fonte: os autores, 2025.

3.2 FATORES QUE AFETAM A ADOÇÃO

Diversos estudos foram realizados com o objetivo de determinar os fatores preponderantes para adoção tecnológica em diversas culturas (Garcia-

Salazar *et al.*, 2018; Kaliba *et al.*, 2018; Tufa *et al.*, 2019). Para a erva-mate, somente o estudo conduzido na Argentina por Mayol *et al.* (2014) investigou a adoção tecnológica por mateicultores. Os autores identificaram que os limitantes à adoção de tecnologias nos ervais argentinos estavam relacionados ao desconhecimento sobre tecnologias de poda e manejo do solo, costume e tradição, dificuldade em acessar o crédito agrícola, escassez de mão de obra e principalmente a falta de assistência técnica (Mayol *et al.*, 2014).

As tecnologias de produção avaliadas foram separadas em dois grupos, um contendo as tecnologias associadas ao manejo do solo e outro ao manejo das plantas. Quando o coeficiente é positivo, o incremento em dada variável aumenta a chance de a tecnologia ser adotada. Por outro lado, quando o estimador é negativo, incrementos na variável aumentam a chance de a tecnologia não ser adotada.

Para a análise de solo, as variáveis escolaridade, capacitação em erva-mate e assistência técnica foram significativas e com relação positiva (Tabela 5). Esses resultados indicam que a prática da análise de solo depende de aspectos relacionados à capacitação do produtor. De acordo com as razões de chance encontradas, o incremento em um nível na escolaridade de um produtor de erva-mate, aumenta 1,26 vezes a chance desse produtor fazer análise de solo (Tabela 5). Se um produtor participar de capacitações em erva-mate, a chance de fazer análise de solo em seus ervais aumenta 38%.

A adubação apresentou sete variáveis significativas para adoção, sendo duas relacionadas negativamente e cinco positivamente (Tabela 5). Capacitação em erva-mate, tipo de erval, assistência técnica, principal produto e custo de produção foram características determinantes para a adoção da adubação dos ervais brasileiros. Entretanto, ser de família ervateira reduziu em 43% a chance de um produtor adubar seu erval. Estes resultados contrastam com a alta correlação entre a prática da adubação e a produtividade dos ervais cultivados e explicam, em parte, o seu baixo rendimento (Goulart *et al.*, 2022).

Para alguns autores, a experiência dos agricultores com as culturas favorece a adoção tecnológica (Souza Filho *et al.*, 2011; Tufa *et al.*, 2019). Entretanto, resultados sugerem que uma das limitações para tecnificação de cultivos

de erva-mate é a manutenção de práticas extrativistas, aprendidas com as gerações anteriores (Mayol *et al.*, 2014; Penteado Júnior e Goulart, 2019).

No presente estudo, a característica família ervateira apresentou coeficientes negativos para seis tecnologias estudadas, sendo significativa para três (Tabelas 5 e 6). Esses resultados fortalecem a hipótese de que existe uma resistência à adoção tecnológica dos produtores de erva-mate cuja família tem histórico na produção da espécie. Ainda em relação à adubação, os resultados mostram que quando o produtor tem mais de uma cultura na propriedade, a chance de adubar a erva-mate diminui 58%, mas se a erva-mate for a principal cultura, a chance aumenta em 82% (Tabela 5).

Tabela 5. Estimativas dos coeficientes (β) e da razão de chance (RC) para as variáveis explicativas relacionadas ao manejo do solo em ervais brasileiros.

Variáveis	Análise de solo		Adubação		Calcário		Cobertura Vegetal	
	β	RC	β	RC	β	RC	β	RC
Idade	-0,005	0,995	-0,003	0,997	0,006	1,006	-0,029**	0,971**
Escolaridade	0,236*	1,266*	0,049	1,050	-0,085	0,918	-0,278*	0,757*
Internet	-0,124	0,883	-0,347	0,707	-1,629**	0,196**	-0,135	0,873
Capacitação em erva-mate	0,325***	1,384***	0,221**	1,247**	0,246***	1,279***	0,249***	1,283***
Tecnologia para gestão	0,747	2,111	-0,133	0,875	0,288	1,334	0,650	1,915
Família ervateira	-0,190	0,827	-0,831**	0,436**	-0,822*	0,440*	-0,059	0,943
Cooperado ou associado	0,120	1,128	-0,023	0,977	-0,209	0,812	0,196	1,216
Tipo de erval	-0,155	0,856	0,359*	1,432*	-0,161	0,852	0,429*	1,535*
Área do erval	-0,002	0,998	-0,004	0,996	0,005	1,005	0,001	1,001
Área da propriedade	-0,001	0,999	0,001	1,001	-0,004	0,996	-0,002	0,998
Trabalhadores no erval	0,004	1,004	0,061	1,063	-0,073	0,930	0,020	1,020
Assistência técnica	0,816***	2,262***	0,767***	2,153***	0,496***	1,642***	0,175	1,191
Produtos	-0,470	0,625	-1,587**	0,205**	-0,801	0,449	-0,211	0,810
Principal produto	0,434	1,544	0,820**	2,270**	-0,012	0,988	0,775*	2,171*
Renda não agrícola	-0,421	0,656	0,460	1,584	-0,716	0,489	0,771*	2,161*
Custo de produção	0,251	1,286	1,085**	2,960**	1,555***	4,734***	0,685	1,985
Financiamento agrícola	-0,067	0,935	0,130	1,139	0,184	1,201	0,091	1,095
Maquinário próprio	0,918	2,505	-0,252	0,777	0,521	1,684	0,229	1,257
Valor do maquinário	-0,016	0,984	0,022	1,022	0,011	1,011	0,011	1,011
Constante	-1,834	0,160	-1,742	0,175	-0,553	0,575	-2,332	0,097
Critério de Akaike	241,289		251,548		221,082		245,828	

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

Fonte: os autores, 2025.

Em relação à aplicação de calcário nos ervais, as variáveis explicativas com efeito significativo na tomada de decisão em adotar ou não a tecnologia foram: a internet, a capacitação em erva-mate, a família ervateira, a assistência técnica e o custo de produção (Tabela 5). A chance de um produtor aplicar

calcário no erval reduz quando ele tem origem em família ervateira. Ressalta-se a influência da capacitação em erva-mate e a assistência técnica como fatores determinantes para a aplicação de calcário nos ervais.

O uso de calcário em solos de cultivos agrícolas visa o aumento do pH, com consequente redução do alumínio e fornecimento de Ca e Mg para as culturas (Santin *et al.*, 2013). Entretanto, o calcário na erva-mate tem como objetivo fornecer Ca e Mg, não sendo necessário a elevação do pH (Santin *et al.*, 2013). Especula-se que no passado, aplicações de calcário em altas doses, e ou, plantios em áreas agrícolas corrigidas, pode ter afetado negativamente os ervais, fazendo com que se criasse uma rejeição por parte dos produtores.

De fato, 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. Por outro lado, os resultados observados aqui indicam que a capacitação e a assistência técnica aumentam a probabilidade de o produtor aplicar calcário no erval.

Seis variáveis explicativas foram significativas para a adoção de coberturas vegetais nos ervais brasileiros (Tabela 5). Dentre essas destaca-se a capacitação em erva-mate, variável determinante nas quatro tecnologias avaliadas e relacionadas ao manejo do solo.

O tipo de erval tem relação com a disponibilidade de luz nos sistemas de produção de erva-mate. Neste estudo, os tipos de ervais foram analisados de forma ordenada, tendo o extrativismo seguido pelos ervais adensados, arborizados e a pleno sol (Tabela 2). Dessa forma, o sinal positivo do coeficiente estimado para o tipo de erval, indica maior probabilidade de adoção das coberturas vegetais nos ervais mais antropizados (Tabela 5). Além disso, a renda não agrícola foi um fator determinante na adoção de coberturas, aumentando a probabilidade de adoção em 116% quando o produtor tem esse tipo de renda (Tabela 5). Este fato pode ser explicado pelo alto custo de implantação das coberturas vegetais, sobretudo quando se utiliza espécies anuais, que requer plantios em todas as estações de crescimento.

A adoção de mudas melhoradas apresentou oito variáveis explicativas com efeito significativo, essas variáveis estão associadas à propriedade e aos

fatores de capital (Tabela 6). As variáveis número de trabalhadores no erval, assistência técnica, custo de produção, erva-mate como principal produto e valor do maquinário da propriedade foram determinantes para a aquisição de mudas melhoradas (Tabela 6). Isso pode ser explicado pelo custo desse tipo de muda, que requer maior poder aquisitivo dos produtores. De fato, o fator econômico foi a principal limitação para adoção de cultivares de erva-mate na Argentina (Mayol *et al.*, 2014) e de sorgo na Tanzânia (Kaliba *et al.*, 2018). Atualmente, as mudas de erva-mate disponíveis podem ter origem não conhecida, ou serem selecionadas a partir de matrizes conhecidas. As variedades melhoradas podem ser seminais ou clonais (Penteado Júnior e Goulart, 2019). O custo das mudas melhoradas é maior do que as não melhoradas, limitando a adoção por parte de produtores com menor capacidade de investimento (Mayol *et al.*, 2014).

A altura dos ramos produtivos é uma recomendação fundamental na cultura da erva-mate e está relacionada à arquitetura da planta, contribuindo para a eficiência de diversos aspectos de manejo como a poda de colheita (Penteado Júnior e Goulart, 2019). Para esta prática, as variáveis relacionadas à formação dos produtores foram significativas como a escolaridade e a capacitação em erva-mate. O tipo de erval foi significativo e positivo, indicando que os ervais em pleno sol ou arborizados tem maior probabilidade de ter à altura dos primeiros ramos (Tabela 6) conforme recomendado, a 50 cm do solo (Tabela 1).

A intensidade de sombra em área de extrativismo e nos adensamentos tende a ser maior, em razão da maior quantidade de outras espécies arbóreas além da erva-mate, em comparação com ervais arborizados (Signor *et al.*, 2015; Marques *et al.*, 2019). A maior intensidade de sombra pode induzir a erva-mate ao estiolamento, resultando em plantas mais altas com ramos produtivos elevados em relação ao solo. Dessa forma, o conhecimento dos produtores sobre poda e manejo da arquitetura das ervaíras se torna fundamental para a adoção dessa prática.

Tal como a altura dos primeiros ramos, o percentual de folhas remanescentes após as colheitas é uma recomendação técnica importante para o manejo adequado de ervais cultivados (Goulart *et al.*, 2022). No presente estudo as variáveis escolaridade, capacitação em erva-mate, tipo de erval, assistência

técnica e maquinário próprio foram determinantes para a adoção do percentual de folhas recomendado (Tabela 6). Isso reitera que a capacitação do produtor e a assistência técnica são fundamentais para o uso de tecnologias pelos produtores. O tipo de erval influenciou negativamente a adoção, cujo coeficiente foi de -0,78 (Tabela 6). Isso indica que os produtores mantêm menos folhas após colheitas em áreas de extrativismo, ou ainda que quanto maior a intensidade de sombra, menor a probabilidade de o produtor manter a quantidade de folhas recomendadas. Esses resultados evidenciam a necessidade de capacitar produtores quanto à correta aplicação de práticas de poda, bem como os efeitos da poda excessiva, que reduzem as reservas, reduzem a produtividade das plantas (Penteado Júnior e Goulart, 2019).

Tabela 6. Estimativas dos coeficientes de regressão (β) e da razão de chance (RC) para as variáveis explicativas relacionadas ao manejo das plantas em ervais brasileiros.

Variáveis	Muda melhora		Altura dos primeiros ramos		Folhas remanescentes		Renovação por decepa	
	β	RC	β	RC	β	RC	β	RC
Idade	0,019	1,020	-0,008	0,992	-0,019	0,981	-0,001	0,999
Escolaridade	0,230	1,259	0,555***	1,741***	0,437***	1,548***	0,477***	1,611***
Internet	0,561	1,753	-0,265	0,767	-0,067	0,963	-0,951	0,386
Capacitação em erva-mate	-0,095	0,909	0,339***	1,403***	0,407***	1,503***	0,148*	1,159*
Tecnologia para gestão	0,067	1,069	-0,323	0,724	-0,019	0,981	-0,294	0,745
Família ervateira	0,254	1,290	-0,301	0,740	-0,495	0,609	0,865**	2,374**
Cooperado ou associado	0,346	1,414	0,818*	2,267*	0,390	1,478	-0,127	0,881
Tipo de erval	0,407*	1,502*	0,537**	1,710**	-0,780***	0,458***	-0,042	0,959
Área do erval	-0,013	0,987	-0,003	0,997	0,027	1,028	0,001	1,000
Área da propriedade	0,001	1,001	0,000	1,000	-0,010	0,990	-0,000	1,000
Trabalhadores no erval	0,150*	1,162*	0,030	1,031	0,053	1,055	-0,017	0,983
Assistência técnica	0,249*	1,283*	0,192	1,211	0,315**	1,371**	0,276*	1,318*
Produtos produzidos	-1,672**	0,188**	-1,142	0,319	1,146	3,144	-0,865	0,421
Principal produto	0,736*	2,087*	-0,047	0,954	0,197	1,218	0,599	1,821
Renda não agrícola	-0,672	0,511	0,958**	2,606**	-0,206	0,814	0,502	1,652
Custo de produção	1,531***	4,621***	-0,535	0,585	0,047	1,048	0,189	1,209
Financiamento agrícola	-0,259	0,772	0,333	1,396	0,190	1,209	0,723	2,060
Maquinário próprio	-1,140*	0,320*	-0,087	0,917	1,754**	5,778**	-0,600	0,549
Valor do maquinário	0,045***	1,046***	0,003	1,003	-0,026	0,975	0,026*	1,026*
Constante	-3,849***	0,021***	-2,790*	0,061*	-1,416	0,243	-1,437	0,238
Critério de Akaike	249,387		238,05		218,845		269,972	

Nota: *p<0,1; **p<0,05; ***p<0,01.

Fonte: os autores, 2025.

A renovação por decepa é uma prática recomendada para a renovação de ervais em declínio produtivo, causado por doenças e pragas, excesso de altura ou idade avançada (Penteado Júnior e Goulart, 2019). As variáveis mais

importantes para a adoção da decepta foram as associadas à capacitação do produtor e assistência técnica. Além disso, houve efeito significativo e sinal positivo para a variável família ervateira. Esse resultado indica que produtores cuja família já produzia erva-mate tem chance maior de adotar esta tecnologia (Tabela 6). A decepta é uma prática de manejo necessária para corrigir aspectos de manejo negligenciados durante a vida da planta (Penteado Júnior e Goulart, 2019). Assim, esse resultado é complementar ao sinal negativo observado nos coeficientes estimados para a variável família ervateira, indicando aumento da chance de não adoção quando o produtor tem esse histórico (Tabelas 5 e 6).

Dentre as características que não se mostraram determinantes para a adoção das tecnologias estudadas, destaca-se o tamanho do erval e da propriedade rural. Estas variáveis não foram significativas para o conjunto de dados avaliados (Tabelas 5 e 6). Entretanto, diversos trabalhos mostraram que quanto maior a propriedade rural, maior a probabilidade de os produtores optarem pelo uso de tecnologias (Souza Filho *et al.*, 2011; Tufa *et al.*, 2019). O resultado observado aqui foi semelhante aos observados na Etiópia, com variedades melhoradas (Yirga *et al.*, 2015) e no México, com adubação em cultivos agrícolas (Garcia-Salazar *et al.*, 2018). Essa inconsistência pode estar relacionada com fatores intrínsecos ao produtor, limitações econômicas, resistência à mudança, custo e complexidade da tecnologia ou da cultura (Souza Filho *et al.*, 2011; Mayol *et al.*, 2014; Garcia-Salazar *et al.*, 2018).

Os resultados encontrados no presente estudo demonstram que os fatores mais importantes na decisão de adotar tecnologias estão relacionados à capacitação dos mateicultores, a presença da assistência técnica e extensão rural. Por outro lado, aspectos como tamanho da propriedade e do erval, força de trabalho e financiamento agrícola não foram determinantes. Esses resultados corroboram com os observados na Argentina, principalmente em relação à capacitação dos produtores e a assistência técnica (Mayol *et al.*, 2014). Estes fatores limitam o desempenho do mateicultor, que não aproveita a oferta tecnológica existente, sobretudo, por uma resistência cultural e na confiança pelo conhecimento adquirido das gerações anteriores (Mayol *et al.*, 2014). Entretanto, a assistência técnica auxilia os produtores nas tomadas de decisão com base em

conhecimento, aumentando a chance de desenvolverem sua atividade agrícola satisfatoriamente (Anderson e Feder, 2007; Takahashi *et al.*, 2020). É conhecido o efeito positivo da assistência técnica na renda agrícola das propriedades rurais no Brasil, pelo incentivo à adoção e melhoria na produtividade (Vieira Filho, 2019).

A oferta tecnológica para a cultura da erva-mate é relativamente recente no Brasil (Penteado Júnior e Goulart, 2019). Por isso, a capacitação de extensionistas rurais e atualização da grade curricular de cursos técnicos e de nível superior poderia ser uma estratégia de difusão das tecnologias para produção de erva-mate. Cabe salientar que o perfil dos estabelecimentos rurais produtores de erva-mate é composto por pequenas propriedades familiares, com baixa renda, produção diversificada e com pouca mão de obra disponível (Oliveira e Waquil, 2015). Normalmente, estas propriedades estão em regiões com baixo índice de desenvolvimento econômico (Sesso *et al.*, 2024). Nessas condições, o desenvolvimento sustentável dos sistemas de produção de erva-mate deve ser estimulado, devido ao seu baixo custo de produção, associado ao aspecto ambiental favorável e bom potencial de negócios. Portanto, políticas públicas que estimulem a capacitação de produtores e profissionais de ciências agrárias envolvidos com a cultura poderiam contribuir para a adoção de tecnologias e na modernização sustentável dos cultivos de erva-mate.

4 CONCLUSÃO

Os fatores determinantes para a adoção de tecnologias em cultivos de erva-mate são relativos à capacitação do produtor, seja pela educação formal ou treinamentos sobre a cultura, à assistência técnica e à gestão do cultivo. Os resultados deste trabalho podem embasar políticas públicas de assistência técnica. A avaliação da adoção pelo método da regressão logística foi eficaz, sendo uma ferramenta útil e de baixo custo para estudos socioeconômicos.

Novas pesquisas poderiam incluir variáveis não estudadas nesse trabalho, focando em municípios ou polos ervateiros, a fim de se detectar demandas locais.

AGRADECIMENTOS

AGRAER; EMATER/RS-ASCAR; EPAGRI; IDR-Paraná; Inovamate Agrotecnologia.

REFERÊNCIAS

- ANDERSON, J.; G. FEDER. Agricultural Extension. In: R. Evenson e P. Pingali (Ed.). **Handbook of Agricultural Economics**. Amsteden: Elsevier, v.3, 2007, p.3031
- CARMO, F., N. FIEDLER, M. SILVA, S. GONÇALVES, P. GUIMARAES; D. LIRA. Efeito da área e produtividade na produção de erva-mate no brasil. **Nativa**, v.6, p.85, 2018.
- GARCIA-SALAZAR, J. A., M. BORJA-BRAVO; G. RODRIGUEZ-LICEA. Consumption of fertilizers in mexican agriculture: An analysis of factors affecting the rate of adoption. **Interciencia**, v.43, n.7, p.505-510, 2018.
- GOULART, I. C. G. D. R. **Fatores que afetam a produtividade e a adoção de tecnologias na cultura da erva-mate**. Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2020. 107 p.
- GOULART, I. C. G. D. R., D. SANTIN; B. P. BRASILEIRO. Fatores que afetam a produtividade na cultura da erva-mate. **Ciencia Florestal**, v.32, n.3, p. 1345-1367, 2022.
- GREENE, W. H. **Econometric Analysis**. New York: Pearson, 2018. 1176 p.
- IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E E.-. **Produção Agrícola Municipal**. 2024. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/documentos>>. Acesso em: 02 nov 2024.
- KALIBA, A. R., K. MAZVIMAVI, T. L. GREGORY, F. M. MGONJA, M. J. A. MGONJA; F. ECONOMICS. Factors affecting adoption of improved sorghum varieties in Tanzania under information and capital constraints. **Agricultural and Food Economics**, v.6, n.1, p.1-21, 2018.
- MARQUES, A. D. C., M. S. D. REIS; V. F. DENARDIN. As paisagens da erva-mate: Uso das florestas e conservação socioambiental. **Ambiente & Sociedade**, v.22, p.1-22, 2019.
- MARTEY, E., P. M. ETWIRE; J. K. M. KUWORNUN. Economic impacts of smallholder farmers' adoption of drought-tolerant maize varieties. **Land Use Policy**, v.94, p.104524, 2020.
- MAYOL, R. M., S. I. GIANCOLA, M. V. LAVECINI, J. F. AIASSA, S. DI GIANO, M. L. SALVADOR, M. DA RIVA, D. O. ACUÑA; M. D. RABAGLIO. **Causas que afectan la adopción de tecnología en productores de yerba mate en la provincia de Misiones: enfoque cualitativo**. Buenos Aires: INTA, 2014, p.74. (Estudios socioeconómicos de la adopción de tecnología 8)

OLIVEIRA, S. V. D.; P. D. WAQUIL. Dinâmica de produção e comercialização da erva-mate no Rio Grande do Sul, Brasil. **Ciência Rural**, v.45, p.750-756, 2015.

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

SANTIN, D., E. BENEDETTI, N. BARROS, I. ALMEIDA; I. WENDLING. Intervalos de colheita e adubação potássica influenciam a produtividade da erva-mate (*Ilex paraguariensis*) no estado do paraná. **Floresta**, v.46, p.509, 2016.

SANTIN, D., E. L. BENEDETTI, N. F. DE BARROS, I. C. DE ALMEIDA, G. F. SIMIQUELI, J. C. L. NEVES, I. WENDLING; C. B. REISSMANN. Adubação nitrogenada e intervalos de colheita na produtividade e nutrição da erva-mate e em frações de carbono e nitrogênio do solo. **Ciencia Florestal**, v.29, n.3, p.1199-1214, 2019.

SANTIN, D., E. L. BENEDETTI, J. F. KASEKER, M. C. BASTOS, C. B. REISSMANN, I. WENDLING; N. F. DE BARROS. Growth and nutrition of mate tea submitted to liming. **Ciencia Florestal**, v.23, n.1, p.55-66, 2013.

SANTIN, D., I. WENDLING, E. L. BENEDETTI, G. E. BRONDANI, C. B. REISSMANN, D. MORANDI; L. F. ROVEDA. Poda e anelamento em erva-mate (*Ilex paraguariensis*) visando à indução de brotações basais. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v.56, p.97-104, 2010.

SESSO, P. P., U. A. SESSO FILHO; E. G. Z. ESTEVES. Sistemas de produção de erva-mate no Paraná e sustentabilidade. **Caderno pedagógico**, v.21, n.9, p.e8056, 2024.

SIGNOR, P., G. S. GOMES; L. F. WATZLAWICK. Produção de erva-mate e conservação de Floresta com Araucária. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v.35, n.83, p.199-208, 2015.

SOUZA FILHO, H., M. BUAINAIN, J. M. F. J. SILVEIRA; M. VINHOLIS. Condicionantes da adoção de inovações tecnológicas na agricultura. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v.28, p.223-255, 2011.

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

TUFA, A. H., A. D. ALENE, J. MANDA, M. G. AKINWALE, D. CHIKOYE, S. FELEKE, T. WOSSEN; V. MANYONG. The productivity and income effects of adoption of improved soybean varieties and agronomic practices in Malawi. **World Development**, v.124, p.1-10, 2019.

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

YIRGA, C., Y. ATNAFE; A. AWHASSAN. A Multivariate Analysis of Factors Affecting Adoption of Improved Varieties of Multiple Crops: A Case Study from Ethiopian Highlands. **Ethiopian Journal of Agricultural Sciences**, v.25, p.29-45, 2015.