

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA**

**Adoção de técnicas de produção na agricultura familiar paraguaia: evidências  
do censo agropecuário de 2022.**

Martin Ariel Blanco Desvars  
*Magister Scientiae*

**VIÇOSA - MINAS GERAIS  
2025**

**MARTIN ARIEL BLANCO DESVARS**

**Adoção de técnicas de produção na agricultura familiar paraguaia: evidências do censo agropecuário de 2022.**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Economia Aplicada, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientador: Marcelo Jose Braga

Coorientador: Mateus de C. Reis Neves

**VIÇOSA - MINAS GERAIS  
2025**

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade  
Federal de Viçosa - Campus Viçosa**

T

B641a  
2025  
Blanco Desvars, Martin Ariel, 1996-  
Adoção de técnicas de produção na agricultura familiar  
paraguaia: evidências do censo agropecuário de 2022 / Martin  
Ariel Blanco Desvars. – Viçosa, MG, 2025.  
1 dissertação eletrônica (77 f.): il. (algumas color.).

Inclui apêndices.

Orientador: Marcelo José Braga.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa,  
Departamento de Economia Rural, 2025.

Referências bibliográficas: f. 63-70.

DOI: <https://doi.org/10.47328/ufvbbt.2025.835>

Modo de acesso: World Wide Web.

1. Agricultura familiar - Paraguai - Estatísticas.
2. Inovações agrícolas - Paraguai. I. Braga, Marcelo José, 1969-.  
II. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Economia  
Rural. Programa de Pós-Graduação em Economia Aplicada.  
III. Título.

CDD 22. ed. 630.219509892

**MARTIN ARIEL BLANCO DESVARS**

**Adoção de técnicas de produção na agricultura familiar paraguaia: evidências do censo agropecuário de 2022.**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Economia Aplicada, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 1 de dezembro de 2025.

Assentimento:

---

Martin Ariel Blanco Desvars  
Autor

---

Marcelo Jose Braga  
Orientador

Essa dissertação foi assinada digitalmente pelo autor em 23/12/2025 às 17:21:49 e pelo orientador em 23/12/2025 às 18:22:38. As assinaturas têm validade legal, conforme o disposto na Medida Provisória 2.200-2/2001 e na Resolução nº 37/2012 do CONARQ. Para conferir a autenticidade, acesse <https://siadoc.ufv.br/validar-documento>. No campo 'Código de registro', informe o código **QC4M.KC9H.ENEG** e clique no botão 'Validar documento'.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradecer aos meus pais, Marcos e Olga, por sempre me apoiarem em tudo e por me criarem com valores e espírito de sacrifício, assim como aos meus irmãos Marcos, Matias e Gabriel, por estarem sempre presentes e me ajudarem mesmo à distância.

À minha namorada, Erica, por ser uma companheira excepcional, por me ajudar a manter o foco e por me apoiar nos momentos difíceis.

Aos meus amigos do Paraguai em especial a Jesús, Karina, Ignacio e Angie por sempre estar atentos a mim e aos novos colegas do programa de pós-graduação, em especial Diego, Júlio e Maurício pelas inúmeras conversas e pelas horas de estudo que se tornaram mais fáceis com a presença deles. Guardo comigo os melhores momentos.

A todos os professores com quem pude compartilhar e adquirir conhecimento, em especial ao Professor Marcelo Braga, por me guiar com paciência e por ser um exemplo como profissional e como pessoa.

Ao Professor Mateus Neves, por sua acessibilidade e suas brilhantes sugestões, desde o projeto até a defesa da dissertação. À Pós-Doutora Maritza Rosales, por estar sempre disposta a ajudar e participar, desde a defesa do meu projeto até a defesa final.

À Universidade Federal de Viçosa e ao Programa de Economia Aplicada do Departamento de Economia Rural (DER), pelo ensino de qualidade ofertado. Finalmente agradeço a Deus e à Virgem de Caacupé por me permitirem chegar até aqui, por velarem por mim e pela minha família à distância.

Este trabalho foi realizado com o apoio das seguintes agências de pesquisa brasileiras: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

## RESUMO

DESVARS, Martin Ariel Blanco, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, dezembro de 2025. **Adoção de técnicas de produção na agricultura familiar paraguaia: evidências do censo agropecuário de 2022.** Orientador: Marcelo Jose Braga. Coorientador: Mateus de Carvalho Reis Neves.

Esta dissertação investiga os fatores que influenciam a adoção de técnicas de produção na agricultura familiar paraguaia, com base nos microdados do Censo Agropecuário Nacional de 2022. O estudo busca compreender em que medida características socioeconômicas, institucionais e territoriais condicionam o nível de adoção de técnicas produtivas modernas, sustentáveis e convencionais entre agricultores familiares e não familiares. Para isso, foi construído o Índice Ponderado de Técnicas Agropecuárias (IPTA), elaborado a partir de 36 variáveis relacionadas a diferentes tipos de técnicas, permitindo mensurar a intensidade de adoção e compará-la entre grupos e regiões. A análise foi desenvolvida em duas etapas. A primeira consistiu em uma caracterização descritiva dos produtores segundo critérios da Lei Nº 6.286/2019, identificando padrões de distribuição por sexo, idade, escolaridade, tamanho da propriedade e localização regional. A segunda etapa utilizou um modelo de regressão Beta, adequado a variáveis proporcionais, para estimar os determinantes do nível de adoção de técnicas. As variáveis explicativas incluíram fatores como escolaridade, acesso ao crédito, assistência técnica, participação em associações e infraestrutura produtiva. Os principais resultados indicam que os agricultores familiares apresentam níveis médios de adoção significativamente inferiores aos dos agricultores não familiares, sobretudo na Região Ocidental, onde predominam condições agroecológicas mais adversas e maior concentração fundiária. A assistência técnica, associação dos produtores e o crédito rural mostraram-se os principais determinantes positivos da adoção, confirmando a importância do apoio institucional para a difusão tecnológica. O Índice de Moran Global indicou autocorrelação espacial positiva, com clusters alto-alto concentrados na Região Oriental Sudeste onde estão os polos agroindustriais integrados a cadeias de exportação e difusão tecnológica. O estudo evidencia que o fortalecimento da agricultura familiar paraguaia depende de políticas públicas voltadas à ampliação do acesso à educação, e fatores institucionais, elementos essenciais para reduzir a defasagem tecnológica e promover a sustentabilidade produtiva. O estudo contribui para o entendimento da agricultura familiar como um ator-chave do desenvolvimento rural Paraguaio.

Palavras-chave: agricultura familiar; adoção de técnicas; determinantes; censo agropecuário; Paraguai.

## ABSTRACT

DESVARS, Martin Ariel Blanco, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, December, 2025. **Adoption of production techniques in Paraguayan family farming: evidence from the 2022 agricultural census..** Adviser: Marcelo Jose Braga. Co-adviser: Mateus de Carvalho Reis Neves.

This dissertation investigates the factors that influence the adoption of production techniques in Paraguayan family farming, based on microdata from the 2022 National Agricultural Census. The study seeks to understand to what extent socioeconomic, institutional and territorial characteristics condition the level of adoption of modern, sustainable and conventional production techniques among family and non-family farmers. To this end, the Weighted Index of Agricultural Techniques (IPTA) was constructed, elaborated from 36 variables related to different types of techniques, allowing measuring the intensity of adoption and comparing it between groups and regions. The analysis was developed in two stages. The first consisted of a descriptive characterization of producers according to the criteria of Law No. 6.286/2019, identifying distribution patterns by sex, age, education, property size, and regional location. The second stage used a beta regression model, suitable for proportional variables, to estimate the determinants of the level of adoption of techniques. Explanatory variables included factors such as education, access to credit, technical assistance, participation in associations, and productive infrastructure. The main results indicate that family farmers have significantly lower average levels of adoption than non-family farmers, especially in the Western Region, where more adverse agroecological conditions and higher land concentration predominate. Technical assistance, producers' association and rural credit proved to be the main positive determinants of adoption, confirming the importance of institutional support for technological diffusion. The Global Moran Index indicated positive spatial autocorrelation, with high-high clusters concentrated in the Eastern Southeast Region, where the agro-industrial poles integrated into export chains and technological diffusion are located. The study shows that the strengthening of Paraguayan family farming depends on public policies aimed at expanding access to education, and institutional factors, essential elements to reduce the technological gap and promote productive sustainability. The study contributes to the understanding of family farming as a key actor in Paraguayan rural development.

Keywords: family farming; adoption of techniques; determinants;

agricultural census; Paraguay.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Classificação dos agricultores por região .....	39
Tabela 2 - Distribuição dos produtores por percentual, faixa etária, tipo de agricultura e região .....	43
Tabela 3 - Distribuição dos produtores segundo nível educacional, região e tipo de agricultura .....	44
Tabela 4 - Distribuição dos produtores por forma de posse da terra, região e tipo de agricultura .....	45
Tabela 5 - Acesso à eletricidade por região e tipo de agricultor .....	46
Tabela 6 - Acesso à Água encanada por região e tipo de agricultor .....	46
Tabela 7 - Acesso à Assistência Técnica e Extensão Rural (ATER) por região e tipo de agricultor.....	47
Tabela 8 - Acesso ao crédito rural por região e tipo de agricultor.....	48
Tabela 9 - Associação dos produtores a cooperativas ou organizações por região e tipo de agricultor.....	48
Tabela 10 - Análise dos critérios de informação de Akaike (AIC) e Bayesiano (BIC) .....	52
Tabela 11 - Resultados dos efeitos marginais médios e erros-padrão dos principais determinantes da adoção de técnicas produtivas para os agricultores.....	52
Tabela 12 – Resultados dos efeitos marginais médios e erros-padrão dos principais determinantes da adoção de técnicas produtivas para a agricultura familiar .....	54
Tabela 13 – Resultados dos efeitos marginais médios e erros-padrão dos principais determinantes da adoção de técnicas produtivas para a agricultura não familiar.....	55
Tabela 14 - Resultados da análise de multicolinearidade a partir do Fator de Inflação da Variância (VIF).....	57
Tabela 15 – Identificação de cluster regionais de adoção de técnicas agropecuárias.....	59
Tabela 16 - Resultados do modelo de regressão beta com os coeficientes e erros-padrão (Std. Err.) e a significância estatística tendo como variável dependente o IPTA.....	71
Tabela 17 - Resultados do modelo de regressão beta com os coeficientes e erros-padrão (Std. Err.) e a significância estatística tendo como variável dependente o IPTA para os agricultores familiares .....	71
Tabela 18 - Resultados do modelo de regressão beta com os coeficientes e erros-padrão (Std. Err.) e a significância estatística tendo como variável dependente o IPTA para os agricultores não familiares .....	72
Tabela 19 - Distribuição dos produtores por tipo e departamento.....	72
Tabela 20 - Distribuição dos produtores por sexo, tipo de agricultura e departamento .....	73
Tabela 21 - Percentual de uso de técnicas do subíndice de técnicas modernas para a AF .....	73
Tabela 22 - Percentual de uso de técnicas do subíndice de técnicas sustentáveis para a AF ...	74
Tabela 23 - Percentual de uso de técnicas do subíndice de técnicas convencionais para a AF	74
Tabela 24 - Percentual de uso de técnicas do subíndice de técnicas modernas para a ANF ....	74
Tabela 25 - Percentual de uso de técnicas do subíndice de técnicas sustentáveis para a ANF.	75
Tabela 26 - Percentual de uso de técnicas do subíndice de técnicas convencionais para a ANF .....	75

Tabela 27 - Percentual do nível de adoção de técnicas por departamento por tipo de agricultor .....75

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Categorias do nível de adoção de técnicas com seus intervalos .....	26
Quadro 2 – Descrição das variáveis utilizadas para a construção do IPTA.....	33
Quadro 3 - Descrição das variáveis explicativas com sinais esperados .....	37

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Distribuição dos produtores por tipo e departamento .....	40
Figura 2 - Percentual de Agricultores Familiares e não Familiares por Região distribuídos por sexo .....	41
Figura 3 – Distribuição de produtores por sexo, agricultura familiar e departamento .....	42
Figura 4 – Distribuição de produtores por sexo, agricultura não familiar e departamento .....	42
Figura 5 – Comparação percentual de uso das técnicas do subíndice de tecnologias modernas entre AF e ANF .....	49
Figura 6 – Comparação percentual de uso das técnicas do subíndice de técnicas sustentáveis entre AF e ANF .....	50
Figura 7 – Comparação percentual de uso das técnicas do subíndice de técnicas convencionais entre AF e ANF .....	51
Figura 8 – Comparação entre o IPTA e o Índice de Moran Local (LISA) .....	60

## SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	13
1.1.	Considerações iniciais.....	13
1.2.	O problema e sua importância.....	16
1.3.	Hipóteses.....	20
1.4.	Objetivos.....	21
1.4.1.	Objetivo Geral.....	21
1.4.2.	Objetivos Específicos.....	21
2.	REFERENCIAL TEÓRICO.....	21
2.1.	Teoria da Difusão da Inovação.....	21
2.2.	A Teoria do Capital Humano.....	23
3.	METODOLOGIA.....	24
3.1.	Análise Estatística Descritiva.....	24
3.2.	Índice Ponderado de Técnicas Agropecuárias (IPTA).....	25
3.3.	Modelo de Regressão Beta.....	26
3.4.	Índice de Moran Global (I).....	29
3.4.1.	Índice de Moran Local (LISA).....	31
3.5.	Variáveis e Fonte de dados.....	32
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	39
4.1.	Análises das estatísticas descritivas.....	39
4.2.	Análise dos resultados.....	51
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	61
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	63
	APÉNDICE A – TABELAS ADICIONAIS.....	71

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1. Considerações iniciais

A agricultura familiar é crucial para a geração de alimentos em nível global. Trata-se da modalidade agrícola predominante no setor tanto nos países em desenvolvimento quanto nos países desenvolvidos além de ser a maior fonte de emprego em muitas áreas rurais (FAO, 2014). Estimativas recentes indicam a existência de mais de 608 milhões de estabelecimentos familiares em todo o mundo, ocupando de 70% a 80% das terras agrícolas e produzindo aproximadamente 80% dos alimentos do mundo em termos de valor (FAO, 2021b). Essas unidades produtivas são, em geral, geridas por membros da família e contam com mão de obra predominantemente familiar.

No contexto latino-americano, a agricultura familiar também apresenta grande relevância já que é o tipo de exploração agrícola com maior número de estabelecimentos (Gattini, 2011). Tem uma importância significativa na realidade social, econômica, histórica, ambiental e jurídica dos países latino-americanos devido ao tipo de atividade, ao número de atores e ao espaço onde se desenvolve (Almada e Barril, 2006). Segundo Salcedo e Guzmán (2014) na América Latina, 80% das fazendas pertencem à agricultura familiar, incluindo mais de 60 milhões de pessoas, tornando-se a principal fonte de emprego agrícola e rural. Apesar da importância social e econômica, a agricultura familiar enfrenta desafios estruturais, como acesso limitado à terra, crédito, tecnologia e mercados (FAO, 2015). Além disso, a agricultura familiar está frequentemente associada à pobreza rural, refletindo a heterogeneidade entre os produtores no que diz respeito a recursos e ativos disponíveis (Gordillo, 2004).

Ao longo de sua história, a Agricultura Familiar no Paraguai representou uma importante categoria social, devido ao número de unidades produtivas existentes, com a utilização de mão de obra familiar e com foco na reprodução social e na sustentabilidade dessas unidades. Em 1991, havia pouco mais de 247.000 unidades produtivas com superfícies não superiores a 20 hectares, em todo o país, o que representava 83% do total de unidades, que estavam distribuídas em 1.468.764 hectares. O Paraguai se destaca como a nação mais desigual da América Latina em relação à posse da terra, o que limita as oportunidades de acesso dos agricultores familiares a recursos essenciais, como água e sementes, além de serviços públicos relacionados à agricultura, incluindo crédito, assistência técnica, equipamentos e insumos produtivos, os quais frequentemente apresentam baixa cobertura e qualidade insatisfatória (Imas, 2020).

Este setor tem se deteriorado progressivamente ao longo dos anos e, recentemente, tem enfrentado crises recorrentes, principalmente devido aos riscos inerentes aos processos de

produção e comercialização, bem como ao próprio contexto em que essa atividade ocorre (Imas, 2020). A Agricultura Familiar passou por diferentes intervenções estatais, por meio de estratégias que buscaram melhorar as condições de vida das populações rurais com pequenas propriedades (Almada e Barril, 2006). Com base no Censo Agropecuário de 1991 e na Pesquisa Agropecuária por Amostra de 2002, os mesmos autores identificaram dois subtipos de agricultura familiar: a Agricultura Familiar de Menor Escala (AFM), com áreas de 0,1 a 10 hectares, e a Agricultura Familiar de Pequena Escala (AFPE), com áreas entre 10 e 20 hectares.

Em 2019, foi criada a Lei 6.286/2019 que define como agricultor familiar aquele que se desenvolve utilizando predominantemente mão de obra familiar para a produção, que se destina basicamente ao autoconsumo e renda de uma propriedade rural, que, ademais, pode contratar, de forma temporária, até 20 diaristas por ano, não trabalha em caráter temporário em momentos específicos do processo produtivo, que residem na propriedade rural ou em comunidades próximas e que não utilizam, sob quaisquer condições, mais de 50 hectares (ha) na Região Leste e 500 hectares na Região Oeste de terras independentemente da área produtiva (BACN, 2019).

No Paraguai, em razão de suas condições naturais peculiares, a agricultura familiar está intrinsecamente vinculada à sua própria “formação social” e tem sido historicamente praticada desde suas origens pelos povos indígenas e, posteriormente, pelos agricultores ao longo das diferentes fases de seu desenvolvimento (Imas, 2020). A agricultura familiar fornece a maior parte dos alimentos consumidos no país, tornando-se essencial para a segurança alimentar. Estima-se que cerca de 42% da população paraguaia que vive em áreas rurais esteja envolvida nessa atividade (FAO, 2021a).

Fatores associados à incidência da pobreza e à vulnerabilidade, decorrentes da escassez ou das restrições no acesso e na posse dos ativos naturais, físicos, financeiros e humanos, têm causado um desequilíbrio no capital social e cultural que caracteriza este setor. Essa situação culminou na fragilidade das capacidades para lidar com os riscos inerentes à produção e à reprodução social (Imas, 2020).

A agricultura no Paraguai é composta pela agricultura familiar, por um lado, cuja característica é produzir em pequenas extensões de terra, principalmente itens para autoconsumo, e, por outro lado, pela agricultura empresarial mecanizada, caracterizada pela produção de grãos em grandes áreas de terra (Enciso *et al.*, 2014). De acordo com o Censo Agropecuário Nacional de 2022, há um total de 259.188 fazendas pertencentes à agricultura familiar no país, o que representa 89% do total de fazendas agrícolas do país. Esses dados reafirmam a importância desse setor para a economia e para a segurança alimentar e nutricional

do país, bem como a necessidade de caracterizá-lo a fim de compreender sua situação atual e orientar políticas públicas voltadas à adoção de tecnologias e ao seu fortalecimento.

Balsan (2006) afirma que o processo de modernização por meio das técnicas adotadas, em certa medida, desvinculou as classes menos favorecidas, o fracasso dos produtores familiares com pouco poder aquisitivo e com área restrita, devido ao fato de não possuírem recursos financeiros suficientes para adotá-los. A transformação tecnológica e a inovação são vistas como as principais forças propulsoras que incrementam tanto a produtividade quanto a competitividade do setor, com o Paraguai inserido nesse contexto no panorama internacional, durante as últimas décadas as unidades produtivas vêm passando por um processo de consolidação, onde pequenos produtores que não possuem uma escala mínima para competir estão sendo deslocados do mercado (Gattini, 2011).

Neste estudo, técnicas de produção agrícola e pecuária podem ser entendidas como o conjunto de métodos, procedimentos e práticas sistemáticas, baseadas em conhecimentos científicos e empíricos, voltados para a transformação de recursos naturais e produtivos em bens agroalimentares e agroindustriais (Portal América, 2021). Essas técnicas englobam, desde o preparo do solo, manejo da água e proteção de plantas, até o melhoramento genético, mecanização, manejo ambiental e bem-estar animal (FAO, 2011).

A adoção dessas técnicas, entretanto, não ocorre de forma homogênea entre os agricultores. Isso se deve ao fato de que um menor número de estabelecimentos produtivos tem uma área de cultivo maior e, portanto, um maior volume de vendas. A capacidade dos produtores em adotar tecnologias ou técnicas produtivas melhores é influenciada por diversas variáveis socioeconômicas, dentre as quais se destaca o nível de escolaridade. Um maior nível de escolaridade permite uma maior capacidade de interpretação e uso da informação (De Mello *et al.*, 2016).

O perfil socioeconômico e as características produtivas e de localização do agricultor familiar afetam a probabilidade de adotar algum tipo de técnica (Rogers, 2003; Rocha *et al.*, 2019; Vinholis *et al.*, 2023). A adoção de algum tipo de técnica ou não de acordo com as características socioeconômicas dos Agricultores Familiares é o que mais definirá se eles ficam para trás com o tempo ou se existem ou criam mecanismos ou políticas que incentivem essas adoções devido à sua importância no setor. Esses fatores reforçam a importância de se compreender as relações entre perfil socioeconômico, localização e adoção de técnicas ou tecnologias no meio rural paraguaio já que é um aspecto crítico que tem sido objeto de estudos em diversos contextos internacionais, mas que ainda requer mais estudos no caso do Paraguai.

## 1.2.O problema e sua importância

A realidade da agricultura familiar no Paraguai revela um problema central: a limitação no acesso a recursos essenciais que permitiriam aos pequenos produtores manterem-se produtivos e competitivos frente à agricultura empresarial. Essas limitações envolvem, principalmente, o acesso à tecnologia<sup>1</sup>, ao crédito, à assistência técnica e à formação. Considerando as características específicas da agricultura familiar, torna-se viável uma análise sobre a adoção de técnicas ou tecnológicas na agricultura familiar no Paraguai e os fatores que influenciam essa adoção no setor mediante os dados do Censo Agropecuário Nacional de 2022.

Além disso, uma comparação com a agricultura não familiar pode ajudar a identificar diferenças estruturais e funcionais entre os dois modelos de produção. Nesse contexto, a presente pesquisa propõe-se a responder às seguintes questões: A Agricultura Familiar Paraguai adota menos técnicas produtivas em comparação à Agricultura Não Familiar? ¿E quais são os determinantes que explicam esse fenômeno, conforme os dados do Censo Agropecuário Nacional de 2022?

A maioria dos produtores familiares está assentada em solos degradados, com pouca implementação de técnicas conservacionistas como o uso de adubos verdes, rotação de culturas e plantio mínimo, devido à insuficiente assistência técnica que recebem das instituições responsáveis pela transferência de tecnologia, razão pela qual a produtividade de suas lavouras é baixa (Enciso *et al.*, 2022).

De acordo com dados do Censo Agropecuário Nacional de 2008, do total de 288.875 fazendas no Paraguai, 44.186 unidades produtivas receberam assistência técnica, ou seja, 15% de todas as fazendas. Quando se olha para as fazendas com menos de 20 hectares, o percentual de assistência técnica recebida aumenta de acordo com o tamanho do estrato a que correspondem. As unidades produtivas de 500 hectares ou mais que deixariam de estar inseridas na Agricultura Familiar têm assistência técnica em 28%, mais que o dobro em relação à Agricultura Familiar, que é de 12% (Ministério de Agricultura y Ganadería, 2009).

De acordo com Pereira (2018) os equipamentos disponíveis para os produtores, sejam eles familiares ou não familiares, são básicos, 53,6% possuem semeadora, 44,8% pulverizador, 29,8% arado, 17% implantam sistema de irrigação e apenas 4,1% possuem tratores. Segundo o mesmo autor, apenas 12,5% das propriedades estudadas recebem assistência técnica.

---

<sup>1</sup> Um conjunto de teorias e técnicas que permitem o uso prático do conhecimento científico (RAE, 2014).

O baixo desenvolvimento tecnológico, as dificuldades de acesso aos mercados, a baixa cobertura dos programas públicos, a variabilidade e incerteza do clima e as crises internacionais, entre outros, vêm acentuando os riscos dos Agricultores Familiares nos últimos tempos (Riquelme e Imas, 2014). Então, as técnicas produtivas e sua adoção exercem um papel fundamental no desempenho econômico e produtivo dos estabelecimentos agropecuários, além de favorecer a criação de vínculos horizontais e verticais no setor, contribuindo para a sustentabilidade de suas atividades.

Essas adoções tecnológicas na agricultura atraíram considerável atenção entre os economistas porque a maioria da população nos países em desenvolvimento obtém seu sustento por meio da produção agrícola e porque elas aparentemente oferecem a oportunidade de aumentar substancialmente a produção (Feder *et al.*, 1985). A adoção de tecnologia na agricultura tem sido amplamente estudada desde os estágios iniciais da Revolução Verde, quando ficou evidente a importância do nível educacional na capacidade dos agricultores de implementar novas técnicas (Marenya e Barrett, 2007). Nesse contexto, inúmeros estudos têm mostrado que produtores com maior nível de escolaridade não só estão mais preparados para tomar decisões informadas em suas atividades agrícolas, mas também apresentam maior predisposição para adotar técnicas que aumentem sua produtividade (Lockheed *et al.*, 1980).

Entre os anos setenta e os primeiros anos do novo século, difunde-se a ideia de que a agricultura familiar é o segmento mais dinâmico. As novas estratégias e direitos deste século favorecem o desenvolvimento territorial descentralizado, o direito à alimentação e a segurança alimentar, e colocam o agricultor familiar como o principal ator social (Gordillo, 2004).

Apesar dos avanços na adoção de tecnologias, persistem desigualdades significativas entre os agricultores familiares e outros setores agrícolas mais técnicos. Essa lacuna é especialmente observada nos países em desenvolvimento, onde a falta de acesso à educação e aos recursos impede que os pequenos agricultores aproveitem ao máximo as técnicas mais tecnológicas (Bianco, 2014; Hemida *et al.*, 2022). De acordo com a CEPAL, FAO e IICA (2012) o desenvolvimento tecnológico na América Latina tem gerado disparidades entre e dentro dos países, exacerbando as dificuldades dos agricultores familiares para competir em igualdade de condições. Rahm e Huffman (1984) sugerem que investimento em educação, experiência, informação e saúde aumentam a capacidade de alocar melhor os recursos e a eficiência das decisões relacionadas com a adoção.

Segundo Cirani e Moraes (2010) a partir do início da década de 90, ampliou-se o entendimento do processo de inovação com a elaboração do Manual de Oslo, pela OCDE (Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico) e a Comissão Europeia, cujo

objetivo é servir como orientação para coleta de dados sobre inovação tecnológica, este manual fala sobre como os dados sobre inovação são viáveis de serem coletados por meio de censos. Diversos determinantes da difusão e adoção de técnicas têm sido estudados nos setores da economia rural e da sociologia, sendo os mais comuns o tamanho da propriedade, o capital humano, a forma de propriedade da terra, o acesso ao crédito, o trabalho, entre outros (Souza *et al.*, 2011).

Variáveis relacionadas às características socioeconômicas e à condição do produtor podem ajudar a explicar por que um produtor adota determinada técnica ou tecnologia. A pesquisa de Vicente (2002) indica o impacto positivo das variáveis de capital humano, tais como escolaridade e experiência, na adoção e intensidade de adoção de técnicas agrícolas no Brasil. E pesquisas em outros países também confirmam os resultados de Vicente, particularmente em termos de nível educacional, acesso a crédito e associação do produtor no processo de adoção de técnicas no meio rural (Feder *et al.*, 2004; Sidibé, 2005; Ashraf *et al.*, 2009; Carletto *et al.*, 2010; King *et al.*, 2010; Larbi-Apau, 2010; Mponji *et al.*, 2024).

Filho *et al.*, (2002) realizaram uma análise com uma amostra de aproximadamente 3.000 agricultores familiares oriundos dos estados da Bahia, Minas Gerais, Pernambuco, Ceará e Maranhão, e constataram que a maior parte apresenta um nível educacional baixo, experiência limitada em gestão tanto tecnológica quanto empresarial, além de uma inserção reduzida nos mercados de serviços, notadamente no setor financeiro. Esses resultados indicam algumas das dificuldades enfrentadas pelos agricultores familiares na adoção de técnicas durante a produção.

Em relação à condição fundiária do produtor, o estudo de Almeida e Buainain (2002) sobre pequenos arrendamentos no Brasil obteve resultados onde evidenciam que contratos de curto prazo e informais não dão aos arrendatários condições de investir em técnicas melhores, além de dificultar ainda mais o acesso ao crédito e canais de comercialização mais estáveis.

Uma variável interessante a se levar em consideração é o grau de organização dos produtores pertencentes à agricultura familiar, destaca-se que o grau de organização ou participação do produtor nas organizações sociais, sejam essas cooperativas ou associações de produtores, impactam diretamente na capacidade produtiva bem como na adoção de técnicas no processo produtivo. Há evidências esparsas de que onde a organização dos produtores está presente, ainda que apenas voltada para a comercialização, a produção para o mercado é mais significativa e o nível tecnológico é mais avançado, resultando em elevação da produtividade (Souza *et al.*, 2011). A literatura contemporânea evidencia que as organizações de produtores incluindo cooperativas, associações e grupos de ação coletiva desempenham papel central no desenvolvimento rural sustentável. Sellare *et al.*, (2023) sintetizam esse acúmulo teórico por

meio de cinco fatos estilizados que demonstram como tais organizações fortalecem a coordenação entre agentes, ampliam o poder de barganha, reduzem a vulnerabilidade dos pequenos produtores e facilitam a integração em mercados de maior valor agregado. De forma complementar, Ma *et al.*, (2023) destacam que as organizações rurais contribuem para o desenvolvimento sustentável por múltiplos canais, ao promoverem a adoção de tecnologias agrícolas, disseminarem boas práticas de manejo, ampliarem o acesso a serviços de extensão e apoiarem formas mais eficientes de organização produtiva.

O estudo de Wang e Xu (2025) aprofunda a compreensão dos mecanismos pelos quais o cooperativismo estimula a adoção tecnológica, analisando o caso da irrigação de uso eficiente na agricultura chinesa. Os resultados indicam que a participação em cooperativas aumenta significativamente a probabilidade de adoção, especialmente entre agricultores com menor escolaridade, menor experiência produtiva ou maior área irrigada.

Também é importante falar sobre a adoção de técnicas que ajudem a produzir de forma ecologicamente correta, dadas as limitações nos recursos naturais e pressões ambientais, mudanças climáticas e maior volatilidade de preços, este é um dos principais desafios da produção agrícola familiar e não familiar. Além de aumentar a produção de forma ecologicamente correta como o uso de práticas conservacionistas e de proteção ambiental, como agricultura de precisão, plantio direto, curvas de nível, entre outras. As tendências a favor de uma economia mais verde baseiam-se em um elemento-chave, que é a valorização econômica e a possibilidade de que esses serviços ambientais oferecidos pela natureza possam ser comercializados no mercado (CEPAL, FAO, IICA, 2012).

A adoção de técnicas desempenha um papel central no fortalecimento da agricultura familiar no Paraguai, especialmente diante dos desafios relacionados à produtividade, sustentabilidade e acesso a mercados. A introdução e adoção de tecnologias adequadas pode representar uma via estratégica para melhorar os rendimentos, diversificar a produção e aumentar a resiliência dos agricultores familiares ante as limitações de recursos e mudanças climáticas. Os microdados do Censo Agropecuário de 2022 (Ministério de Agricultura y Ganadería, 2024) oferecem uma oportunidade valiosa para analisar como elas têm sido incorporadas entre a agricultura familiar e não familiar, identificando os fatores que impulsionam sua adoção e fornecendo subsídios para o desenho de políticas públicas mais eficazes.

A dissertação apresenta contribuições metodológicas, empíricas e institucionais que vão mais além da construção de um índice sintético de adoção tecnológica, configurando-se como uma tentativa de ampliar a compreensão sobre os processos de modernização agrícola no

Paraguai. Assim o estudo busca incorporar novas dimensões analíticas para além de indicadores estritamente econômicos, o presente trabalho procura integrar, de forma articulada, aspectos socioeconômicos, institucionais e territoriais que influenciam a adoção de técnicas agropecuárias, considerando não apenas o comportamento individual dos produtores, mas também as dinâmicas espaciais que moldam seu processo de decisão.

Nesse sentido, a construção do Índice Ponderado de Técnicas Agropecuárias (IPTA), elaborado por meio da Análise de Componentes Principais, constitui um primeiro avanço ao permitir mensurar, com maior precisão, o nível de adoção tecnológica e identificar a heterogeneidade presente entre os distintos perfis de produtores. A partir desse indicador, torna-se possível examinar como variáveis como crédito, assistência técnica e infraestrutura se relacionam com a intensidade de adoção, superando abordagens tradicionais que tratam esses fatores de forma isolada ou desprovida de estrutura analítica integrada.

O trabalho também dialoga com estudos que analisam determinantes da inovação agrícola em países em desenvolvimento, especialmente aqueles que buscam compreender como fatores territoriais influenciam a difusão tecnológica. Entretanto, traz inovações ao empregar métodos quantitativos como a regressão beta, adequada a indicadores contínuos limitados e ao incorporar instrumentos de econometria espacial capazes de captar dependências geográficas e padrões de autocorrelação que afetam a distribuição territorial da adoção. Essa abordagem metodológica adicional representa uma tentativa de superar limitações comuns em estudos que ignoram efeitos espaciais e, por consequência, tendem a subestimar ou superestimar impactos de variáveis estruturais.

Adicionalmente, o estudo avança ao explorar dimensões ainda pouco tratadas na literatura paraguaia sobre agricultura familiar, utilizando dados inéditos disponibilizados pelo Ministério da Agricultura e Pecuária no Censo Agropecuário Nacional de 2022. A adoção desses microdados, pela primeira vez acessíveis para análise, permite incorporar uma perspectiva temporal e territorial mais refinada, além de possibilitar a identificação de dinâmicas internas que influenciam o ritmo de adoção de técnicas produtivas.

### **1.3. Hipóteses**

- Fatores socioeconômicos exercem influência na adoção de técnicas de produção agropecuárias tanto entre agricultores familiares quanto não familiares;
- A agricultura familiar adota menos técnicas de produção do que a não familiar.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo Geral**

Identificar os principais fatores socioeconômicos que influenciam a adoção de técnicas produtivas agropecuárias e sua relação com os diferentes níveis de adoção entre agricultores familiares e não familiares.

### **1.4.2. Objetivos Específicos**

- Caracterizar o perfil socioeconômico dos agricultores familiares no Paraguai, conforme o Censo Agropecuário de 2022;
- Mensurar o Índice Ponderado de Técnicas para determinar o nível de adoção de técnicas entre agricultores familiares e não familiares;
- Avaliar a relação entre fatores socioeconômicos e o nível de adoção de técnicas entre agricultores familiares e não familiares;
- Comparar o nível de adoção de técnicas entre agricultores familiares e não familiares.
- Mensurar a distribuição espacial associada ao nível de adoção de técnicas agropecuárias entre os estabelecimentos.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

Esta seção apresenta as principais bases teóricas que intentam explicar a adoção de técnicas e, assim, fornece a base para a especificação do modelo empírico. As Teorias da Difusão da Inovação e do Capital Humano serão utilizadas como referência central para compreender o comportamento dos indivíduos diante do conhecimento e as etapas para a efetiva incorporação de técnicas. Essa abordagem teórica reconhece que existem etapas na difusão e adoção de técnicas e atributos como a educação formal, a capacitação técnica, a saúde e a experiência prática representam formas de investimento no próprio indivíduo, resultando no aprimoramento de suas habilidades e, conseqüentemente, em maior produtividade e eficiência. No meio rural, tais elementos têm se mostrado fundamentais para entender como os produtores familiares tomam decisões relacionadas à adoção de técnicas, pois determinam sua capacidade de acessar, assimilar e aplicar conhecimentos tecnológicos no processo produtivo. E na próxima seção, será apresentada a metodologia a ser utilizada para atingir os objetivos.

### **2.1. Teoria da Difusão da Inovação**

A teoria da Difusão da Inovação de Rogers (1983) descreve como novas ideias, práticas ou tecnologias se espalham dentro de uma sociedade ou grupo social ao longo do tempo. Esse processo envolve diferentes etapas de adotantes: inovadores, adotantes iniciais, maioria inicial, maioria tardia, retardatários, e que a adoção de uma inovação é influenciada por fatores como vantagem relativa, compatibilidade, complexidade, testabilidade e observabilidade. Essas etapas são fundamentais, pois podem ser operacionalizadas por meio de características dos produtores, como escolaridade, idade, acesso à informação, capital produtivo e participação nas organizações.

Na primeira etapa, o indivíduo faz contato inicial com a inovação, embora sem informações suficientes, mais tarde, na fase de persuasão, ele forma uma atitude favorável ou desfavorável em relação a ela. Na fase de decisão, opta por adotá-la ou rejeitá-la, o que dá lugar, se positivo, à sua aplicação prática. Por fim, na fase de confirmação, o indivíduo busca reforços de sua decisão, que podem consolidar ou reverter a adoção inicial. Essas etapas não apenas descrevem um caminho lógico, mas também permitem identificar fatores críticos que influenciam a apropriação de tecnologias, especialmente em contextos em que as condições estruturais limitam o acesso à informação e ao capital produtivo (Rogers, 2003).

Dentre as etapas descritas por Rogers na sua teoria, esta pesquisa se concentra na etapa de adoção da inovação e tenta entender e explicar os fatores que podem explicar essa adoção. Segundo o mesmo autor, a adoção é a decisão de fazer uso pleno e contínuo de uma inovação.

Rogers (2003) aponta que indivíduos com maior escolaridade, maior propensão ao risco e acesso a fontes diversificadas de informação tendem a adotar inovações mais rapidamente. E de acordo com Knowler e Bradshaw (2007) variáveis como idade, experiência e escolaridade também são importantes nos estudos sobre a adoção de práticas sustentáveis na agricultura. Feder *et al.*, (1985) fala sobre a adoção de técnicas e destaca que o tamanho do imóvel, o capital disponível e o acesso ao crédito são determinantes importantes para a adoção de inovações, principalmente quando há incerteza.

Vários estudos recentes têm procurado identificar os principais determinantes da adoção de tecnologias agropecuárias, fornecendo evidências empíricas robustas de contextos variados. Ruzzante *et al.*, (2021) por meio de uma extensa meta-análise de 367 modelos de regressão de países em desenvolvimento, identificaram que variáveis como nível educacional do produtor, tamanho da família, posse e tamanho do lote, bem como acesso a crédito, serviços de extensão e participação em organizações, são fatores significativamente associados a maiores taxas de adoção tecnológica.

Estudos recentes também têm identificado fatores que influenciam a adoção de práticas sustentáveis. A meta-análise global de Sanchez Bogado *et al.*, (2024) mostra que o acesso ao conhecimento como extensão rural e treinamentos e o capital social, incluindo redes de agricultores e participação em associações, são os principais determinantes da adoção. Em contraste, variáveis como crédito, características demográficas e infraestrutura apresentam efeitos fracos ou não significativos no conjunto analisado.

Na mesma linha o estudo de Fadeyi *et al.*, (2022) identificou que os principais fatores que condicionam a adoção tecnológica podem ser agrupados em quatro dimensões centrais: características do agricultor (educação, idade, gênero e experiência), atributos da fazenda (tamanho, diversificação produtiva e disponibilidade de mão de obra), fatores institucionais (acesso a crédito, extensão rural e redes associativas) e fatores tecnológicos (complexidade, custo e compatibilidade com práticas tradicionais).

## **2.2. A Teoria do Capital Humano**

A teoria do capital humano não apenas explica o valor da educação no aumento da produtividade geral dos indivíduos, mas também é fundamental para entender como os agricultores enfrentam os desafios da modernização tecnológica. No setor agrícola, a capacidade dos produtores de adotar novas técnicas é altamente dependente de seu nível de educação, pois um maior acesso a conhecimentos e habilidades permite uma adaptação mais rápida às mesmas. Isso é particularmente relevante no contexto da agricultura moderna, onde os avanços tecnológicos desempenham um papel crucial na melhoria da produtividade (Becker, 1964). Segundo o mesmo autor, evidências convincentes entre capital humano e tecnologia vêm da agricultura e que o Capital Humano é o conjunto das habilidades do indivíduo ligadas à capacidade produtiva, e incorporadas no conhecimento e aplicado a determinadas tarefas.

O capital humano pode ser acumulado por meio de investimento em educação e treinamento, porém ele poderá depreciar no tempo, por exemplo, quando o conhecimento se torna obsoleto (Rodrigues, 2014). Schultz (1961) fala do capital humano e da relação que existe com os rendimentos salariais, enfatizando a influência de características como a educação, a saúde, a baixa qualificação e a pouca capacidade de realizar um trabalho útil. Segundo Mincer (1974) há uma correlação positiva entre os anos de estudo e o aumento da renda dos indivíduos, independentemente da forma e distribuição dos anos de estudo. A teoria do capital humano

elucida igualmente o comportamento da renda dos indivíduos ao longo de suas vidas. De maneira geral, a trajetória de rendimento de uma pessoa inicia-se em níveis inferiores e tende a crescer com o avanço da idade (Becker, 1964).

O nível de capital humano está associado com a adoção de tecnologia, como apontam Vilakazi *et al.*, (2025) o nível de escolaridade tem uma correlação positiva em termos de diversificação de culturas entre pequenos produtores na África do Sul, a diversificação de culturas seria entendida como a adoção da técnica em termos da forma de produzir.

Resultados semelhantes foram obtidos por Hemida *et al.*, (2022) onde o nível de escolaridade dos participantes de seu estudo mostrou uma influência positiva por parte dos produtores em termos da percepção dos benefícios da implementação de um sistema de produção silvipastoril no Sudão. Esse estudo mostrou uma relação positiva entre a formação de capital humano e, portanto, o aumento em termos de percepção e adoção delas. E evidências empíricas recentes confirmam que maiores níveis de educação e treinamento aumentam significativamente a probabilidade de adoção de tecnologias sustentáveis e modernas (UAIENE *et al.*, 2011; MANDA *et al.*, 2016; MPONJI *et al.*, 2024).

Diante desse cenário, este estudo propõe uma abordagem empírica baseada nos microdados do Censo Agropecuário Nacional de 2022, com o objetivo de analisar os fatores associados à adoção de técnicas no contexto da agricultura familiar no Paraguai. A seguir, detalha-se a metodologia utilizada para operacionalizar essa investigação.

### **3. METODOLOGIA**

#### **3.1. Análise Estatística Descritiva**

A primeira etapa da análise consistiu na caracterização comparativa dos estabelecimentos classificados como Agricultura Familiar e Não Familiar, conforme os critérios definidos na Lei N.º 6286/2019, fiz os filtros correspondentes para poder definir cada observação como pertencente a AF ou ANF. Foram utilizadas estatísticas descritivas para examinar variáveis socioeconômicas e demográficas. Essa etapa permitiu compreender as principais diferenças entre os dois tipos de agricultura, fornecendo uma base empírica para o aprofundamento analítico. O tratamento e a análise dos microdados foram realizados com o software Stata®, nas versões 15.0 e 19.0 *Standard Edition* (StataCorp LLC), amplamente utilizado em estudos empíricos de economia aplicada. O Stata® foi escolhido por sua capacidade de manipular grandes bases de dados, pela diversidade de rotinas econométricas disponíveis e pela

confiabilidade na estimação de modelos de regressão, incluindo modelos lineares generalizados e regressões Beta. As análises estatísticas e econométricas foram conduzidas de forma reproduzível por meio de scripts (*.do files*), garantindo a rastreabilidade e a transparência dos resultados obtidos.

### 3.2. Índice Ponderado de Técnicas Agropecuárias (IPTA)

O Índice Ponderado de Técnicas Agropecuárias é uma adaptação ao Índice Ponderado de Inovação Agrícola utilizado por Pérez Guel *et al.*, (2016). O autor emprega respostas binárias em relação à adoção da técnica, que possui o valor 1 se o produtor a adota e 0 em caso contrário. Em seguida, os pesos específicos das categorias são determinados como a proporção das técnicas que cada categoria contém em relação ao total delas, a soma dos pesos específicos é igual à unidade.

Esse índice permite classificar cada produtor conforme seu nível de adoção de técnicas produtivas, possibilitando identificar diferenças entre agricultores familiares e não familiares e compreender a situação atual de cada grupo no que diz respeito à incorporação de práticas agropecuárias.

Para determinar os pesos específicos das técnicas foi construída uma matriz de correlação tetracórica das técnicas em cada categoria devido à natureza binária dos dados. A técnica de análise de componentes principais foi usada para obter os coeficientes do grupo correspondente de técnicas para cada subíndice e assim a proporção de cada técnica dentro da categoria correspondente foi calculada. Lembrando também que a soma dos pesos específicos das técnicas dentro de cada subíndice é igual à unidade. No processo de análise de componentes principais, são consideradas apenas as técnicas realizadas, o que significa que na equação final algumas técnicas terão coeficiente zero.

O número total de variáveis em nosso modelo que indicam técnicas é 36, então procederemos à classificação em subíndices apresentados no Quadro 1, cada subíndice tem um número específico de técnicas a partir das quais os pesos específicos delas são calculados de acordo com a seguinte fórmula:

$$\text{Peso específico do subíndice: } \frac{\text{Número de técnicas da Categoria}}{\text{Número total de técnicas}} \quad (1)$$

Para calcular o Índice Ponderado de Técnicas Agropecuárias (IPTA), usamos a equação (2):

$$IPTA: \sum_{i=1}^N C_i * \sum_{j=1}^{n_i} In_{ij} \quad (2)$$

Onde: IPTA= Índice Ponderado de Técnicas Agropecuárias; N= número de categorias;  $C_i$ = peso da  $i$ -ésima categoria;  $n_i$  é o número total de técnicas disponíveis na categoria  $i$ ;  $In_{ij}$ = peso da  $j$ -ésima técnica efetivamente adotada dentro da  $i$ -ésima categoria. Dentro de cada categoria, é atribuído um valor de 1 a cada técnica efetivamente adotada pela unidade de produção e 0 caso contrário. O valor resultante é multiplicado pelo peso da categoria correspondente. Por fim, o valor do IPTA é obtido somando-se todos os produtos entre os pesos por categoria e os pesos das técnicas adotadas. O índice tem um valor teórico mínimo de 0 (nenhuma técnica adotada) e um valor máximo de 1 (adoção de todas as técnicas disponíveis em cada categoria).

Seguindo a metodologia de Pérez Guel *et al.*, (2016) classificaremos os níveis de adoção de acordo com o Quadro 1.

Quadro 1 - Categorias do nível de adoção de técnicas com seus intervalos

<b>Nível de adoção de técnicas</b>	<b>Intervalos</b>
<b>Muito baixo</b>	[0 – 0,2]
<b>Baixo</b>	(0,2 - 0,4]
<b>Médio</b>	(0,4 - 0,6]
<b>Alto</b>	(0,6 – 0,8]
<b>Muito Alto</b>	(0,8 - 1]

Fonte: Perez Guel *et al.*, (2016).

### 3.3. Modelo de Regressão Beta

Para analisar os determinantes que influenciam a adoção de técnicas agropecuárias na agricultura familiar no Paraguai, foi estimado um modelo de regressão beta, utilizando o Índice Ponderado de Técnicas Agropecuárias (IPTA) como variável dependente. Este índice, construído a partir da agregação de diversas tecnologias relatadas pelos produtores no Censo Agropecuário Nacional de 2022 fornecido pelo Ministério de Agricultura y Ganadería (2024).

A escolha da regressão beta é justificada pela natureza da variável dependente. Conforme apontam Ferrari e Cribari-Neto (2004) esse modelo é especialmente adequado para variáveis que representam proporções ou índices, uma vez que a distribuição beta permite capturar assimetrias, heterocedasticidade e diversas formas de curtose, proporcionando maior flexibilidade e precisão em comparação aos modelos lineares clássicos. Além disso, essa

metodologia evita problemas associados ao uso de mínimos quadrados ordinários em contextos em que a variável dependente é limitada, como predição fora do intervalo lógico (valores menores que 0 ou maiores que 1).

Neste estudo, o Índice Ponderado de Técnicas Agropecuárias (IPTA) que foi calculado primeiro é a variável dependente, enquanto as variáveis sociodemográficas e as variáveis contínuas atuaram como variáveis independentes ou explicativas.

Segundo Ferrari e Cribari-Neto (2004) a equação do modelo é a seguinte:

$$g(\mu_i) = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \dots + \beta_k X_{ki} \quad (3)$$

Onde:

- $\mu_i$  é a média condicional da variável dependente  $Y_i$ , ou seja, do IPTA, para a  $i$ -ésima observação;
- $g(\cdot)$  é a função de ligação, geralmente logit:  $g(\mu) = \log(\mu / (1 - \mu))$  que transforma a média da distribuição beta em uma escala real;
- $X_{1i}, X_{2i}, \dots, X_{ki}$  representam as variáveis independentes ou explicativas;
- $\beta_0$  é o intercepto do modelo;
- $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$  são os coeficientes das variáveis explicativas, que indicam o impacto marginal de cada uma sobre a média condicional do IPTA.

Além da equação de média, o modelo beta também incorpora um parâmetro de precisão  $\phi$ , que controla a variância da distribuição, definida como:

$$\text{Var}(Y_i) = \mu_i(1 - \mu_i) / (1 + \phi) \quad (4)$$

O modelo é estimado por máxima verossimilhança, e, nos casos em que o IPTA assume valores exatos de 0 ou 1, é recomendada uma transformação dos dados para mantê-los estritamente no intervalo aberto (0,1), conforme sugerido por Smithson e Verkuilen (2006). A fórmula utilizada por esses autores é a seguinte:

$$y'' = \left[ y'(N - 1) + \frac{1}{2} \right] / N \quad (5)$$

Onde  $y'$  é o valor original do Índice,  $y''$  é o valor do Índice transformado e  $N$  é o tamanho da amostra.

Essa base metodológica justifica o uso do modelo para estimar os efeitos das variáveis sociodemográficas sobre o Índice Ponderado de Técnicas Agropecuárias (IPTA).

Dessa forma, a equação estimada é:

$$\text{IPTA}_i = \beta_0 + \beta_1 \text{Homem}_i + \beta_2 \text{Proprietário}_i + \beta_3 \text{Escolaridade}_i + \beta_4 \text{Assistencia}_i + \beta_5 \text{Associado}_i + \beta_6 \text{ROcidental}_i + \beta_7 \text{Credito}_i + \beta_8 \text{Idade}_i + \beta_9 \text{Idade2}_i + \beta_{10} \text{Superfície} + \beta_{11} \text{Água} + \beta_{12} \text{Arrendatario} + \beta_{13} \text{Eletricidade} + \varepsilon_i \quad (6)$$

Em que  $\text{IPTA}_{ij}$  denota Índice de adoção de técnicas da  $i$ -ésima unidade produtiva, os  $\beta_i$  são os parâmetros a serem estimados e  $\varepsilon_i$  é o termo de erro aleatório.

Apesar do esforço para especificar um modelo econométrico robusto para explicar o IPTA de cada produtor, existe o risco de que os resultados possam ser afetados pelo viés de especificação devido à omissão de variáveis explicativas relevantes, como acesso à internet, renda do produtor ou distância dos centros de comercialização que, segundo Khonje *et al.*, (2018) podem influenciar a adoção de tecnologias, nesse sentido não há informações suficientes disponíveis no Censo Agropecuário Nacional 2022 para utilizar variáveis instrumentais válidas ou proxies sólidos para corrigir efetivamente possíveis problemas de endogeneidade em algumas covariáveis, o que poderia comprometer a consistência dos estimadores. Portanto, os resultados devem ser interpretados com cautela, reconhecendo que as conclusões refletem relações associativas e não necessariamente causais.

Para validar empiricamente o modelo econométrico, foram abordados possíveis problemas de multicolinearidade. Nos modelos de regressão Beta, a suposição clássica de homocedasticidade dos erros, típica de modelos lineares estimados por Mínimos Quadrados Ordinários (MQO), não é aplicável. Isso ocorre porque a variância da variável dependente está intrinsecamente relacionada à sua média condicional, de acordo com a natureza da distribuição Beta.

A multicolinearidade foi avaliada por meio do  $\text{VIF}^2$  (Variance Inflation Factor). Esse teste fortalece a robustez do modelo diante das limitações de dados. A distribuição Beta é definida no intervalo 0, 1 e apresenta uma variância heterocedástica por construção e conseqüentemente a heterocedasticidade é uma propriedade inerente ao modelo, e o procedimento de estimação por máxima verossimilhança já considera essa estrutura funcional da variância (Ferrari e Cribari-Neto, 2004). Portanto, não é necessário nem apropriado aplicar testes tradicionais de

---

<sup>2</sup> Se os valores de FIV forem iguais a 1, não há multicolinearidade, se estiverem entre 2 e 5 há multicolinearidade moderada, maior que 5 há alta multicolinearidade e maior que 10 há multicolinearidade severa. (DataCamp, s.f.)

heterocedasticidade, como Breusch-Pagan ou White, que assumem uma variância constante dos resíduos em um contexto linear normal.

Em relação aos testes de especificação de modelos, como o Ramsey RESET, estes também perdem validade no âmbito de modelos beta não lineares. Esses testes foram projetados para detectar erros de especificação funcional em modelos lineares estimados por MQO, onde é assumida uma relação aditiva entre a variável dependente e as variáveis explicativas. Na regressão beta, por outro lado, a relação entre a média condicional e o preditor linear é estabelecida por uma  $\mu_i \eta_i = x_i' \beta$  função de ligação não linear, comumente o logit, probit ou loglog, que altera as condições sob as quais os testes de especificação linear são derivados (Cribari-Neto e Zeileis, 2010).

Nesse sentido, a verificação da adequação do modelo Beta não é realizada por meio dos testes clássicos de heterocedasticidade ou especificação, mas por meio de critérios de informação e diagnósticos típicos de modelos de máxima plausibilidade, como o Critério de Informação de Akaike (AIC), o Critério de Informação Bayesiano (BIC) ou o Pseudo-R<sup>2</sup> (Simas *et al.*, 2010).

Dado o caráter geográfico dos dados, tornou-se fundamental verificar a presença de autocorrelação espacial entre as unidades observadas. A inclusão dessa etapa constitui uma contribuição central do estudo, pois possibilita avaliar se a adoção de técnicas apresenta algum padrão territorial ou dependência entre áreas vizinhas. Ao incorporar a dimensão espacial, o trabalho supera abordagens convencionais que tratam as unidades como independentes, permitindo uma investigação mais completa e aderente às dinâmicas de difusão tecnológica no espaço rural paraguaio. Dessa forma, a análise espacial reforça a robustez metodológica da pesquisa e amplia o potencial explicativo dos resultados.

A autocorrelação espacial pode violar o pressuposto de independência dos erros do modelo de regressão, comprometendo a validade das estimativas (Anselin, 1988). Para identificar tal padrão, foi aplicado o Índice de Moran (I de Moran) e o Índice de Moran Local (LISA) para ver se existe uma significância estatística de correlação espacial, estas são medidas amplamente utilizadas na literatura para detectar dependência espacial. A identificação de autocorrelação significativa poderá justificar o uso de modelos econométricos espaciais complementares.

### **3.4. Índice de Moran Global (I)**

O Índice de Moran Global ( $I$ ) é uma medida clássica de autocorrelação espacial desenvolvida por Patrick Moran (1950). Ele quantifica o grau de associação espacial entre os valores de uma variável observada em diferentes localizações, considerando uma matriz de vizinhança que define as relações espaciais entre as unidades geográficas.

A forma geral do índice é dada por:

$$I = \frac{N}{S_0} \times \frac{\sum_i \sum_j w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{\sum_i (x_i - \bar{x})^2} \quad (7)$$

onde:

- $N$  é o número total de unidades espaciais (por exemplo, departamentos ou distritos);
- $x_i$  e  $x_j$  são os valores da variável em análise nas unidades  $i$  e  $j$ ;
- $\bar{x}$  é a média da variável;
- $w_{ij}$  representa o elemento da matriz de pesos espaciais  $W$ , que define a relação de vizinhança entre  $i$  e  $j$ ;
- $S_0 = \sum_i \sum_j w_{ij}$  é a soma total dos pesos espaciais.

O valor de  $I$  varia aproximadamente entre  $-1$  e  $+1$ .

Valores positivos indicam autocorrelação espacial positiva (ou seja, regiões próximas tendem a apresentar valores semelhantes altos com altos ou baixos com baixos). Valores negativos indicam autocorrelação espacial negativa (vizinhanças heterogêneas altos com baixos). Valores próximos de zero sugerem ausência de padrão espacial ou distribuição aleatória (Cliff e Ord, 1981).

A significância estatística do índice é geralmente testada por meio de simulações de Monte Carlo, comparando o valor observado com uma distribuição aleatória esperada  $E[I]$ , sendo esta dada por:

$$E[I] = -\frac{1}{N-1} \quad (8)$$

Quando  $I > E[I]$  e o resultado é estatisticamente significativo ( $p < 0,05$ ), infere-se a presença de autocorrelação espacial positiva.

A variável de interesse utilizada na análise foi o Índice Ponderado de Técnicas Agropecuárias (IPTA), que sintetiza o nível de adoção tecnológica dos estabelecimentos agropecuários por departamento.

### 3.4.1. Índice de Moran Local (LISA)

Apesar do Moran Global fornecer uma visão geral da dependência espacial, ele não identifica onde esses agrupamentos ocorrem. Para isso, Anselin (1995) propôs o Índice de Moran Local (Local Indicators of Spatial Association – LISA), que permite decompor o índice global e analisar padrões de associação localizados.

O índice LISA para uma unidade  $i$  é definido como:

$$I_i = \frac{(x_i - \bar{x})}{m_2} \sum_j w_{ij} (x_j - \bar{x}) \quad (9)$$

Onde:

- $I_i$ : é o Índice Local de Moran para a unidade espacial  $i$ , que indica o grau de autocorrelação espacial local (isto é, se  $i$  está cercada por valores semelhantes ou diferentes).
- $x_i$ : é o valor observado da variável de interesse (IPTA) na unidade espacial  $i$ .
- $\bar{x}$ : representa a média global da variável  $x$  em todas as unidades espaciais.
- $(x_i - \bar{x})$ : é a diferença entre o valor local e a média global, indicando quanto a unidade  $i$  se desvia da média.
- $w_{ij}$ : é o peso espacial que define a relação entre as unidades  $i$  e  $j$  (geralmente baseado em contiguidade ou distância). Quando  $j$  é vizinho de  $i$ ,  $w_{ij} = 1$ ; caso contrário,  $w_{ij} = 0$ .
- $(x_j - \bar{x})$ : é o desvio do valor da unidade vizinha  $j$  em relação à média global.

E onde  $m_2 = \frac{1}{N} \sum_i (x_i - \bar{x})^2$  é um fator de normalização da variância global.

Essa medida indica o grau de similaridade entre o valor da unidade  $i$  e a média de seus vizinhos  $j$ , ponderada pela matriz de pesos espaciais.

Os resultados do LISA permitem identificar quatro tipos principais de agrupamentos espaciais (clusters):

- Alto-Alto (High-High): áreas com valores altos cercadas por áreas com valores altos;
- Baixo-Baixo (Low-Low): áreas com valores baixos cercadas por áreas com valores baixos;

- Alto-Baixo (High-Low): áreas com valores altos cercadas por áreas com valores baixos;
- Baixo-Alto (Low-High): áreas com valores baixos cercadas por áreas com valores altos.

Os dois primeiros indicam clusters espaciais homogêneos, enquanto os dois últimos revelam disparidades locais ou outliers espaciais.

A significância dos índices locais também é avaliada por meio de testes de permutação aleatória, e os resultados costumam ser representados graficamente por meio de mapas de clusters LISA, que evidenciam as regiões com associação espacial significativa (ANSELIN, 1995).

O estudo utilizou como unidade de análise os 17 departamentos do Paraguai, conforme a divisão político-administrativa oficial do país. Cada observação corresponde ao valor médio do IPTA (Índice Ponderado de Técnicas Agropecuárias) para cada departamento. A matriz espacial utilizada foi do tipo contiguidade por fronteira física (contiguidade de borda), também conhecida como: Matriz de Adjacência Tipo Queen (ordem 1), construída manualmente a partir da vizinhança geográfica entre departamentos devido a limitação na falta de internet no computador para instalar os pacotes necessários pois trabalhei na sala de sigilo do Ministério de Agricultura e Pecuária do Paraguai e o computador não podia ter acesso a internet. A matriz foi posteriormente simetrizada e padronizada por linha (row-standardized), de modo que cada unidade espacial recebesse o mesmo peso relativo em função do número de vizinhos contíguos. O pacote em Stata 19.0 *Standard Edition* `seriam spmatrix create contiguity W_queen, style(queen) normalize(row)`, para o cálculo do Índice de Moran Global o pacote é `spatgsa moran IPIA, wname(W_queen)`, e para o Índice de Moran (LISA) é `spatgsa moran IPIA, wname(W_queen) local`.

### 3.5. Variáveis e Fonte de dados

Os dados utilizados neste estudo foram extraídos do Censo Agropecuário Nacional (CAN) de 2022, especificamente são utilizados os microdados disponíveis, o Censo foi elaborado pelo Ministério da Agricultura e Pecuária do Paraguai e disponibilizado pela Diretoria de Censos Agropecuários e Estatísticas. No CAN 2022, foram coletadas informações sobre 454.950 unidades observação no total, de elas 45.245 unidades são classificadas como parcelas separadas; e 118.208 unidades de observação, não são fazendas agrícolas, sendo 524 unidades de parcelas separadas não associadas à fazenda principal; 42.784 unidades de consumo familiar, 3.827 unidades de autoconsumo indígena, 661 unidades de terras comunais, 50.578 unidades sem produção agrícola, 1.725 unidades sem produção agrícola indígena, 440

unidades que não concordaram com a entrevista (rejeição) com produção agrícola, 424 unidades com rejeição, sem produção agrícola, 1.516 unidades com produtores ausentes com produção agrícola, 3.407 unidades com produtores ausentes sem produção agrícola, 5.894 unidades de terreno/lotes sem habitação com produção agrícola e 6.428 unidades de terreno/lote sem vivenda sem produção agrícola (Ministério de Agricultura y Ganaderia, 2023).

O número total de unidades produtivas utilizadas para esse trabalho foi de 291.497 observações representando todos os agricultores, os filtros necessários foram aplicados manualmente para caracterizar cada observação como pertencente à agricultura familiar ou não familiar, dependendo das características do estabelecimento, como área, região, quantidade de mão de obra contratada e tipo de gestão do estabelecimento, isso foi realizado conforme estabelecido na Lei 6.286/2019, detalhada no início da investigação.

Com base nessas informações, foi construído o Índice Ponderado de Técnicas Agrícolas (IPTA), que busca mensurar o nível de adoção de diferentes tipos de técnicas de produção pelos estabelecimentos agropecuários. O índice foi composto a partir de três categorias principais, subdivididas em variáveis específicas relacionadas ao uso de práticas, equipamentos ou insumos agrícolas.

Quadro 2 – Descrição das variáveis utilizadas para a construção do IPTA

<b>Subíndice de Técnicas Modernas</b>		
<b>Variável</b>	<b>Definição</b>	<b>Referencias</b>
<b>Inseminação artificial (INSEM)</b>	Técnica de reprodução assistida que consiste na introdução manual do sêmen no aparelho reprodutor da fêmea, permitindo o melhoramento genético e o aumento da eficiência reprodutiva dos rebanhos.	Anderson e Feder (2007); Alvarez e Nuthall (2006)
<b>Ultrassonografia reprodutiva (ECOGRAFIA )</b>	Uso de equipamento de ultrassom para diagnóstico precoce de prenhez e avaliação reprodutiva de animais, auxiliando no controle zootécnico.	Buainain <i>et al.</i> , (2013)
<b>Reservatório artificial de água (TAJAMAR )</b>	Estrutura escavada ou construída para acumular água de chuva ou de cursos d'água, utilizada para dessedentação animal ou irrigação.	FAO (2019)
<b>Tanque australiano (TANQUEAUST)</b>	Reservatório metálico circular utilizado para armazenar grandes volumes de água, especialmente em regiões semiáridas.	FAO (2019)
<b>Uso de brete para manejo animal (BRETE)</b>	Estrutura física usada para contenção segura dos animais durante a aplicação	Anderson e Feder (2007)

	de vacinas, exames ou pesagem, garantindo bem-estar e segurança.	
<b>Armazenamento de forragem (ENSILADO)</b>	Técnica de conservação de forragem por fermentação anaeróbica (silagem), permitindo alimentação do gado na entressafra.	Buainain <i>et al.</i> , (2013)
<b>Banho de aspersão (BANOASP)</b>	Sistema de aplicação de produtos antiparasitários por aspersão sobre os animais, usado para controle de ectoparasitas.	Pimentel e Levitan (1986)
<b>Uso de balança (BASCULA)</b>	Equipamento destinado à pesagem dos animais para controle de ganho de peso, produtividade e sanidade.	Anderson e Feder (2007)
<b>Identificação eletrônica animal (MICROCHIPS)</b>	Dispositivo eletrônico subcutâneo que armazena informações individuais dos animais, utilizado para rastreabilidade e controle zootécnico.	Wolfert <i>et al.</i> , (2017)
<b>Agricultura de precisão (AGPREC)</b>	Conjunto de tecnologias baseadas em sensores, GPS e análise geoespacial para aplicação localizada de insumos e monitoramento de produtividade.	Wolfert <i>et al.</i> , (2017)
<b>Drone (DRONE)</b>	Aeronaves não tripuladas empregadas para mapeamento, monitoramento de lavouras e análise de variabilidade espacial.	Wolfert <i>et al.</i> , (2017)
<b>Sementes transgênicas (SEMTRANSG)</b>	Sementes geneticamente modificadas que expressam características desejáveis, como resistência a pragas ou herbicidas.	Ruttan (1996)
<b>Semeadura direta mecanizada (SEMSIEMRADIR)</b>	Sistema de plantio em que a semente é inserida diretamente no solo não revolvido, reduzindo erosão e preservando matéria orgânica.	Lal (2001)
<b>Colheitadeira com sensor (COSECHSENSOR)</b>	Máquinas agrícolas equipadas com sensores para monitorar produtividade e umidade durante a colheita.	Wolfert <i>et al.</i> , (2017)
<b>Trator com GPS (TRACTORGPS)</b>	Tratores equipados com sistema de posicionamento global, permitindo condução automática e maior precisão no plantio e pulverização.	Wolfert <i>et al.</i> , (2017)
<b>Semeadora com sensor (SEMBRSENSOR)</b>	Equipamento de plantio dotado de sensores que regulam a profundidade e densidade de semeadura em tempo real.	Wolfert <i>et al.</i> , (2017)
<b>Pulverizador com controle de vazão (PULVCONTROLCAUDAL)</b>	Pulverizador equipado com sensores que ajustam automaticamente a quantidade de produto aplicado conforme a velocidade do trator ou densidade do cultivo.	Wolfert <i>et al.</i> , (2017)

<b>Subíndice de Técnicas Sustentáveis</b>		
<b>Variável</b>	<b>Definição</b>	<b>Referencias</b>
<b>Produção orgânica (PRODORG)</b>	Sistema produtivo que exclui o uso de agrotóxicos e fertilizantes sintéticos, priorizando a ciclagem de nutrientes e o equilíbrio ecológico.	Gliessman (2007)
<b>Produção ecológica (PRODECO)</b>	Modelo de manejo integrado que busca conciliar produtividade e conservação ambiental, com base em princípios agroecológicos.	Altieri (2002)
<b>Adubação verde (ABONOVERDE)</b>	Técnica que utiliza plantas leguminosas ou de cobertura para enriquecer o solo com matéria orgânica e nitrogênio.	Embrapa (2018)
<b>Adubação orgânica (ABONOORG)</b>	Uso de compostos naturais (esterco, compostagem) para reposição de nutrientes no solo, melhorando sua estrutura e fertilidade.	Embrapa (2018)
<b>Rotação de culturas (ROTACCULT)</b>	Alternância planejada de espécies vegetais em uma mesma área para evitar o esgotamento do solo e reduzir pragas e doenças.	Lal (2001)
<b>Cultivo em curvas de nível (CURVADENIVEL)</b>	Técnica conservacionista que segue as linhas naturais do relevo, reduzindo a erosão e o escoamento superficial.	Lal (2001)
<b>Uso de água de nascentes ou poços (AGUADANAT)</b>	Captação e utilização sustentável de fontes naturais de água subterrânea para abastecimento ou irrigação.	FAO (2021)
<b>Sistema de irrigação (RIEGO)</b>	Técnica de fornecimento controlado de água às plantas para manter níveis adequados de umidade e produtividade.	FAO (2021)
<b>Subíndice de Técnicas Convencionais</b>		
<b>Variável</b>	<b>Definição</b>	<b>Referencias</b>
<b>Herbicidas (HERB)</b>	Substâncias químicas utilizadas para controlar plantas daninhas e facilitar o manejo da cultura principal.	Pimentel e Levitan (1986)
<b>Inseticidas (INSECT)</b>	Produtos químicos empregados para eliminar insetos-praga que causam danos às lavouras.	Pimentel e Levitan (1986)
<b>Fungicidas (FUNG)</b>	Compostos químicos usados para prevenir ou combater doenças fúngicas em plantas.	Pimentel e Levitan (1986)
<b>Acaricidas (ACAR9)</b>	Produtos químicos aplicados para controle de ácaros parasitas em plantas e animais.	Pimentel e Levitan (1986)
<b>Fertilizante nitrogenado (UREA)</b>	Fonte concentrada de nitrogênio (N) utilizada para promover o crescimento vegetativo das plantas.	Buainain <i>et al.</i> , (2013)

<b>Colheitadora tradicional (COSECHTRAD)</b>	Colheita manual ou mecanizada sem sensores ou controle de precisão, típica da agricultura convencional.	Buainain <i>et al.</i> , (2013)
<b>Trator convencional sem GPS (TRACTORCONV)</b>	Equipamento agrícola motorizado utilizado em operações de preparo do solo e cultivo, sem assistência tecnológica.	Buainain <i>et al.</i> , (2013)
<b>Uso do fogo para manejo (QUEMA)</b>	Prática tradicional de limpeza ou renovação de pastagens mediante queima controlada, associada a impactos ambientais.	Nepstad <i>et al.</i> , (1999)
<b>Uso de calcário agrícola (CALAGRIC)</b>	Aplicação de carbonato de cálcio e magnésio para corrigir a acidez do solo e melhorar a disponibilidade de nutrientes.	Embrapa (2018)
<b>Suplemento mineral para gado (SALMINERAL)</b>	Mistura de macro e micronutrientes fornecida ao gado para complementar deficiências minerais da pastagem.	Anderson e Feder (2007)
<b>Sementes híbridas F1 (SEMF1)</b>	Sementes resultantes do cruzamento controlado de duas linhagens puras, que expressam vigor híbrido e maior produtividade.	Perkins (1997)

Fonte: elaboração própria com base aos microdados do CAN 2022.

### 3.5.1. Variáveis explicativas

As variáveis sociodemográficas e econômicas incluídas no modelo foram selecionadas com base na literatura sobre adoção de técnicas no meio rural, considerando tanto fatores individuais do produtor quanto características estruturais do estabelecimento. A inclusão dessas variáveis busca capturar como atributos humanos, institucionais e regionais influenciam a probabilidade de utilização de diferentes técnicas agrícolas.

Entre os fatores demográficos, o sexo do produtor (Homem) é representado por uma variável binária, assumindo valor 1 quando o responsável pela unidade produtiva é homem. Estudos anteriores (Vilakazi *et al.*, 2025) indicam que produtores do sexo masculino tendem a apresentar maior propensão à adoção tecnológica, em razão de diferenças históricas de acesso à informação, crédito e capacitação técnica.

A variável Idade e seu termo quadrático ( $Idade^2$ ) permitem identificar possíveis efeitos não lineares do ciclo de vida sobre o comportamento inovador. Enquanto produtores mais jovens geralmente exibem maior abertura a novas tecnologias, a experiência acumulada de agricultores mais velhos pode igualmente favorecer a adoção, até certo ponto, antes que a idade avançada reduza a disposição para mudanças (Vilakazi *et al.*, 2025).

O nível de escolaridade, medido em anos de estudo formais, representa o capital humano do produtor. De acordo com Lockheed *et al.*, (1980) maiores níveis educacionais tendem a aumentar a capacidade de compreender e implementar novas práticas, funcionando como um importante fator de difusão tecnológica no meio agrícola.

As condições estruturais e institucionais do estabelecimento também desempenham papel crucial. A variável Proprietário está associada positivamente à adoção, uma vez que a posse da terra proporciona segurança e horizonte de longo prazo para o investimento em tecnologias (Souza *et al.*, 2011). Em contrapartida, o Arrendatário tende a apresentar menor propensão à adoção, devido à instabilidade contratual e ao menor controle sobre o uso dos recursos (Almeida e Buainain, 2002).

A variável Assistência Técnica representa o acesso a informações e capacitação, apontada por Souza *et al.*, (2011) como um dos principais determinantes da inovação no meio rural. De modo semelhante, o fato de o produtor ser associado a uma cooperativa ou organização produtiva reforça os efeitos positivos do capital social e das redes de apoio sobre a adoção tecnológica.

O acesso ao crédito constitui outro fator positivo, pois possibilita recursos financeiros para a aquisição de equipamentos e insumos modernos (Souza *et al.*, 2011).

Entre os indicadores de infraestrutura, o acesso à água encanada e à eletricidade se destacam como variáveis relevantes. Conforme Feder *et al.*, (1985) o acesso à água é essencial para a adoção de técnicas de irrigação e manejo eficiente, sobretudo em regiões sujeitas à escassez hídrica. O acesso à eletricidade, por sua vez, atua como catalisador do progresso tecnológico Fugellie Carreño (2022) demonstra que a expansão do fornecimento elétrico reduz custos e amplia o uso de tecnologias com alta demanda energética, fenômeno também observado em contextos rurais de baixa renda.

A variável Região Ocidental, binária, foi incluída para capturar diferenças geográficas na difusão tecnológica, refletindo a influência de fatores regionais como infraestrutura, acesso a mercados e condições ambientais (Feder *et al.*, 1985).

Por fim, a Superfície, expressa em hectares, representa o tamanho da propriedade rural, considerado um determinante positivo da adoção de tecnologias segundo Hemida *et al.*, (2022) uma vez que unidades maiores tendem a dispor de maior capacidade de investimento e diversificação produtiva. Quase todas as variáveis são *dummies* neste estudo, as quais são descritas abaixo no Quadro 3.

Quadro 3 - Descrição das variáveis explicativas com sinais esperados

Variável	Descrição	Sinal Esperado	Referências bibliográficas
<b>Condições Socioeconômicas e Demográficas</b>			
Homem	1 = se o produtor é homem	+	(Vilakazi <i>et al.</i> , 2025)
Proprietário	1 = se o produtor é o dono do estabelecimento	+	(Souza <i>et.</i> , al 2011)
Arrendatário	1= se o produtor arrenda as terras	-	(Almeida e Buainain 2002)
Assistência	1 = se recebeu Assistência Técnica	+	(Souza <i>et.</i> , al 2011)
Associado	1 = se está associado a uma cooperativa u organização	+	(Souza <i>et.</i> , al 2011)
ROriental	1 = se encontra na região Oriental	+	(Feder <i>et al.</i> , 1985)
Crédito	1 = se recebeu crédito	+	(Souza <i>et.</i> , al 2011)
Água	1 = se tem acesso a água encanada	+	(Feder <i>et al.</i> , 1985)
Eletricidade	1= se tem acesso a eletricidade para produção a escala	+	(Fugellie, 2022)
Escolaridade	Anos de estudo	+	(Lockheed <i>et al.</i> , 1980)
Idade	Idade do produtor (relação linear)	+/-	(Vilakazi <i>et al.</i> , 2025)
Idade2	Idade do produtor (relação quadrática)	+/-	(Vilakazi <i>et al.</i> , 2025)
Superfície	Tamanho da propriedade	+	(Hemida <i>et al.</i> , 2022)

Fonte: elaboração própria com base aos microdados do CAN 2022.

Ambas as regiões do Paraguai são levadas em consideração, pois é um fator que pode influenciar na adoção de técnicas, levando em consideração as características da região

Ocidental, também conhecida como Chaco. Devido às condições particulares da região citada, foi elaborada a Lei que está em vigor desde 2019, conforme mencionado na pesquisa.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados apresentados neste capítulo dialogam diretamente com os quatro objetivos específicos da dissertação. A seção 4.1 atende ao primeiro objetivo, ao caracterizar o perfil socioeconômico dos agricultores familiares e não familiares. A seção 4.2, por sua vez, incorpora os demais objetivos, ao mensurar o Índice Ponderado de Técnicas Agropecuárias (IPTA) e seus subíndices, avaliar os determinantes socioeconômicos da adoção e comparar os níveis de adoção entre agricultores familiares e não familiares.

Essa abordagem metodológica permite oferecer uma compreensão mais abrangente da situação atual dos agricultores no Paraguai, de seus níveis de adoção de técnicas produtivas e dos principais fatores que influenciam essa adoção.

##### 4.1. Análises das estatísticas descritivas

Os dados da Tabela 1 evidenciam uma forte concentração regional dos estabelecimentos agropecuários. A Agricultura Familiar (AF) representa 89,7% do total, enquanto a Agricultura Não Familiar (ANF) responde por 10,3%. A predominância da Agricultura Familiar na Região Oriental é coerente com o padrão histórico e estrutural da agricultura paraguaia. Segundo Nin-Pratt (2018), essa região apresenta maior densidade populacional rural, melhor infraestrutura viária e maior proximidade a centros urbanos e mercados regionais, fatores que favorecem a formação de unidades produtivas menores, diversificadas e voltadas ao abastecimento interno.

Na Região Oriental, localizam-se 253.957 agricultores familiares (97,9% do total) e 29.095 produtores não familiares (90%). Já na Região Ocidental, apenas 5.216 agricultores familiares (2,1%) e 3.229 não familiares (10%) estão presentes. A maior presença relativa da ANF no Chaco reflete a predominância da pecuária extensiva e a concentração fundiária, associadas à expansão de pastagens e conversão florestal (Baumann, 2017; Milán *et al.*, 2024).

Em conjunto, as duas categorias somam 291.497 observações, número que representa o total de unidades produtivas levantadas no Censo Agropecuário Nacional de 2022.

Tabela 1 - Classificação dos agricultores por região

Classificação	Região				Quantidade total	%
	Oriental	%	Ocidental	%		

<b>Agricultura Familiar</b>	253.957	89,7	5.216	61,7	<b>259.173</b>	88,9
<b>Agricultura não familiar</b>	29.095	10,3	3.229	38,3	<b>32.324</b>	11,1
<b>TOTAL</b>	<b>283.052</b>	<b>100,0</b>	<b>8.445</b>	<b>100,0</b>	<b>291.497</b>	<b>100,00</b>

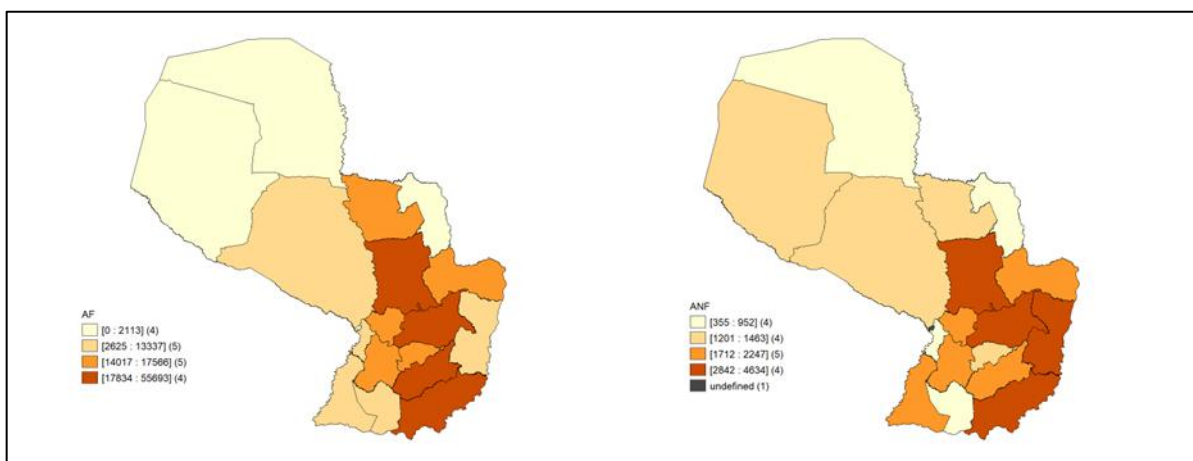
Fonte: Resultados da Pesquisa.

A Figura 1 mostra que a Agricultura Familiar (AF) predomina amplamente na Região Oriental, com destaque para os departamentos de Caaguazú, Itapúa, San Pedro e Canindeyú, que juntos concentram mais da metade dos produtores familiares do país. Esses departamentos reúnem zonas de alta densidade agrícola e melhor acesso à infraestrutura produtiva, fatores que sustentam a forte presença da AF.

Já a Agricultura Não Familiar (ANF) também se concentra na Região Oriental, principalmente em Caaguazú, Canindeyú, Itapúa e Alto Paraná, regiões voltadas à produção mecanizada e de commodities. No Chaco, especialmente em Alto Paraguai e Boquerón, a ANF tem participação proporcionalmente maior, associada à pecuária extensiva e à concentração fundiária.

No total, o Paraguai registra 259.173 agricultores familiares (88,9%) e 32.324 não familiares (11,1%), confirmando a predominância da AF no território nacional.

Figura 1 - Distribuição dos produtores por tipo e departamento



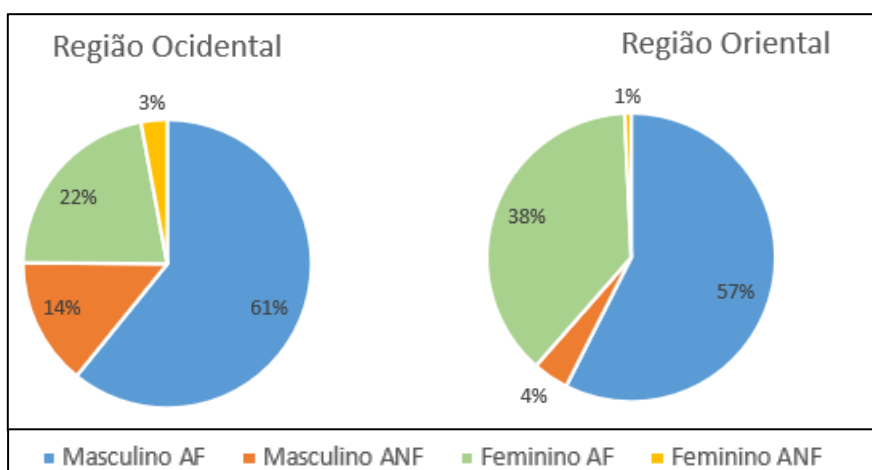
Fonte: Resultados da Pesquisa.

Na Região Oriental, que reúne 241.007 observações válidas, a agricultura familiar (AF) predomina com 138.477 produtores homens (57%) e 91.069 mulheres (38%), totalizando 229.546 estabelecimentos familiares. Os produtores não familiares representam 5% das unidades produtivas da região, indicando uma forte presença da agricultura familiar como principal base econômica e social do meio rural oriental.

Na Região Ocidental (Chaco), o total de observações válidas é de 3.995 estabelecimentos, dos quais 2.430 (60,8%) são conduzidos por homens e 877 (22%) por mulheres. Assim, os agricultores familiares somam 3.307 unidades (83%), enquanto os não familiares correspondem a 668 unidades (17%).

Os resultados revelam que, em ambas as regiões, a gestão das propriedades agrícolas é predominantemente masculina, embora a participação feminina especialmente na Região Oriental apresente relevância crescente. Essa tendência reflete a gradual inserção das mulheres rurais em funções produtivas e decisórias, ainda que persistam diferenças estruturais e culturais que limitam sua plena representatividade. A predominância masculina na gestão das unidades é padrão regional, mas a ampliação da participação feminina mais visível na região Oriental alinha-se à evidência de barreiras de gênero no acesso a extensão, crédito e ativos (terra), o que tende a reduzir a produtividade feminina ainda que quando equalizados insumos/serviços as diferenças diminuam (Bambio, 2025).

Figura 2 - Percentual de agricultores familiares e não familiares por região distribuídos por sexo



Fonte: Resultados da Pesquisa.

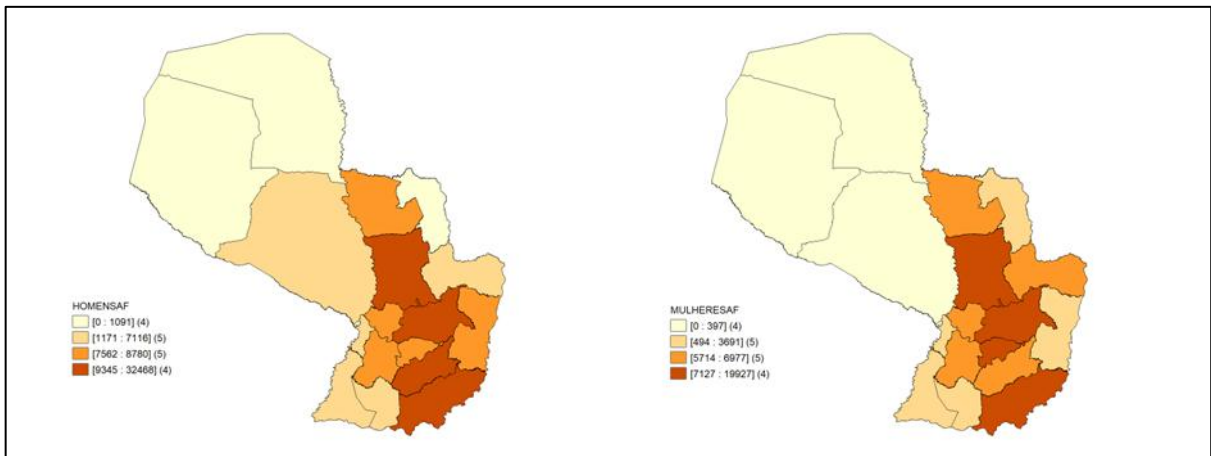
A Figura 3 revela a predominância da Agricultura Familiar (AF) na estrutura produtiva do Paraguai, com 232.853 produtores 60,5% homens e 39,5% mulheres frente a 12.149 produtores da Agricultura Não Familiar (ANF), majoritariamente masculinos. Os principais polos da AF situam-se na Região Oriental, especialmente em San Pedro, Caaguazú, Itapúa e Canindeyú, que juntos concentram mais da metade dos estabelecimentos familiares do país.

Departamentos como Caazapá, Guairá, Paraguari e Cordillera também se destacam pela expressiva presença feminina, chegando a superar 40% dos produtores em algumas áreas, o que

aponta para maior equilíbrio de gênero em regiões de agricultura diversificada e de menor escala.

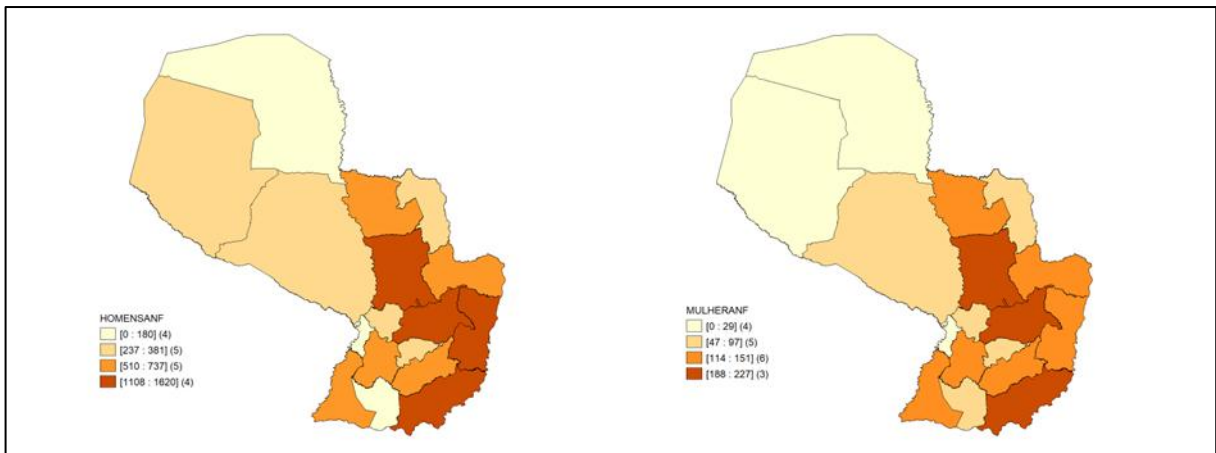
A ANF, por sua vez, está concentrada em Itapúa, Alto Paraná e Caaguazú, com sistemas mecanizados e voltados à exportação. No Chaco, ambos os tipos de agricultura são pouco expressivos devido à baixa densidade populacional e ao predomínio da pecuária extensiva. No conjunto, a AF confirma-se como base econômica e social da agropecuária nacional, com crescente participação feminina.

Figura 3 – Distribuição de produtores por sexo, agricultura familiar e departamento



Fonte: Resultados da Pesquisa.

Figura 4 – Distribuição de produtores por sexo, agricultura não familiar e departamento



Fonte: Resultados da Pesquisa.

A Região Oriental concentra 283.052 produtores agropecuários, dos quais 89,7% pertencem à Agricultura Familiar (AF) e 10,3% à Agricultura Não Familiar (ANF), confirmando o papel central da AF na base produtiva nacional. Segundo a Tabela 2 as faixas etárias mais representativas entre os agricultores familiares são de 45 a 54 anos, 55 a 64 e 35 a 44, que juntas somam mais da metade dos produtores, revelando predominância de agricultores de meia-idade com ampla experiência e forte vínculo com o campo. Embora os jovens até 24 anos representem 48.627 produtores, indicando alguma renovação, o número de agricultores com mais de 65 anos (49.153) sugere envelhecimento rural e desafios para a sucessão geracional.

Na Região Ocidental (Chaco), a estrutura produtiva é menor, com 8.445 produtores, dos quais 61,8% são familiares e 38,2% não familiares. Predominam jovens e adultos de 35 a 44 anos, mas em números absolutos reduzidos. O peso maior da ANF reflete o caráter extensivo e pecuário da região, marcada por grandes propriedades e baixa densidade populacional.

A Região Oriental apresenta uma agricultura familiar mais equilibrada e socialmente representativa, enquanto o Chaco evidencia um perfil empresarial e envelhecido, com maiores desafios à sucessão e à adoção tecnológica (Rogers, 2003; Feder *et al.*, 1985).

Tabela 2 - Distribuição dos produtores por percentual, faixa etária, tipo de agricultura e região

Região	Faixa	ANF	%	AF	%	TOTAL
<b>Oriental</b>	<=24	17.797	36,6	30.830	63,4	<b>48.627</b>
<b>Oriental</b>	25-34	881	2,9	29.563	97,1	<b>30.444</b>
<b>Oriental</b>	35-44	2.044	4,1	47.592	95,9	<b>49.636</b>
<b>Oriental</b>	45-54	2.868	5,3	51.078	94,7	<b>53.946</b>
<b>Oriental</b>	55-64	2.937	5,7	48.309	94,3	<b>51.246</b>
<b>Oriental</b>	> 65	2.568	5,2	46.585	94,8	<b>49.153</b>
<b>TOTAL</b>		<b>29.095</b>	<b>10,3</b>	<b>253.957</b>	<b>89,7</b>	<b>283.052</b>
Região	Faixa	ANF	%	AF	%	TOTAL
<b>Ocidental</b>	<=24	2.550	55,9	2.015	44,1	<b>4.565</b>
<b>Ocidental</b>	25-34	68	12,6	470	87,4	<b>538</b>
<b>Ocidental</b>	35-44	141	15,6	760	84,4	<b>901</b>
<b>Ocidental</b>	45-54	182	18,7	793	81,3	<b>975</b>
<b>Ocidental</b>	55-64	168	20,1	668	79,9	<b>836</b>
<b>Ocidental</b>	> 65	120	19,0	510	81,0	<b>630</b>
<b>TOTAL</b>		<b>3.229</b>	<b>38,2</b>	<b>5.216</b>	<b>61,8</b>	<b>8.445</b>

Fonte: Resultados da Pesquisa.

A análise dos resultados da Tabela 3 que mostra o nível educacional revela grandes desigualdades entre regiões e tipos de produtores, refletindo padrões históricos de exclusão no meio rural paraguaio. Na Região Oriental, onde se concentra a maior parte da produção e população rural, a Agricultura Familiar (AF) predomina em todos os níveis de instrução. A maioria dos produtores familiares possui ensino fundamental (EEB 4º–6º), seguido do ensino fundamental incompleto e médio completo, enquanto apenas 12.725 alcançaram o ensino superior proporção pequena frente ao total. Esse perfil educacional básico sugere limitações na capacidade de adoção de tecnologias e na gestão eficiente dos recursos produtivos, dado que a escolaridade formal está diretamente relacionada à capacidade de interpretar informações técnicas e tomar decisões mais qualificadas (Foster e Rosenzweig, 1995).

Na Agricultura Não Familiar (ANF), observa-se padrão semelhante: predominância do ensino fundamental e média presença de produtores com ensino médio e superior, indicando que até mesmo unidades mais empresariais enfrentam restrições em capital humano formal.

Na Região Ocidental (Chaco), os níveis educacionais são ainda mais baixos, com predominância do ensino fundamental e presença residual de produtores com ensino superior. Esse cenário confirma a persistência de desigualdades estruturais e reforça que, embora a AF seja majoritária em todas as categorias, o baixo nível educacional limita a adoção tecnológica e o aumento da produtividade (Lockheed *et al.*, 1980; Feder *et al.*, 1985).

Tabela 3 - Distribuição dos produtores segundo nível educacional, região e tipo de agricultura

Região Oriental					Região Ocidental				
Nível de educ.	ANF	%	AF	%	Nível de educ.	ANF	%	AF	%
<b>Nenhum</b>	379	0,2	10.292	<b>4,3</b>	<b>Nenhum</b>	36	0,9	392	<b>9,9</b>
<b>EEB 1er -3er</b>	1.747	0,7	52.477	<b>22,0</b>	<b>EEB 1er -3er</b>	59	1,5	563	<b>14,3</b>
<b>EEB 4to - 6to</b>	3.632	1,5	86.648	<b>36,3</b>	<b>EEB 4to - 6to</b>	176	4,5	1.149	<b>29,2</b>
<b>EEB 7mo - 9no</b>	1.747	0,7	33.977	<b>14,2</b>	<b>EEB 7mo - 9no</b>	134	3,4	563	<b>14,3</b>
<b>Ensino Médio</b>	2.157	0,9	31.546	<b>13,2</b>	<b>Ensino Médio</b>	176	4,5	422	<b>10,7</b>
<b>Ensino Superior</b>	1.689	0,7	12.725	<b>5,3</b>	<b>Ensino Superior</b>	92	2,3	178	<b>4,5</b>
<b>TOTAL</b>	<b>11.351</b>	<b>4,7</b>	<b>227.665</b>	<b>95,3</b>	<b>TOTAL</b>	<b>673</b>	<b>17,1</b>	<b>3.267</b>	<b>82,9</b>

Fonte: Resultados da Pesquisa.

La distribuição da posse da terra apresenta contrastes marcantes entre regiões e tipos de produtores. Na Região Oriental, 46,6% dos estabelecimentos não possuem título de terra, predominando amplamente a Agricultura Familiar (93,5%), enquanto apenas 6,5% pertencem à ANF. Entre os que possuem título (53,4%), a AF segue majoritária, embora com maior presença relativa da ANF. Esse padrão reflete a fragmentação fundiária histórica da região e as

dificuldades de regularização enfrentadas pela AF, aspectos discutidos por Murguía (2018), FAO (2017) e Nin-Pratt (2018). Já na Região Ocidental, observa-se maior participação proporcional da ANF entre os estabelecimentos titulados (53,3%), coerente com estruturas produtivas de maior escala e maior capacidade de cumprir requisitos legais e financeiros, como argumentado por Feder *et al.*, (1985) no contexto das restrições institucionais ao acesso à terra e ao crédito. Esses resultados evidenciam desigualdades estruturais entre regiões e grupos produtivos no acesso à segurança jurídica da terra.

Tabela 4 - Distribuição dos produtores por forma de posse da terra, região e tipo de agricultura

Tenência	Região Oriental						Região Ocidental						
	ANF	%	AF	%	TOTAL	%	Tenência	ANF	%	AF	%	TOTAL	%
<b>Sem título</b>	8.524	6,5	123.442	93,5	131.966	<b>46,6</b>	<b>Sem título</b>	937	22,6	3.205	77,4	4.142	<b>49,0</b>
<b>Com título</b>	20.571	13,6	130.515	86,4	151.086	<b>53,4</b>	<b>Com título</b>	2.292	53,3	2.011	46,7	4.303	<b>51,0</b>
<b>Total</b>	<b>29.095</b>	<b>10,3</b>	<b>253.957</b>	<b>89,7</b>	<b>283.052</b>	<b>100</b>	<b>Total</b>	<b>3.229</b>	<b>38,2</b>	<b>5.216</b>	<b>61,8</b>	<b>8.445</b>	<b>100,0</b>

Fonte: Resultados da Pesquisa.

Os dados sobre acesso à eletricidade (Tabela 5) e água encanada (Tabela 6) revelam as desigualdades estruturais entre as regiões Oriental e Ocidental do Paraguai, refletindo diferenças históricas de desenvolvimento e infraestrutura rural. A falta de eletrificação, especialmente entre agricultores familiares da Região Ocidental, limita a adoção tecnológica, a conservação de alimentos e o bem-estar das famílias rurais (FAO, 2017; CEPAL, 2022).

Na Região Oriental, onde a Agricultura Familiar (AF) representa 89,7% dos estabelecimentos, apenas 18,3% possuem eletricidade, enquanto quase 71% permanecem sem acesso. Entre os produtores não familiares (ANF), 3,3% têm eletrificação, demonstrando condições ligeiramente melhores em termos proporcionais, mas ainda insuficientes. Esses números evidenciam que mesmo na região mais desenvolvida, a infraestrutura rural continua precária, restringindo o avanço tecnológico e produtivo.

No Chaco (Região Ocidental), as carências são ainda maiores: 63,9% dos produtores não têm eletricidade, afetando 38% dos agricultores familiares e 24,9% dos não familiares. A presença de produtores não residentes e propriedades administradas à distância reforça o caráter concentrado e desigual da estrutura fundiária regional. Assim, o acesso limitado à eletricidade constitui um dos principais obstáculos à modernização rural e à inclusão produtiva. Expandir a infraestrutura elétrica é essencial para reduzir disparidades, promover o uso de tecnologias sustentáveis e melhorar as condições socioeconômicas do campo paraguaio.

Tabela 5 - Acesso à eletricidade por região e tipo de agricultor

Região Oriental							Região Ocidental						
Eletric	ANF	%	AF	%	TOT	%	Eletric	ANF	%	AF	%	TOT	%
<b>Sem</b>	19.398	6,9	200.294	70,8	219.692	77,6	<b>Sem</b>	2.106	24,9	3.205	38,0	5.395	63,9
<b>Com</b>	9.410	3,3	51.862	18,3	61.272	21,6	<b>Com</b>	1.093	12,9	1.863	22,1	2.956	35,0
<b>Total</b>	<b>29.095</b>	<b>10,3</b>	<b>253.957</b>	<b>89,7</b>	<b>283.052</b>	<b>100</b>	<b>Total</b>	<b>3.229</b>	<b>38,2</b>	<b>5.216</b>	<b>61,8</b>	<b>8.445</b>	<b>100</b>

Fonte: Resultados da Pesquisa.

O acesso à água encanada é um indicador essencial de bem-estar e infraestrutura rural, refletindo o grau de desenvolvimento das comunidades agrícolas e a capacidade de investimento das unidades produtivas. A análise por região e tipo de produtor evidência fortes contrastes entre a Agricultura Familiar (AF) e a Agricultura Não Familiar (ANF), bem como entre as regiões Oriental e Ocidental do Paraguai.

Na Região Oriental, onde se concentra a maior parte da população e da infraestrutura, a cobertura hídrica é elevada: 73,5% dos estabelecimentos têm acesso à água encanada. Entre os agricultores familiares, 67,5% dispõem desse serviço, contra 6,1% dos não familiares. Apesar do bom desempenho relativo, ainda existem déficits em zonas rurais periféricas.

No Chaco, as limitações são mais severas. Apenas 45% dos 8.445 estabelecimentos têm água encanada 26% pertencem à AF e 19% à ANF, enquanto o restante depende de poços ou reservatórios. A escassez hídrica e a dispersão populacional dificultam o abastecimento e ampliam a vulnerabilidade ambiental e social.

A maior cobertura na Região Oriental indica melhor infraestrutura institucional, enquanto o Chaco revela fragilidades estruturais e ambientais (Milán *et al.*, 2024; Baumann, 2017).

Tabela 6 - Acesso à Água encanada por região e tipo de agricultor

Região Oriental							Região Ocidental						
Acesso à Água	AF	%	ANF	%	Total	%	Acesso à Água	AF	%	ANF	%	Total	%
<b>Sim</b>	190.955	67,5	17.172	6,1	<b>208.127</b>	<b>73,5</b>	<b>Sim</b>	2.186	26	1.609	19	<b>3.795</b>	<b>45</b>
<b>Não</b>	63.002	22,3	11.923	4,2	<b>74.925</b>	<b>26,5</b>	<b>Não</b>	3.030	36	1.620	19	<b>4.650</b>	<b>55</b>
<b>Total</b>	<b>253.957</b>	<b>89,7</b>	<b>29.095</b>	<b>10,3</b>	<b>283.052</b>	<b>100,0</b>	<b>Total</b>	<b>5.216</b>	<b>61,8</b>	<b>3.229</b>	<b>38,2</b>	<b>8.445</b>	<b>100,0</b>

Fonte: Resultados da Pesquisa.

Os resultados sobre o acesso à Assistência Técnica e Extensão Rural (ATER) revelam fortes desigualdades regionais e estruturais (Tabela 7), favorecendo os agricultores não familiares e os estabelecimentos da Região Oriental. Esse padrão, amplamente documentado

em estudos latino-americanos, mostra que os serviços de extensão se concentram em áreas acessíveis e em produtores com maior escala e capitalização (FAO, 2017; Ragasa *et al.*, 2012).

Na Região Oriental, apenas 14,8% dos produtores receberam algum tipo de assistência, enquanto 85,2% permanecem sem atendimento. Entre os agricultores familiares, a cobertura é ainda menor (11,5%), e 3,3% dos produtores não familiares atendidos

No Chaco (Região Ocidental), apenas 14,8% dos agricultores familiares e 20,4% dos não familiares têm acesso à assistência técnica. As grandes distâncias, a dispersão populacional e a falta de infraestrutura reduzem a presença institucional e ampliam a exclusão produtiva. Em síntese, a ATER no Paraguai apresenta uma distribuição desigual, reforçando disparidades regionais e limitando o potencial de modernização e inclusão da agricultura familiar.

Tabela 7 - Acesso à Assistência Técnica e Extensão Rural (ATER) por região e tipo de agricultor

ATER	Região Oriental						Região Ocidental						
	ANF	%	AF	%	TOTAL	%	ATER	ANF	%	AF	%	TOTAL	%
<b>Sem</b>	19.212	6,9	218.834	78,3	238.046	<b>85,2</b>	<b>Sem</b>	1.421	17,3	3.904	47,5	5.325	<b>64,8</b>
<b>Com</b>	9.285	3,3	32.103	11,5	41.388	<b>14,8</b>	<b>Com</b>	1.676	20,4	1.215	14,8	2.891	<b>35,2</b>
<b>Total</b>	<b>28.497</b>	<b>10,2</b>	<b>250.937</b>	<b>89,8</b>	<b>279.434</b>	<b>100,0</b>	<b>Total</b>	<b>3.097</b>	<b>37,7</b>	<b>5.119</b>	<b>62,3</b>	<b>8.216</b>	<b>100,0</b>

Fonte: Resultados da Pesquisa.

Na Região Oriental, observa-se que 85,4% dos estabelecimentos não acessam crédito, predominando a Agricultura Familiar (78,4%), enquanto a ANF representa apenas 7,0% desse grupo. Esse resultado reflete a forte concentração da AF em territórios de maior densidade populacional, menor escala produtiva e restrições persistentes de liquidez, características documentadas por Murguía (2018) e pela FAO (2017), que apontam limitações estruturais no acesso a serviços financeiros rurais. Na Região Oriental, onde se concentra a maioria dos estabelecimentos, apenas 14,6% dos produtores receberam crédito, e a desigualdade proporcional é evidente: 11,4% entre agricultores familiares e 3,2% entre não familiares. Essa diferença demonstra que o crédito formal permanece limitado a produtores com maior capitalização e menor risco.

Na Região Ocidental, a dinâmica é distinta: embora 65,8% não utilizem crédito, a proporção de estabelecimentos que o acessam é mais elevada do que na Região Oriental (34,2%). Nesse grupo, a ANF possui participação proporcionalmente maior (19,1%) em comparação à AF (15,0%). Essa diferença reflete a estrutura produtiva mais empresarial e capitalizada do Chaco, onde unidades maiores possuem maior capacidade de cumprir

exigências financeiras e acessar crédito formal um padrão consistente com a teoria da adoção sob restrições de liquidez discutida por Feder *et al.*, (1985).

Tabela 8 - Acesso ao crédito rural por região e tipo de agricultor

Crédito	Região Oriental						Região Ocidental						
	ANF	%	AF	%	TOT	%	Crédito	ANF	%	AF	%	TOT	%
<b>Sem crédito</b>	19.428	7,0	218.588	78,4	238.016	<b>85,4</b>	<b>Sem crédito</b>	1.497	18,3	3.880	47,5	5.377	<b>65,8</b>
<b>Com crédito</b>	8.808	3,2	31.891	11,4	40.699	<b>14,6</b>	<b>Com crédito</b>	1.562	19,1	1.228	15,0	2.790	<b>34,2</b>
<b>Total</b>	<b>28.236</b>	<b>10,1</b>	<b>250.479</b>	<b>89,9</b>	<b>278.715</b>	<b>100,0</b>	<b>Total</b>	<b>3.059</b>	<b>37,5</b>	<b>5.108</b>	<b>62,5</b>	<b>8.167</b>	<b>100,0</b>

Fonte: Resultados da Pesquisa.

Os resultados sobre a participação em organizações ou cooperativas rurais (Tabela 9) revelam fortes diferenças regionais e estruturais no Paraguai. Embora a Região Oriental concentre o maior número absoluto de associados, a proporção de participação é mais alta entre os agricultores não familiares, evidenciando o papel estratégico das cooperativas empresariais como mecanismos de integração econômica, acesso a crédito e inserção nas cadeias agroindustriais (FAO, 2016; CEPAL, 2022).

Na Região Oriental, 22,3% dos agricultores familiares e 4,3% dos não familiares participam de alguma organização, totalizando 74.144 produtores associados. Essa diferença demonstra que as cooperativas familiares mantêm um caráter mais solidário e social, enquanto as da Agricultura Não Familiar (ANF) operam com foco econômico e corporativo.

No Chaco (Região Ocidental), a participação associativa é relativamente maior: 26,5% dos agricultores familiares e 25,5% dos não familiares estão vinculados a organizações. No total, 52,0% dos produtores da região participam de algum tipo de associação, número expressivo frente à densidade populacional rural. Assim, embora a Região Oriental concentre o maior número de associados, a Ocidental apresenta maior proporção relativa de participação, indicando que o associativismo em diferentes formas é um componente importante de integração social e produtiva no meio rural paraguaio.

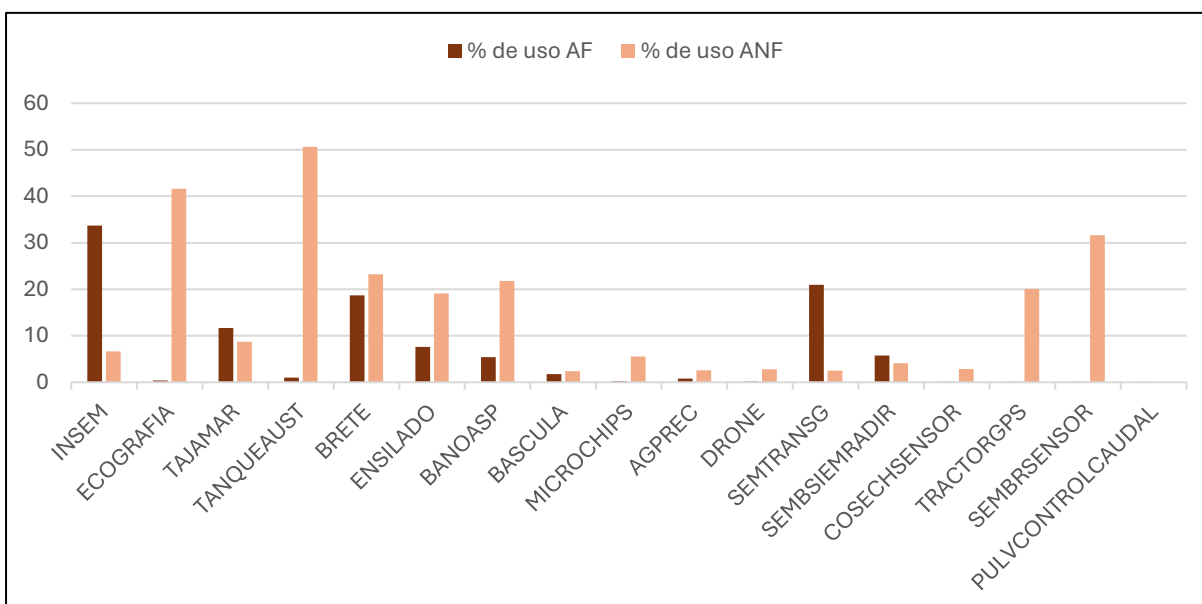
Tabela 9 - Associação dos produtores a cooperativas ou organizações por região e tipo de agricultor

Condição	Região Oriental						Região Ocidental						
	ANF	%	AF	%	TOTAL	%	Condição	ANF	%	AF	%	TOTAL	%
<b>Não associado</b>	16.419	5,9	188.575	67,6	<b>204.994</b>	73,4	<b>Não associado</b>	994	12,2	2.931	35,9	<b>3.925</b>	48,0
<b>Associado</b>	11.911	4,3	62.233	22,3	<b>74.144</b>	26,6	<b>Associado</b>	2.080	25,5	2.167	26,5	<b>4.247</b>	52,0
<b>Total</b>	<b>28.330</b>	<b>10,1</b>	<b>250.808</b>	<b>89,9</b>	<b>279.138</b>	<b>100,0</b>	<b>Total</b>	<b>3.074</b>	<b>37,6</b>	<b>5.098</b>	<b>62,4</b>	<b>8.172</b>	<b>100,0</b>

Fonte: Resultados da Pesquisa.

A análise das Figuras 5, 6 e 7 comparam percentualmente a adoção de técnicas e evidencia um forte contraste tecnológico e estrutural entre a Agricultura Familiar (AF) e a Agricultura Não Familiar (ANF) no Paraguai, revelando dois modelos produtivos distintos em termos de acesso à inovação, sustentabilidade e uso de recursos produtivos.

Figura 5 – Comparação percentual de uso das técnicas do subíndice de tecnologias modernas entre AF e ANF



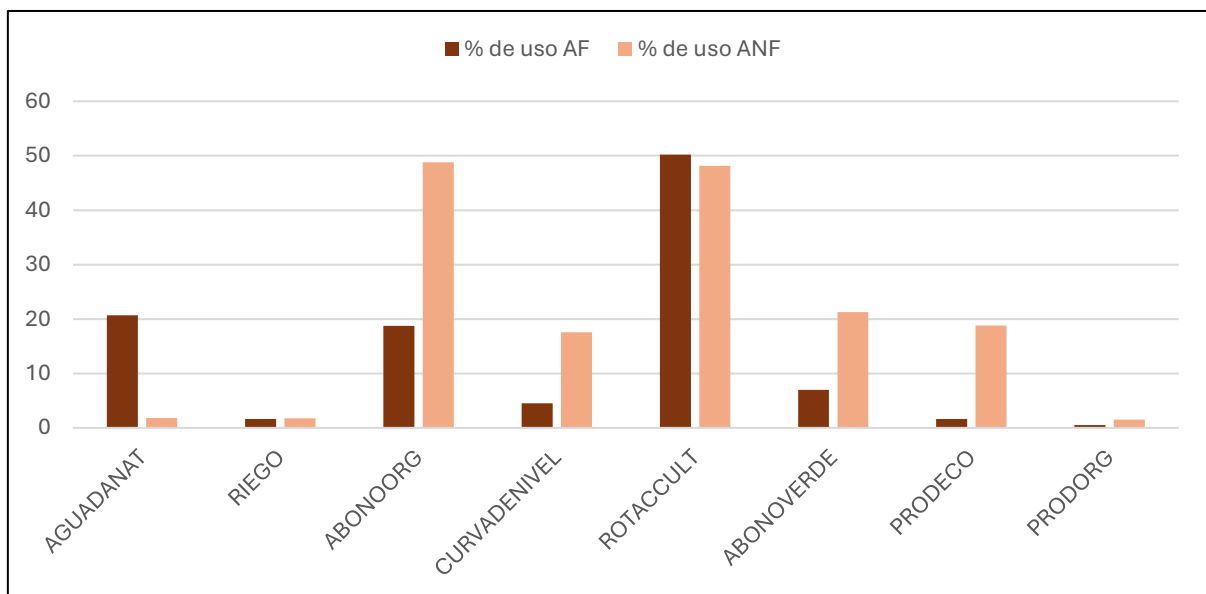
Fonte: Resultados da Pesquisa.

Na Agricultura Familiar, predomina um perfil produtivo tradicional e de baixa intensidade tecnológica, sustentado em práticas de manejo empírico e na utilização racional dos recursos disponíveis. As técnicas sustentáveis são o eixo central desse sistema: a rotação de cultivos (50,2%) é amplamente adotada, demonstrando o papel do conhecimento tradicional na manutenção da fertilidade do solo e no controle natural de pragas. O uso de água proveniente de fontes naturais (20,7%) e a adubação orgânica (18,7%) refletem uma adaptação às limitações de infraestrutura e crédito, enquanto práticas mais complexas, como irrigação (1,6%), adubação verde (7%) e produção orgânica certificada (0,5%), permanecem pouco difundidas (Altieri e Nicholls, 2017; FAO, 2018). Essas cifras revelam uma agricultura que, embora ambientalmente mais equilibrada, enfrenta restrições econômicas e técnicas que dificultam sua transição para modelos agroecológicos consolidados.

A Agricultura Não Familiar, por sua vez, apresenta um nível mais elevado de tecnificação e capitalização, ainda que restrito a unidades maiores. As práticas mais difundidas

incluem o brete (50,6%), o tajamar (41,6%) e a inseminação artificial (11%), que evidenciam a infraestrutura pecuária avançada e o foco na produtividade. Tecnologias de precisão como tratores com GPS (4,1%), agricultura de precisão (5,6%) e drones (2,6%) estão presentes, mas concentradas em propriedades empresariais com maior capacidade de investimento. Além disso, o uso expressivo de sementes transgênicas (31,6%) mostra a consolidação da biotecnologia nas lavouras voltadas à exportação.

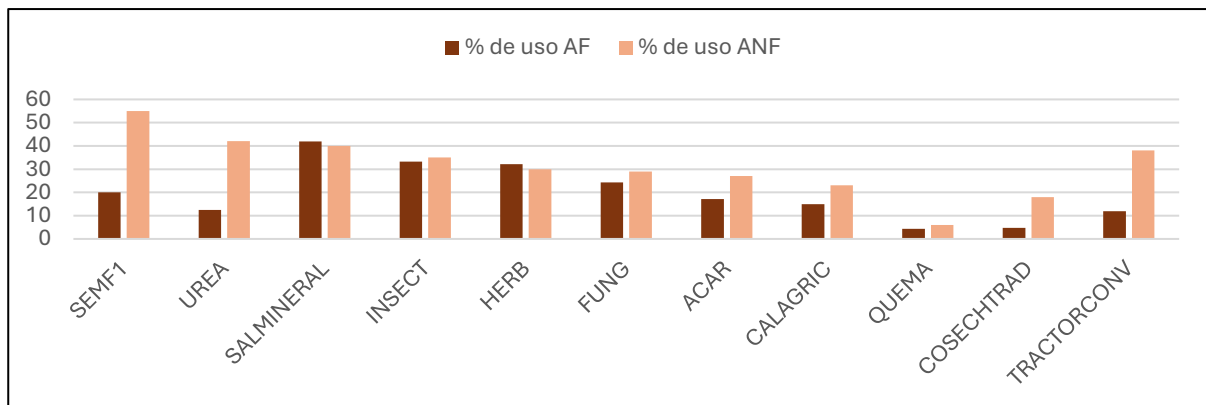
Figura 6 – Comparação percentual de uso das técnicas do subíndice de técnicas sustentáveis entre AF e ANF



Fonte: Resultados da Pesquisa

Em termos de sustentabilidade, cerca da metade dos produtores não familiares adota práticas como rotação de cultivos (48,1%) e uso de água natural (48,8%), mais por razões de eficiência produtiva do que por consciência ambiental (Gliessman, 2007). As práticas agroecológicas e de certificação, contudo, permanecem residuais, o que revela que a sustentabilidade ainda não constitui um eixo central do modelo empresarial.

Figura 7 – Comparação percentual de uso das técnicas do subíndice de técnicas convencionais entre AF e ANF



Fonte: Resultados da Pesquisa.

Por fim, o subíndice de técnicas convencionais da ANF confirma o predomínio de sistemas intensivos em insumos químicos inseticidas (42%), herbicidas (40%), fungicidas (35%) e em mecanização (tratores convencionais, 38%), reforçando o caráter empresarial e orientado à produtividade da agricultura não familiar. A AF mostra forte dependência de insumos químicos, sal mineral (41,9%), inseticidas (33,2%) e herbicidas (32,2%) e baixa mecanização (tratores convencionais, 11,9%). Isso indica um processo de modernização parcial, no qual os produtores incorporam apenas tecnologias acessíveis, mantendo a predominância de métodos manuais e tradicionais de cultivo. Essa dualidade revela que a AF combina práticas sustentáveis e convencionais em um modelo de produção híbrido, resiliente, porém limitado em competitividade.

Assim a AF paraguaia mantém uma base produtiva tradicional, resiliente e mais sustentável, embora limitada por barreiras econômicas e técnicas. Já a ANF combina maior eficiência tecnológica e mecanização, mas com menor compromisso ambiental, refletindo as desigualdades estruturais de capital, acesso à inovação e políticas públicas no meio rural do Paraguai.

#### 4.2. Análise dos resultados

Para avaliar a qualidade do ajustamento global do modelo de regressão Beta estimado, foram utilizados os critérios de informação de Akaike (AIC) e Bayesiano (BIC), amplamente reconhecidos na literatura econométrica como medidas de comparação e adequação de modelos (Akaike, 1974; Schwarz, 1978). Ambos os critérios se baseiam na função de log-verossimilhança, penalizando o número de parâmetros estimados, de modo a equilibrar precisão e parcimônia, ou seja, um bom ajuste sem sobre ajuste dos dados. Valores mais baixos de AIC

e BIC indicam melhor desempenho, representando menor perda de informação na explicação da variável dependente.

No presente estudo, o modelo Beta, com 288.715 observações e 15 parâmetros estimados, apresentou AIC = -1.176.680 e BIC = -1.176.521, valores expressivamente negativos e consistentes entre si, o que evidencia um excelente ajuste estatístico. Esses resultados indicam que a inclusão das variáveis explicativas melhorou substancialmente o poder preditivo em relação ao modelo nulo, sem comprometer a parcimônia. Assim, a coerência entre AIC e BIC confirma a robustez, consistência e validade empírica da especificação adotada, reforçando que o modelo estimado é adequado para representar de forma precisa as relações entre os fatores socioeconômicos e o nível de adoção de técnicas agropecuárias no Paraguai.

Tabela 10 - Análise dos critérios de informação de Akaike (AIC) e Bayesiano (BIC)

<b>Modelo</b>	<b>Observações</b>	<b>Parâmetros estimados</b>	<b>AIC</b>	<b>BIC</b>
Beta	288.715	15	-1.176.680	-1.176.521

Fonte: Resultados da Pesquisa

AIC – Critério de Informação de Akaike.

BIC – Critério Bayesiano de Schwarz

Os resultados da regressão Beta apresentados na Tabela 11 permitem identificar os principais determinantes da adoção de técnicas produtivas entre os estabelecimentos agropecuários paraguaios, a partir do Índice Ponderado de Técnicas Agropecuárias (IPTA). O modelo, estimado com 288.715 observações e significância global ( $\text{Prob} > \chi^2 = 0,000$ ), revelou que a maior parte das variáveis analisadas exerce efeitos estatisticamente significativos sobre o nível de adoção, o que reforça a adequação do modelo proposto.

Tabela 11 - Resultados dos efeitos marginais médios e erros-padrão dos principais determinantes da adoção de técnicas produtivas para os agricultores

<b>Variável</b>	<b>dy/dx</b>	<b>Std. Err.</b>	<b>z</b>	<b>P&gt; z </b>	<b>95% Conf. Interval</b>	
SEXO	-0,026***	0,000	-55,850	0,000	-0,027	-0,025
TÍTULO	0,003***	0,000	6,220	0,000	0,002	0,004
EDUCAÇÃO	-0,001***	0,000	-4,170	0,000	-0,001	0,000
ATER	0,037***	0,001	33,870	0,000	0,035	0,039
ASSOCIADO	0,029***	0,001	43,980	0,000	0,028	0,030
REGIÃO	-0,032***	0,001	-26,340	0,000	-0,035	-0,030
CRÉDITO	0,052***	0,001	48,120	0,000	0,050	0,054
IDADE	0,000 <sup>NS</sup>	0,001	-0,300	0,767	-0,001	0,001
IDADE2	0,000***	0,000	3,550	0,000	0,000	0,000
SUPERFÍCIE	0,000***	0,000	52,220	0,000	0,000	0,000
AGUACORR	-0,003***	0,001	-6,540	0,000	-0,005	-0,002
ALUGA	0,033***	0,002	19,420	0,000	0,029	0,036

ELETRICIDADE	0,015***	0,001	26,210	0,000	0,014	0,016
--------------	----------	-------	--------	-------	-------	-------

Fonte: Resultados da Pesquisa

Nota: Estatisticamente significativo a 1%\*\*\*, 5%\*\*\*, 10%\*; NS - Não Significativo – A variável dependente é o Índice Ponderado de Técnicas Agropecuárias (IPTA).

Os efeitos marginais médios estimados para o IPTA evidenciam que os determinantes institucionais e produtivos continuam sendo os principais impulsionadores da adoção tecnológica no meio rural paraguaio. As variáveis crédito (0,052), assistência técnica ATER (0,037) e participação em associações (0,029) apresentam os maiores impactos positivos e estatisticamente significativos ( $p < 0,01$ ), indicando que agricultores com acesso a financiamento rural, apoio técnico contínuo ou inserção em redes cooperativas têm entre três e cinco pontos percentuais adicionais no IPTA em comparação aos demais. Esses achados reforçam a relevância do capital social, da liquidez financeira e da orientação tecnológica como elementos centrais para reduzir incertezas, aumentar a eficiência produtiva e facilitar a incorporação de práticas inovadoras (Feder *et al.*, 1985; Rogers, 2003; FAO, 2017).

Entre as variáveis estruturais, o título de propriedade (0,003) apresenta efeito positivo embora de pequena magnitude, sugerindo que a segurança fundiária contribui para decisões de investimento, mas de forma limitada diante de outros fatores produtivos. A eletricidade (0,015) também mostra impacto positivo e significativo, demonstrando que a infraestrutura básica permanece como pré-condição para a adoção tecnológica, sobretudo em um contexto no qual a mecanização leve, os sistemas de irrigação e os equipamentos dependem de fornecimento energético estável. Em contraposição, a variável Região ( $-0,032$ ) revela um efeito negativo considerável, indicando que os produtores do Chaco enfrentam desvantagens estruturais associadas à baixa densidade populacional, maiores custos logísticos e menor disponibilidade de serviços rurais, reproduzindo desigualdades territoriais persistentes (FAO, 2016; Milán *et al.*, 2024).

No âmbito das características individuais, observa-se que o sexo apresenta impacto negativo: mulheres apresentam  $-0,026$  pontos percentuais, o que evidencia barreiras sociais, institucionais e de acesso que afetam sua capacidade de adoção padrão amplamente documentado em diferentes sistemas agrários (FAO, 2017). A escolaridade formal ( $-0,001$ ) possui efeito reduzido, sugerindo que o conhecimento necessário à adoção tende a ser adquirido por canais informais, como aprendizagem entre pares, ATER e experiências locais (Foster e Rosenzweig, 1995). A variável água encanada ( $-0,003$ ) apresenta efeito igualmente pequeno, e a idade mostra impacto estatisticamente nulo na maior parte dos casos.

Esse padrão é coerente com a literatura de difusão de inovações e de mudança técnica na agricultura, segundo a qual o capital humano acumula informação, reduz incerteza e facilita a coordenação com outros atores da cadeia (Rogers, 2003; Foster e Rosenzweig, 1995; Knowler e Bradshaw, 2007). No contexto da agricultura familiar paraguaia, produtores mais escolarizados e com maior base de ativos parecem combinar melhor os recursos disponíveis e capturar os benefícios associados à adoção de um conjunto mais amplo de técnicas agropecuárias.

Tabela 12 – Resultados dos efeitos marginais médios e erros-padrão dos principais determinantes da adoção de técnicas produtivas para a agricultura familiar

Variável	$dy/dx$	Std. Err.	z	P> z	95% Conf. Interval	
SEXO	-0,022***	0,000	-48,440	0,000	-0,023	-0,021
TÍTULO	0,000 <sup>NS</sup>	0,000	-0,180	0,860	-0,001	0,001
EDUCAÇÃO	-0,001***	0,000	-5,970	0,000	-0,001	-0,001
ATER	0,034***	0,001	30,640	0,000	0,032	0,036
ASSOCIADO	0,024***	0,001	36,960	0,000	0,023	0,026
REGIÃO	-0,086***	0,002	-47,940	0,000	-0,090	-0,083
CRÉDITO	0,049***	0,001	45,040	0,000	0,047	0,052
IDADE	0,004***	0,001	7,250	0,000	0,003	0,005
IDADE2	0,000***	0,000	-3,300	0,001	0,000	0,000
SUPERFÍCIE	0,001***	0,000	36,960	0,000	0,001	0,001
AGUACORR	-0,001***	0,001	-2,790	0,005	-0,002	0,000
ALUGA	0,020***	0,002	9,630	0,000	0,016	0,024
ELETRICIDADE	0,011***	0,001	19,620	0,000	0,010	0,012

Fonte: Resultados da Pesquisa

Nota: Estatisticamente significativo a 1%\*\*\*, 5%\*\*\*, 10%\*, <sup>NS</sup> - Não Significativo – A variável dependente é o Índice Ponderado de Técnicas Agropecuárias (IPTA).

Os efeitos marginais médios apresentados na Tabela 12 mostram que a adoção de técnicas produtivas entre os agricultores familiares paraguaios é fortemente condicionada por fatores institucionais, sociais e estruturais, enquanto os atributos individuais desempenham papel secundário. Entre os determinantes mais influentes destacam-se o crédito rural (0,049), a assistência técnica ATER (0,034) e a participação em associações ou cooperativas (0,024), todos estatisticamente significativos a 1%. Esses resultados confirmam que o acesso a recursos financeiros, a orientação técnica continuada e o capital social organizado constituem os pilares centrais da modernização agrícola, reduzindo custos de transação, ampliando o acesso à informação produtiva e fortalecendo a capacidade de investimento das famílias rurais (Ma *et al.*, 2023; Sellare *et al.*, 2023).

A infraestrutura básica também exerce papel relevante. O acesso à eletricidade (0,011) mostra impacto positivo significativo, reforçando que a disponibilidade de energia permanece

como pré-condição para a mecanização leve, uso de insumos modernos e adoção de equipamentos que dependem de fornecimento elétrico estável padrão frequentemente observado em regiões de menor desenvolvimento estrutural (Fugellie Carreño, 2022; FAO, 2017). De forma semelhante, a superfície produtiva (0,001) apresenta efeito positivo, ainda que discreto, sugerindo que agricultores com maiores áreas dispõem de economias de escala e melhor capacidade para absorver custos fixos da adoção tecnológica, como demonstrado por estudos sobre produtividade e estrutura agrária no Paraguai (Nin-Pratt, 2018; Ruzzante *et al.*, 2021).

Em contraste, a variável Região (-0,086) apresenta um dos efeitos negativos mais expressivos, indicando que os agricultores da região do Chaco enfrentam dificuldades substanciais para incorporar inovações. Esse resultado reflete condições históricas de menor densidade institucional, distância dos centros de serviços, limitações de infraestrutura e custos logísticos mais elevados, que restringem a difusão tecnológica em territórios de baixa conectividade (Baumann, 2017; Milán *et al.*, 2024; Imas, 2020).

As desigualdades de gênero também se evidenciam nos resultados. Como a categoria de referência é a mulher, o coeficiente negativo da variável SEXO (-0,022) implica que homens apresentam maior probabilidade de adoção, indicando que mulheres agricultoras enfrentam barreiras persistentes relacionadas ao acesso a crédito, serviços técnicos, recursos produtivos e redes sociais, achado documentado em estudos sobre sistemas agrários latino-americanos (Ragasa *et al.*, 2012; Bambio, 2025).

Entre as características individuais, a idade (0,004) exerce efeito positivo moderado, sugerindo que maior experiência produtiva contribui para a adoção, enquanto o termo quadrático IDADE2 confirma uma relação não linear. A escolaridade formal (-0,001), embora significativa, apresenta magnitude reduzida, reforçando que a formação escolar tende a impactar a adoção apenas quando combinada com mecanismos complementares de aprendizagem como ATER, capital social e difusão entre pares, conforme apontam estudos clássicos e contemporâneos sobre capital humano agrícola (Lockheed *et al.*, 1980; Mponji *et al.*, 2024).

Tabela 13 – Resultados dos efeitos marginais médios e erros-padrão dos principais determinantes da adoção de técnicas produtivas para a agricultura não familiar

Variável	$dy/dx$	Std. Err.	z	P> z	95% Conf. Interval	
SEXO	-0,037***	0,005	-8,130	0,000	-0,046	-0,028
TÍTULO	0,033***	0,004	9,290	0,000	0,026	0,039

EDUCAÇÃO	-0,001 <sup>NS</sup>	0,001	-1,140	0,252	-0,004	0,001
ATER	0,093***	0,004	23,930	0,000	0,085	0,101
ASSOCIADO	0,040***	0,003	11,690	0,000	0,033	0,047
REGIÃO	-0,022***	0,005	-4,600	0,000	-0,032	-0,013
CRÉDITO	0,072***	0,004	18,020	0,000	0,064	0,080
IDADE	0,010***	0,004	2,750	0,006	0,003	0,017
IDADE2	-0,002***	0,001	-2,770	0,006	-0,003	0,000
SUPERFÍCIE	0,000 <sup>NS</sup>	0,000	0,960	0,336	0,000	0,000
AGUACORR	-0,004 <sup>NS</sup>	0,003	-1,540	0,124	-0,010	0,001
ALUGA	0,056***	0,004	13,560	0,000	0,048	0,064
ELETRICIDADE	0,034***	0,003	11,670	0,000	0,028	0,040

Fonte: Resultados da Pesquisa

Nota: Estatisticamente significativo a 1%\*\*\*, 5%\*\*\*, 10%\*; <sup>NS</sup> - Não Significativo – A variável dependente é o Índice Ponderado de Técnicas Agropecuárias (IPTA).

Os resultados apresentados na Tabela 13 evidenciam que a adoção de técnicas produtivas em estabelecimentos não familiares no Paraguai é fortemente determinada por fatores institucionais, organizacionais e de acesso a serviços especializados. Entre todos os determinantes analisados, destaca-se a assistência técnica ATER (0,093) como o principal impulsionador da adoção, indicando que unidades empresariais com apoio de extensão rural têm quase dez pontos percentuais adicionais no IPTA. A participação em associações ou cooperativas (0,040) e o acesso ao crédito rural (0,072) também exibem impactos positivos expressivos e altamente significativos ( $p < 0,01$ ), reforçando que, mesmo entre produtores de maior escala, a difusão tecnológica depende intensamente de redes organizacionais, liquidez financeira e serviços de informação (Ma *et al.*, 2023; Sellare *et al.*, 2023; FAO, 2018).

A variável título de propriedade (0,033) apresenta efeito positivo substancial, sugerindo que a segurança jurídica da terra é um elemento-chave para viabilizar investimentos produtivos e a aquisição de tecnologias intensivas em capital achado consistente com debates sobre governança fundiária e eficiência produtiva na América Latina (Deininger e Feder, 2009; Murguía, 2018). O acesso à eletricidade (0,034) também se mostra determinante, indicando que a infraestrutura energética é componente central da capacidade de adoção entre unidades empresariais, que frequentemente operam com sistemas mecanizados, tecnologias de precisão e equipamentos dependentes de energia estável (Fugellie Carreño, 2022; FAO, 2017).

Em contraste, algumas variáveis não apresentaram significância estatística. A educação formal (-0,001) não exerce impacto relevante sobre a adoção, reforçando que, na agricultura empresarial, as decisões tecnológicas dependem mais da disponibilidade de recursos, da escala produtiva e da capacidade gerencial do que da escolaridade individual (Ruzzante *et al.*, 2021). Da mesma forma, superfície e água encanada não apresentaram efeitos significativos, sugerindo

que, nesse segmento, a capacidade produtiva e as condições ambientais já estão relativamente consolidadas e não limitam diretamente a adoção.

Os efeitos negativos observados para a variável Região ( $-0,022$ ) revelam que desigualdades territoriais persistem mesmo entre produtores empresariais, especialmente no Chaco, onde a escassez de serviços, a distância dos mercados e limitações logísticas reduzem a probabilidade de adoção tecnológica (Baumann, 2017; Milán *et al.*, 2024). Esse padrão confirma que a modernização agrícola no Paraguai permanece espacialmente desigual.

A variável sexo ( $-0,037$ ), embora significativa, indica que homens apresentam maiores níveis de adoção do que mulheres na agricultura não familiar. Contudo, diferentemente da agricultura familiar, onde as desigualdades de gênero são estruturais, no segmento empresarial esse efeito pode refletir diferenças na composição gerencial ou na participação feminina em atividades de maior tecnologia, e não necessariamente limitações de acesso a serviços ou crédito.

Por fim, as variáveis idade ( $0,010$ ) e idade ao quadrado ( $-0,002$ ) sugerem uma relação não linear: produtores mais velhos aumentam marginalmente a probabilidade de adoção, mas esse efeito diminui a partir de certo ponto, indicando que a experiência importa, mas não cresce indefinidamente.

No conjunto, os resultados demonstram que a agricultura não familiar dispõe de vantagens estruturais como financiamento, serviços técnicos, infraestrutura e maior capital organizacional que ampliam sua capacidade de incorporar técnicas. Contudo, persistem desafios territoriais e logísticos, especialmente no Chaco, que limitam a adoção e reforçam a necessidade de políticas de desenvolvimento regional para reduzir assimetrias e apoiar a modernização agrícola de forma mais equilibrada no território paraguaio.

Tabela 14 - Resultados da análise de multicolinearidade a partir do Fator de Inflação da Variância (VIF)

<b>Variable</b>	<b>VIF</b>	<b>1/VIF</b>
<b>IDADE</b>	21,43	0,046662
<b>IDADE2</b>	19,07	0,052431
<b>ATER</b>	2,13	0,046893
<b>CRÉDITO</b>	2,13	0,470007
<b>EDUCAÇÃO</b>	1,88	0,533126
<b>ASSOCIADO</b>	1,37	0,729612
<b>SUPERFÍCIE</b>	1,21	0,827956
<b>REGIÃO</b>	1,12	0,893005
<b>SEXO</b>	1,12	0,893889
<b>AGUACORR</b>	1,05	0,951709

<b>ALUGA</b>	1,05	0,953017
<b>TÍTULO</b>	1,04	0,963710
<b>ELETRICIDADE</b>	1,02	0,983037

Fonte: Resultados da Pesquisa

A verificação de multicolinearidade e dependência espacial confirmou a robustez estatística e coerência territorial do modelo Beta estimado para o IPTA. O Fator de Inflação da Variância (VIF) apresentou média de 4,28, abaixo dos limites críticos (5–10) recomendados por Hair *et al.*, (2019) e O'Brien (2007) indicando ausência de multicolinearidade severa e garantindo estabilidade nos coeficientes. Apenas as variáveis IDADE (21,43) e IDADE<sup>2</sup> (19,07) exibiram valores elevados, o que é esperado por derivarem da mesma variável e não comprometerem o modelo (Wooldridge, 2012). As demais variáveis, como ATER, CRÉDITO, ASSOCIADO, REGIÃO, SEXO, SUPERFÍCIE e ELETRICIDADE, apresentaram VIF próximos de 1, confirmando baixa correlação entre os regressores e estimativas consistentes.

Para a identificação da correlação espacial e posterior identificação dos Clusters regionais primeiramente apresenta-se o Índice de Moran Global que varia entre  $-1$  e  $+1$  e mede o grau de autocorrelação espacial de uma variável um valor do Índice próximo de  $+1$  indica forte autocorrelação espacial positiva regiões próximas tendem a apresentar valores semelhantes. Um valor do Índice próximo de  $0$  indica padrão aleatório, ou seja, ausência de dependência espacial e um valor do Índice próximo de  $-1$  indica autocorrelação espacial negativa, quando áreas vizinhas possuem valores muito diferentes entre si (padrão de tabuleiro de xadrez).

No presente estudo o Índice de Moran foi de  $I = 0,1382$  que revelou autocorrelação espacial positiva e significativa com  $I - E[I] = 0,2007$ , evidenciando que a adoção tecnológica segue um padrão espacial estruturado, e não aleatório. Isso significa que áreas geograficamente próximas tendem a apresentar níveis semelhantes de adoção ou seja, departamentos com maior adoção estão próximos de outros com maior adoção, enquanto aqueles com baixa adoção estão cercados por áreas também de baixa adoção. Regiões com alta adoção de tecnologias como mecanização, biotecnologia e práticas sustentáveis tendem a agrupar-se, sobretudo na Região Oriental, enquanto áreas de menor intensidade predominam no Chaco.

Esse padrão confirma a existência de clusters territoriais de inovação e processos de difusão tecnológica espacialmente dependentes, mediados por interações sociais e efeitos de vizinhança (Anselin, 1995; Rogers, 2003; Lesage e Pace, 2009). Esses resultados comprovam que o modelo apresenta boa qualidade estatística, ausência de distorções multicolineares e

coerência espacial, refletindo a influência das condições territoriais e institucionais na difusão de tecnologias agropecuárias no Paraguai.

A Tabela 15 apresenta os resultados da análise espacial do Índice Ponderado de Técnicas Agropecuárias (IPTA), destacando fortes diferenças territoriais na adoção de tecnologias no Paraguai. O Índice Local de Moran (LISA\_I) mede a autocorrelação espacial, identificando agrupamentos regionais de adoção tecnológica. Os clusters classificados como Alto-Alto (Hot Spots) concentram-se na Região Oriental, especialmente em Itapúa, Alto Paraná, Caaguazú e Canindeyú, onde o alto nível de adoção se associa à mecanização, crédito rural e cooperativismo agrícola. Esses territórios compõem o núcleo agroindustrial moderno do país e atuam como vetores de difusão tecnológica (FAO, 2017; CEPAL, 2022; Rogers, 2003).

Por outro lado, departamentos como Concepción, San Pedro, Guairá, Paraguairí e Boquerón formam Cold Spots, áreas de baixa adoção cercadas por regiões igualmente atrasadas, refletindo desigualdades estruturais, agricultura familiar tradicional e falta de acesso a crédito e assistência técnica (FAO, 2016). Os Outliers Alto-Baixo, como Caaguazú, Misiones e Amambay, representam polos isolados de modernização que podem irradiar técnicas, enquanto os Baixo-Alto, como Caazapá e Central, são zonas de transição com potencial de convergência tecnológica (Anselin, 1995; Lesage e Pace, 2009).

Os resultados confirmam que a adoção tecnológica no Paraguai é espacialmente concentrada e desigual, com a modernização restrita à Região Oriental. A formação de clusters de alto desempenho demonstra que a difusão de técnicas depende fortemente de infraestrutura, capital social e políticas institucionais, mais do que de fatores individuais dos produtores (FAO, 2017; CEPAL, 2022).

Tabela 15 – Identificação de cluster regionais de adoção de técnicas agropecuárias

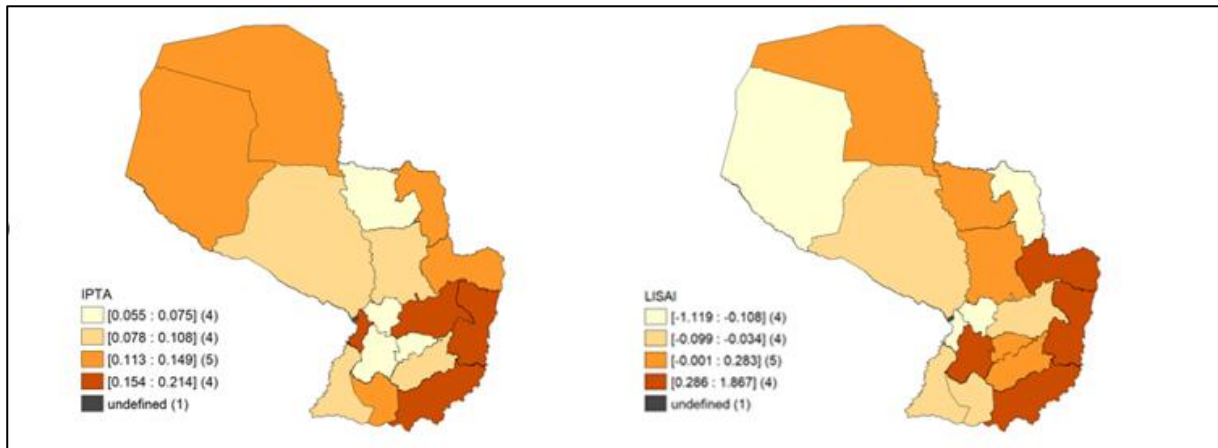
<b>Departamento</b>	<b>IPTA</b>	<b>LISA_I</b>	<b>Cluster</b>
Concepción (*)	0,07483176	0,15854458	Baixo-Baixo
San Pedro (*)	0,10475088	0,05956969	Baixo-Baixo
Cordillera (*)	0,05458119	-0,10835023	Baixo-Alto
Guairá (*)	0,06597321	0,28314803	Baixo-Baixo
Caaguazú (*)	0,15400461	-0,09896348	Alto-Baixo
Caazapá (*)	0,10772331	-0,00144951	Baixo-Alto
Itapúa (*)	0,17981425	1,025788	Alto-Alto
Misiones (*)	0,13160928	-0,07569394	Alto-Baixo
Paraguairí (*)	0,06519608	0,52934672	Baixo-Baixo
Alto Paraná (*)	0,21390478	1,8668042	Alto-Alto
Central (*)	0,16509145	-1,118971	Alto-Baixo
Ñeembucú (*)	0,07779674	-0,0338707	Baixo-Alto
Amambay (*)	0,13725861	-0,13539083	Alto-Baixo

Canindeyú (*)	0,13531936	0,28631446	Alto-Alto
Presidente Hayes (**)	0,09442407	-0,08344144	Baixo-Alto
Alto Paraguay(**)	0,14932102	-0,2475002	Alto-Baixo
Boquerón (**)	0,11271848	0,04324413	Baixo-Baixo

Fonte: Resultados da Pesquisa

Nota: Região Oriental = (\*) – Região Ocidental = (\*\*).

Figura 8 – Comparação entre o IPTA e o Índice de Moran Local (LISA)



Fonte: Resultados da Pesquisa.

A Figura 8 permite visualizar, de forma conjunta, o nível médio de adoção de técnicas produtivas por departamento e os padrões espaciais identificados pelo Índice de Moran Local. No mapa da esquerda, observa-se que o IPTA apresenta uma distribuição territorial bastante desigual. Os departamentos do sul e sudeste exibem os maiores níveis médios de adoção, refletindo maior integração produtiva, presença de infraestrutura e acesso a serviços de apoio. Em contraste, o Chaco e parte do norte da Região Oriental apresentam os menores níveis, evidenciando limitações estruturais e menor capacidade de incorporação tecnológica.

O mapa da direita, correspondente ao LISA, aprofunda essa leitura ao identificar agrupamentos espaciais estatisticamente significativos. Departamentos do sul formam clusters Alto-Alto, indicando que áreas com altos níveis de adoção estão cercadas por vizinhos igualmente avançados, configurando polos territoriais de inovação. Já no extremo oeste e norte aparecem clusters Baixo-Baixo, nos quais departamentos com baixa adoção se agrupam, sugerindo regiões que enfrentam restrições semelhantes e que podem estar presas a trajetórias de menor modernização.

A comparação entre ambos os mapas confirma que a adoção tecnológica no país não apenas varia entre departamentos, mas também segue uma lógica espacial estruturada. A proximidade geográfica exerce influência clara sobre os padrões de adoção, revelando a

existência de polos de avanço tecnológico e áreas persistentes de baixa modernização que demandam políticas territoriais específicas.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A agricultura familiar constitui o eixo estrutural da produção de alimentos, da ocupação territorial e da sustentabilidade socioeconômica no Paraguai. Representando 89% dos estabelecimentos rurais, esse segmento desempenha um papel estratégico na segurança alimentar, na geração de renda e na coesão social. Apesar disso, enfrenta restrições históricas relacionadas ao acesso limitado ao crédito, à assistência técnica e à infraestrutura básica, condicionando sua capacidade de inovar e modernizar seus sistemas produtivos.

Esta dissertação buscou compreender, de forma integrada, os determinantes socioeconômicos, institucionais e territoriais da adoção de técnicas produtivas, utilizando os microdados do Censo Agropecuário Nacional de 2022. A construção do Índice Ponderado de Técnicas Agropecuárias (IPTA), elaborado a partir de 36 variáveis, representou um avanço metodológico ao permitir mensurar com maior precisão a intensidade e a diversidade tecnológica entre agricultores familiares e não familiares. O IPTA constitui um índice agregado, composto por três subíndices específicos técnicas modernas, sustentáveis e convencionais, desenvolvidos para distinguir diferentes dimensões da adoção tecnológica e ampliar a capacidade analítica do estudo. Esses subíndices também oferecem potencial para investigações futuras, permitindo análises desagregadas e comparações mais detalhadas entre grupos de produtores. A integração do IPTA com modelos de regressão beta e com ferramentas de econometria espacial proporcionou uma abordagem inédita e abrangente para compreender as dinâmicas de modernização agrícola no contexto paraguaio.

Os resultados empíricos confirmaram as hipóteses de pesquisa. Fatores institucionais como crédito rural, assistência técnica e participação em associações ou cooperativas emergiram como os principais determinantes da adoção, evidenciando que a modernização agrícola depende mais do acesso a recursos, redes e informação do que das características individuais dos produtores. Elementos estruturais, como acesso à eletricidade e superfície produtiva, reforçaram a importância da infraestrutura básica como condição necessária para a incorporação de tecnologias. A comparação entre grupos demonstrou que a agricultura familiar adota menos técnicas do que a não familiar, especialmente em regiões estruturalmente vulneráveis como o Chaco. Ainda assim, a AF apresenta um padrão de adoção coerente com suas limitações, demonstrando racionalidade econômica, aprendizado e resiliência produtiva.

A análise espacial mostrou que a adoção tecnológica é também um fenômeno territorial. O Índice de Moran Global revelou autocorrelação espacial positiva, enquanto o LISA identificou clusters Alto–Alto no sudeste do país e clusters Baixo–Baixo em áreas historicamente marginalizadas. Esses achados indicam que a proximidade geográfica, a densidade institucional e a infraestrutura regional influenciam fortemente a difusão tecnológica, reforçando a necessidade de políticas territoriais diferenciadas.

A pesquisa apresentou limitações importantes. A principal esteve relacionada ao acesso integral aos microdados do Censo Agropecuário 2022. Embora os dados tenham sido obtidos mediante autorização formal da Direção de Censos e Estatísticas Agropecuárias, o processo de obtenção, organização e tratamento demandou tempo e restringiu a possibilidade de explorar dimensões adicionais. Ademais, a ausência de variáveis fundamentais como acesso à internet, uso de tecnologias digitais, custos produtivos, práticas de comercialização e indicadores de produtividade limitou análises mais profundas sobre eficiência, inovação digital e dinâmica de mercado. A inclusão desses elementos em levantamentos futuros permitiria diagnósticos mais completos e sofisticados sobre a modernização agrícola no Paraguai.

Do ponto de vista de políticas públicas, os resultados indicam que fortalecer o crédito rural, a assistência técnica e as organizações de produtores é essencial para ampliar a adoção de técnicas produtivas. Do mesmo modo, investimentos em conectividade digital, energia e infraestrutura são pilares indispensáveis para uma modernização ampla, sustentável e territorialmente equilibrada.

As hipóteses e objetivos da pesquisa foram plenamente atendidos. Ao evidenciar as condições que facilitam ou limitam a adoção tecnológica, esta dissertação oferece uma contribuição empírica, teórica e metodológica para o debate sobre desenvolvimento rural no Paraguai, além de subsidiar políticas públicas voltadas à redução das desigualdades territoriais. Para pesquisas futuras, recomenda-se testar modelos beta com diferentes funções de ligação, aplicar modelos espaciais avançados como SLX e SARAR e incorporar variáveis institucionais e territoriais em análises mais desagregadas, ampliando a compreensão sobre a dinâmica espacial da inovação agrícola no país.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKAIKE, H. A new look at the statistical model identification. **IEEE Transactions on Automatic Control**, v. 19, n. 6, p. 716–723, 1974.

ALMADA, F.; BARRIL GARCÍA, A. **Caracterización de la agricultura familiar en el Paraguay**. Asunción: IICA, 76 p. 2006.

ALMEIDA, P. J. de; BUAINAIN, A. M. **Arrendamento e acesso à terra no Brasil**. 2002. Dissertação (Mestrado em Economia) – Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.

ALTIERI, M. A. **Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável**. Porto Alegre: UFRGS Editora, 2002.

ALTIERI, M. A.; NICHOLLS, C. I. **Agroecologia: princípios e estratégias para a agricultura sustentável**. São Paulo: Expressão Popular, 2017.

ALVAREZ, J.; NUTHALL, P. Adoption of computer-based information systems: the case of dairy farmers in Canterbury, New Zealand. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 50, n. 1, p. 48–60, 2006.

ANDERSON, J. R.; FEDER, G. Agricultural extension. In: EVENS, D.; SCHULTZ, T. (eds.). **Handbook of Agricultural Economics**. Amsterdam: Elsevier, 2007.

ANSELIN, L. Local indicators of spatial association – LISA. **Geographical Analysis, Columbus**, v. 27, n. 2, p. 93–115, abr. 1995.

ANSELIN, L. **Spatial econometrics: methods and models**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1988.

ASHRAF, N.; GINÉ, X.; KARLAN, D. Finding missing markets (and disturbing epilogue): evidence from an export crop adoption and marketing intervention in Kenya. **American Journal of Agricultural Economics**, v. 91, n. 4, p. 973–990, 2009.

BALSAN, R. Impactos decorrentes da modernização da agricultura brasileira. **Campo-Território**, v. 1, n. 2, p. 123–135, 2006.

BAMBIO, Y. Diferenças de gênero na produtividade agrícola: evidências intrigantes da África Ocidental. **World Development**, v. 187, e106856, 2025.

BAUMANN, M. Deforestation and cattle expansion in the Paraguayan Chaco. **Regional Environmental Change**, v. 17, p. 1103–1115, 2017.

BECKER, G. S. **Capital humano: uma análise teórica e empírica, com especial referência à educação**. Chicago: University of Chicago Press, 1964.

BIANCO, M. Avaliação social de tecnologias: algumas evidências de impacto nos laticínios uruguaios. **Agrociência Uruguai**, v. 18, n. 1, p. 141–152, 2014.

BIBLIOTECA E ARQUIVO DO CONGRESSO NACIONAL (BACN). **Lei n. 6286 – de defesa, restauración y promoción de la agricultura familiar campesina**. Disponível em: <https://www.bacn.gov.py/leyes-paraguayas/8898/ley-n-6286-de-defensa-restauracion-y-promocion-de-la-agricultura-familiar-campesina>. Acesso em: 15 jan. 2025.

BUAINAIN, A. M.; GARCÍA, J. R. Desenvolvimento rural do semiárido brasileiro: transformações recentes, desafios e perspectivas. **Revista Franco-Brasileira de Geografia**, n. 19, p. 1–25, nov. 2013.

BURNHAM, K. P.; ANDERSON, D. R. **Model selection and multimodel inference**. 2. ed. New York: Springer, 2002.

CARLETTO, C.; KIRK, A.; WINTERS, P. C.; DAVIS, B. Globalization and smallholders: the adoption, diffusion, and welfare impact of non-traditional export crops in Guatemala. **World Development**, Oxford, v. 38, n. 6, p. 814–827, 2010.

CEPAL. **Panorama Social da América Latina e do Caribe 2022**. Santiago: CEPAL, 2022.

CEPAL; FAO; IICA. **Perspectivas de la agricultura y del desarrollo rural en las Américas: una mirada hacia América Latina y el Caribe**. Santiago: FAO, 176 p. 2012.

CIRANI, C. B. S.; MORAES, M. A. F. D. Inovação na indústria sucroalcooleira paulista: os determinantes da adoção das tecnologias de agricultura de precisão. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 48, n. 4, p. 635–658, dez. 2010.

CLIFF, A. D.; ORD, J. K. **Spatial processes: models and applications**. London: Pion Limited, 1981.

CRIBARI-NETO, F.; ZEILEIS, A. Beta regression in R. **Journal of Statistical Software**, v. 34, n. 2, p. 1–24, 2010.

DATA CAMP. **Variance Inflation Factor (VIF) in Regression Analysis**. Disponível em: <https://www.datacamp.com/pt/tutorial/variance-inflation-factor>. Acesso em: 2 abr. 2025.

DE MELLO, M.; SOUZA, H. M. de; CARRER, M.; BARIONI, W.; RIBAS, F. Complementaridade na adoção da rastreabilidade da pecuária de corte no Brasil. **Produção, São Paulo**, v. 26, n. 3, p. 540–550, 2016.

DEININGER, K.; FEDER, G. Land registration, governance, and development: evidence and implications for policy. **World Bank Research Observer**, v. 24, n. 2, p. 233–266, 2009.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Adubação verde e manejo sustentável do solo**. Brasília: EMBRAPA, 2018.

ENCISO GARAY, C. R.; GONZÁLEZ VILLALBA, J. D.; CABALLERO MENDOZA, C. A.; TULLO-ARGUELLO, C.; TOLEDO, A.; LÓPEZ TALAVERA, C. A.; BOGADO, G. **Adopción de tecnologías amigables con el ambiente en condiciones de agricultura familiar del Paraguay**. San Lorenzo: CERI, 2022.

ENCISO, V.; SALAS, J.; ENCISO GARAY, C. R. El capital agrario en fincas de la agricultura familiar campesina: estudios de casos. **Investigación Agraria**, v. 16, n. 1, p. 55–63, 2014.

FADEYI, O. A.; ARIYAWARDANA, A.; ABDUL AZIZ, A. Factores que influyen en la adopción de tecnología entre los pequeños agricultores: una revisión sistemática en África. **Revista de Agricultura y Desarrollo Rural en los Trópicos y Subtrópicos**, Göttingen, v. 123, n. 1, p. 13–30, ene. 2022.

FEDER, G.; JUST, R. E.; ZILBERMAN, D. Adoption of agricultural innovations in developing countries: a survey. **Economic Development and Cultural Change**, Chicago, v. 33, n. 2, p. 255–298, fev. 1985.

FEDER, G.; MURGAI, R.; QUIZON, J. B. Sending farmers back to school: the impact of farmer field schools in Indonesia. **Review of Agricultural Economics**, Oxford, v. 26, n. 1, p. 45–62, 2004.

FERRARI, S. L. P.; CRIBARI-NETO, F. Beta regression for modelling rates and proportions. **Journal of Applied Statistics**, v. 31, n. 7, p. 799–815, 2004.

FILHO, H. M. de S.; BUAINAIN, A. M.; SILVEIRA, J. M. F. J. da; VINHOLIS, M. de M. B. Condicionantes da adoção de inovações tecnológicas na agricultura. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 28, n. 1, p. 223–255, 2011.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **Agricultores familiares: Alimento o mundo, cuide do planeta**. 2014.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **FAO's work on agricultural innovation: sowing the seeds of transformation to achieve the SDGs**. Rome: FAO, 2018.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **Innovative agricultural practices: a guide for farmers**. Rome: FAO, 2013.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). Os pequenos agricultores familiares produzem mais de um terço dos alimentos do mundo. **FAO no Brasil**, 2021b.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **Save and Grow: a policymaker's guide to the sustainable intensification of smallholder crop production**. Roma: FAO, 2011.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **The State of Food and Agriculture 2017: Leveraging food systems for inclusive rural transformation**. Roma: FAO, 2017.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **Panorama da segurança alimentar e nutricional na América Latina e no Caribe 2015**. Santiago: FAO, 2015.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **Revisão da Agricultura Familiar**. 2021a.

FOSTER, A. D.; ROSENZWEIG, M. R. Learning by doing and learning from others: human capital and technical change in agriculture. **Journal of Political Economy**, Chicago, v. 103, n. 6, p. 1176–1209, 1995.

FUGELLIE CARREÑO, R. L. **Efecto del acceso a electricidad a menor costo en Estados Unidos en la innovación eléctrica a principios del siglo XX**. 2022. Tesis (Magíster en Economía) – Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, 2022.

GATTINI, J. **Competitividade da agricultura familiar no Paraguai**. Assunção: Centro de Análise e Difusão da Economia Paraguaia (CADEP), 2011.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. Porto Alegre: UFRGS Editora, 2007.

GORDILLO DE ANDA, G. Segurança alimentar e agricultura familiar. **Revista CEPAL**, n. 83, p. 67–79, 2004.

GREENE, W. H. **Econometric Analysis**. 7. ed. Upper Saddle River: Pearson Prentice Hall, 2012.

HAIR, J. F. Jr.; BLACK, W. C.; BABIN, B. J.; ANDERSON, R. E. **Multivariate data analysis**. 8. ed. Andover, Hampshire: Cengage Learning EMEA, 2019.

HEMIDA, M.; MULYANA, B.; VITYI, A. Determinante da participação dos agricultores e do status da biodiversidade no programa de reabilitação agroflorestal no Sudão. **Biodiversitas**, v. 23, n. 11, p. 5638–5645, nov. 2022.

HOSMER, D. W.; LEMESHOW, S.; STURDIVANT, R. X. **Applied logistic regression**. 3. ed. New York: Wiley, 2013.

IMAS, V. J. (Coord.). **Agricultura familiar campesina: riesgos, pobreza, vulnerabilidad y protección social**. Asunción: CADEP, 2020.

KHONJE, M. G.; MANDA, J.; MKANDAWIRE, P.; TUFA, A. H.; ALENE, A. D. Adoption and welfare impacts of multiple agricultural technologies: evidence from eastern Zambia. **Agricultural Economics**, v. 49, p. 599–609, 2018.

KING, E.; MONTENEGRO, C. E.; ORAZEM, P. F. **Economic freedom, human rights, and the returns to human capital: an evaluation of the Schultz hypothesis**. Washington, DC: World Bank, 2010.

KNOWLER, D.; BRADSHAW, B. Farmers' adoption of conservation agriculture: a review and synthesis of recent research. **Food Policy**, v. 32, p. 25–48, 2007.

LAL, R. Soil management for carbon sequestration. **Soil & Tillage Research**, v. 61, p. 1–20, 2001.

LARBI-APAU, J. A.; SARPONG, D. B. Performance measurement: does education impact productivity? **Performance Improvement Quarterly**, Tallahassee, v. 22, n. 4, p. 81–97, 2010.

- LESAGE, J. P.; PACE, R. K. **Introduction to Spatial Econometrics**. Boca Raton: CRC Press, 2009.
- LOCKHEED, M. E.; JAMISON, D. T.; LAU, L. J. Educación de los agricultores y eficiencia agrícola: una encuesta. **Desarrollo Económico y Cambio Cultural**, v. 29, n. 1, p. 37–76, 1980.
- MA, W.; ZHANG, Y.; REN, Y.; SACCHI, S.; BLIND, K. Farmers' organizations and sustainable development: an introduction. **Annals of Public and Cooperative Economics**, v. 94, n. 4, p. 657–666, 2023.
- MANDA, J.; ALENE, A. D.; GARDEBROEK, C.; KASSIE, M.; TEMBO, G. Adoption and impacts of sustainable agricultural practices on maize yields and incomes: evidence from rural Zambia. **Journal of Agricultural Economics**, v. 67, n. 1, p. 130–153, 2016.
- MARENYA, P. P.; BARRETT, C. B. Determinantes a nivel de hogar de la adopción de prácticas mejoradas de gestión de recursos naturales entre pequeños agricultores en el oeste de Kenia. **Food Policy**, Amsterdam, v. 32, n. 4, p. 515–536, ago. 2007.
- MILÁN, M. J.; et al. The livestock frontier in the Paraguayan Chaco: a local sustainability appraisal. **Sustainability**, v. 16, n. 2, p. 811–829, 2024.
- MINCER, J. **Schooling, experience and earnings**. New York: Columbia University Press, 1974. 152 p.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA. DCEA. **Datos del Censo Agropecuario Nacional 2008**. Asunción: MAG, 2009.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA. DCEA. **Microdatos del Censo Agropecuario Nacional 2022**. Asunción: MAG, 2024.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA. DCEA. **VI Censo Agropecuario Nacional – CAN 2022: Volumen 1**. Asunción: MAG/DCEA, jun. 2023.
- MORAN, P. A. P. Notes on continuous stochastic phenomena. **Biometrika**, v. 37, n. 1–2, p. 17–23, 1950.
- MPONJI, R. F.; XI CAO, J. W.; JIA, X. Meta-analysis on farmers' adoption of agricultural technologies in East Africa: evidence from Chinese Agricultural Technology Demonstration Centers. **Agriculture**, v. 14, n. 11, p. 2003, 2024.
- MURGUÍA, J. M. **Rural land titling and property rights: does legislating smallholdings as a non-seizable family asset improve smallholder farmers' welfare?**. Washington, DC: Inter-American Development Bank, 2018.
- NEPSTAD, D.; VERÍSSIMO, A.; ALENCAR, A.; NOBRE, C.; LIMA, E.; LEFEBVRE, P.; SCHLESINGER, P.; POTTER, C.; MOUTINHO, P.; MENDOZA, E. Large-scale impoverishment of Amazonian forests by logging and fire. **Nature**, v. 398, p. 505–508, 1999.
- NIN-PRATT, A. Agricultural growth, efficiency, and family agriculture in Paraguay. Washington, D.C. **International Food Policy Research Institute**, 2018.

O'BRIEN, R. M. A caution regarding rules of thumb for variance inflation factors. **Quality & Quantity**, Dordrecht, v. 41, n. 5, p. 673–690, out. 2007.

PEREIRA, H. Transferencia de tecnología: tensiones entre imposición y adopción. **Arandu-UTIC – Revista Científica Internacional**, Asunción, v. 5, n. 2, p. 129–156, 2018.

PÉREZ GUEL, R. O.; MARTÍNEZ BAUTISTA, H.; LÓPEZ TORRES, B. J.; RENDÓN MEDEL, R. Estimación de la adopción de innovaciones en la agricultura. **Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas**, Texcoco, v. 7, n. 15, p. 2909–2923, 2016.

PERKINS, J. H. **Geopolitics and the Green Revolution: Wheat, Genes, and the Cold War**. New York: Oxford University Press, 1997.

PIMENTEL, D.; LEVITAN, L. Pesticides: amounts applied and amounts reaching pests. **BioScience**, v. 36, n. 2, p. 86–91, 1986.

PORTAL AMÉRICA. Tecnologías para producción agropecuaria: innovación y sostenibilidad. **América – Portal de la Ciencia Abierta**, 2021.

PRETTY, J. Agricultural sustainability: concepts, principles and evidence. **Philosophical Transactions of the Royal Society B**, v. 363, n. 1491, p. 447–465, 2007.

RAGASA, C.; BERHANE, G.; TADESSE, F.; TAFFESSE, A. S. Gender differences in access to extension services and agricultural productivity. Washington, DC: **International Food Policy Research Institute; Ethiopian Development Research Institute**, 2012.

RAHM, M. R.; HUFFMAN, W. E. The adoption of reduced tillage: the role of human capital and other variables. **American Journal of Agricultural Economics**, v. 66, n. 4, p. 405–413, 1984.

REAL ACADEMIA ESPAÑOLA. **Diccionario de la lengua española**. Entrada: “tecnología”. 2014. Disponible em: <https://dle.rae.es/tecnología>. Acceso em: 11 ago. 2025.

RIQUELME, Q.; IMÁS, V.; DECIDAMOS – Campaña por la Expresión Ciudadana. **Políticas públicas en la agricultura familiar**. Asunción: Decidamos, 2014.

ROCHA JUNIOR, A. B.; FREITAS, J.; CASSUCE, F. C. da C.; COSTA, S. M. A. L. Análise dos determinantes da utilização de assistência técnica por agricultores familiares do Brasil em 2014. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 57, n. 2, p. 181–197, 2019.

RODRIGUES, C. T. **Mudanças no perfil de pobreza no Brasil: uma análise multidimensional a partir da Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF) 2002–2003 e 2008–2009**. 2014. Tese (Doutorado em Economia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2014.

ROGERS, E. M. **Diffusion of innovations**. 3. ed. New York: The Free Press, 1983.

ROGERS, E. M. **The diffusion of innovations**. 5. ed. New York: Free Press, 2003.

RUTTAN, V. W. Induced innovation and path dependence: a reassessment with respect to agricultural development and the environment. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 53, n. 1, p. 41–59, 1996.

RUZZANTE, S.; LABARTA, R.; BILTON, A. Adoption of agricultural technology in the developing world: a meta-analysis of the empirical literature. **World Development**, Oxford, v. 146, e105599, 2021.

SALCEDO, S.; GUZMÁN, L. (Eds.). **Agricultura familiar na América Latina e no Caribe: recomendações de políticas**. Santiago: FAO, 2014.

SANCHEZ BOGADO, A. C.; et al. Farming for the future: understanding factors enabling the adoption of diversified farming systems. **Global Food Security**, v. 43, p. 100820, 2024.

SCHULTZ, T. W. Inversión en capital humano. **The American Economic Review**, v. 51, n. 1, p. 1–17, 1961.

SCHWARZ, G. Estimating the dimension of a model. **Annals of Statistics**, v. 6, n. 2, p. 461–464, 1978.

SELLARE, J.; BAHIGWA, G.; BIZZARRI, M.; OMONDI, S.; BARBEDETTE, L.; LEKFUAMA, J. Five stylized facts about producer organizations and rural development. **Journal of Agricultural and Applied Economics**, v. 55, n. 4, p. 463–479, 2023.

SIDIBÉ, A. Farm-level adoption of soil and water conservation techniques in northern Burkina Faso. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v. 71, n. 3, p. 211–224, 2005.

SIMAS, A. B.; BARRETO-SOUZA, W.; ROCHA, A. V. Improved estimators for a general class of beta regression models. **Computational Statistics & Data Analysis**, v. 54, n. 2, p. 348–366, 2010.

SMITHSON, M.; VERKUILEN, J. A better lemon squeezer? Maximum-likelihood regression with beta-distributed dependent variables. **Psychological Methods**, v. 11, n. 1, p. 54–71, 2006.  
SOUZA FILHO, H. M. de; BUAINAIN, A. M.; SILVEIRA, J. M. F. J. da; VINHOLIS, M. de M. B. Condicionantes da adoção de inovações tecnológicas na agricultura. **Cadernos de Ciência & Tecnologia, Brasília**, v. 28, n. 1, p. 223–255, 2011.

STATA CORP. **Stata Statistical Software**: Release 15. College Station, TX: StataCorp LLC, 2017.

STATA CORP. **Stata Statistical Software**: Release 19 SE. College Station, TX: StataCorp LLC, 2023.

TILMAN, D.; CASSMAN, K. G.; MATSON, P. A.; NAYLOR, R.; POLASKY, S. Agricultural sustainability and intensive production practices. **Nature**, v. 418, p. 671–677, 2002.

UAIENE, R. N. Determinants of agricultural technology adoption in Mozambique. **African Crop Science Conference Proceedings**, v. 10, p. 375–380, 2011.

VICENTE, J. R. **Pesquisa, adoção de tecnologia e eficiência na produção agrícola**. São Paulo: Apta, 153 p. 2002.

VILAKAZI, B.; ODINDO, A. O.; PHOPHI, M. M.; MAFONGOYA, P. L. Socioeconomic factors influencing crop diversification among smallholder farmers in Bergville, South Africa. **Agriculture**, Basel, v. 15, n. 9, p. 914, 2025.

VINHOLIS, M. M. B.; SOUZA FILHO, H. M.; CARRER, M. J. Preditores da adoção de sistemas de integração lavoura-pecuária em São Paulo e o papel dos intermediários da inovação. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 61, n. 3, e252894, 2023.

WANG, Y.; XU, X. Effect of cooperative membership on farmers' technology adoption: evidence from water-saving irrigation technologies in China. **Journal of Integrative Agriculture**, v. 24, n. 5, p. 1105–1119, 2025.

WOLFERT, S.; GE, L.; VERDEGEM, M. C. J.; BOM, G. J. Big Data in Smart Farming – a review. **Agricultural Systems**, v. 153, p. 69–80, 2017.

WOOLDRIDGE, J. M. **Introductory econometrics: a modern approach**. 5. ed. Mason, OH: South-Western Cengage Learning, 2012.

### APÊNDICE A – Tabelas adicionais

Tabela 16 - Resultados do modelo de regressão beta com os coeficientes e erros-padrão (Std. Err.) e a significância estatística tendo como variável dependente o IPTA

Variável	Coefficiente	Std. Err.	z	P> z	95% Conf. Interval	
SEXO	-0,283***	0,005	-56,340	0,000	-0,293	-0,273
TÍTULO	0,031***	0,005	6,220	0,000	0,021	0,040
EDUCAÇÃO	-0,008***	0,002	-4,170	0,000	-0,012	-0,004
ATER	0,394***	0,012	33,840	0,000	0,371	0,417
ASSOCIADO	0,313***	0,007	44,040	0,000	0,299	0,327
REGIÃO	-0,349***	0,013	-26,410	0,000	-0,375	-0,323
CRÉDITO	0,558***	0,012	47,930	0,000	0,535	0,581
IDADE	-0,002 <sup>NS</sup>	0,006	-0,300	0,767	-0,013	0,009
IDADE2	0,003***	0,001	3,550	0,000	0,001	0,005
SUPERFÍCIE	0,001***	0,000	52,160	0,000	0,001	0,001
AGUACORR	-0,037***	0,006	-6,550	0,000	-0,048	-0,026
ALUGA	0,350***	0,018	19,400	0,000	0,314	0,385
ELETRICIDADE	0,157***	0,006	26,260	0,000	0,145	0,169
cons (intercepto)	-1,760***	0,018	-95,800	0,000	-1,797	-1,724
scale (constante)	1,272***	0,003	435,840	0,000	1,267	1,278

Fonte: Resultados da Pesquisa

Nota: Estatisticamente significativo a 1%\*\*\*, 5%\*\* , 10%\*; <sup>NS</sup> - Não Significativo – A variável dependente é o Índice Ponderado de Técnicas Agropecuárias (IPTA).

Tabela 17 - Resultados do modelo de regressão beta com os coeficientes e erros-padrão (Std. Err.) e a significância estatística tendo como variável dependente o IPTA para os agricultores familiares

Variável	Coefficiente	Std. Err.	z	P> z	95% Conf. Interval	
SEXO	-0,249***	0,005	-48,760	0,000	-0,259	-0,239
TÍTULO	-0,001 <sup>NS</sup>	0,005	-0,180	0,860	-0,011	0,009
EDUCAÇÃO	-0,012***	0,002	-5,970	0,000	-0,015	-0,008
ATER	0,381***	0,012	30,650	0,000	0,357	0,406
ASSOCIADO	0,275***	0,007	36,970	0,000	0,260	0,290
REGIÃO	-0,976***	0,020	-48,570	0,000	-1,015	-0,936
CRÉDITO	0,558***	0,012	44,890	0,000	0,534	0,582
IDADE	0,043***	0,006	7,250	0,000	0,031	0,054
IDADE2	-0,003***	0,001	-3,300	0,001	-0,005	-0,001
SUPERFÍCIE	0,008***	0,000	37,280	0,000	0,008	0,008
AGUACORR	-0,017***	0,006	-2,790	0,005	-0,028	-0,005
ALUGA	0,229***	0,024	9,630	0,000	0,183	0,276
ELETRICIDADE	0,123***	0,006	19,640	0,000	0,111	0,135
cons (intercepto)	-1,280***	0,024	-54,400	0,000	-1,326	-1,234
scale (constante)	1,277***	0,003	437,430	0,000	1,271	1,282

Fonte: Resultados da Pesquisa

Nota: Estatisticamente significativo a 1%\*\*\*, 5%\*\* , 10%\*; <sup>NS</sup> - Não Significativo – A variável dependente é o Índice Ponderado de Técnicas Agropecuárias (IPTA).

Tabela 18 - Resultados do modelo de regressão beta com os coeficientes e erros-padrão (Std. Err.) e a significância estatística tendo como variável dependente o IPTA para os agricultores não familiares

Variável	Coeficiente	Std. Err.	z	P> z	95% Conf. Interval	
SEXO	-0,223***	0,027	-8,130	0,000	-0,277	-0,169
TITULO	0,197***	0,021	9,280	0,000	0,155	0,239
EDUCACION	-0,009 <sup>NS</sup>	0,008	-1,140	0,252	-0,024	0,006
ATER	0,562***	0,024	23,550	0,000	0,515	0,609
ASSOCIADO	0,242***	0,021	11,630	0,000	0,201	0,283
REGION	-0,134***	0,029	-4,600	0,000	-0,191	-0,077
CREDITO	0,435***	0,024	17,890	0,000	0,387	0,483
EDAD	0,060***	0,022	2,750	0,006	0,017	0,103
EDAD2	-0,009***	0,003	-2,780	0,005	-0,016	-0,003
SUPERFICIE	0,000 <sup>NS</sup>	0,000	0,960	0,336	0,000	0,000
AGUACORR	-0,026 <sup>NS</sup>	0,017	-1,540	0,124	-0,060	0,007
ALQUILA	0,336***	0,025	13,490	0,000	0,287	0,385
ELECTRICIDAD	0,207***	0,018	11,650	0,000	0,172	0,241
cons (intercepto)	-1,634***	0,052	-31,290	0,000	-1,736	-1,532
scale (constante)	1,797***	0,018	98,820	0,000	1,761	1,833

Fonte: Resultados da Pesquisa

Nota: Estatisticamente significativo a 1%\*\*\*, 5%\*\*\*, 10%\*, <sup>NS</sup> - Não Significativo – A variável dependente é o Índice Ponderado de Técnicas Agropecuárias (IPTA).

Tabela 19 - Distribuição dos produtores por tipo e departamento

Departamento	Classificação				Total	%
	AF	%	ANF	%		
<b>Concepción</b>	15.207	91,2	1.463	8,8	16.670	5,7
<b>San Pedro</b>	55.693	93,9	3.616	6,1	59.309	20,3
<b>Cordillera</b>	17.444	90,9	1.750	9,1	19.194	6,6
<b>Guairá</b>	17.566	93,2	1.289	6,8	18.855	6,5
<b>Caaguazú</b>	43.517	92,5	3.518	7,5	47.035	16,1
<b>Caazapá</b>	17.834	88,8	2.247	11,2	20.081	6,9
<b>Itapúa</b>	27.912	85,8	4.634	14,2	32.546	11,2
<b>Misiones</b>	5.539	85,3	952	14,7	6.491	2,2
<b>Paraguarí</b>	16.901	90,2	1.839	9,8	18.740	6,4
<b>Alto Paraná</b>	13.337	82,4	2.842	17,6	16.179	5,6
<b>Central</b>	2.625	88,1	355	11,9	2.980	1,0
<b>Ñeembucú</b>	4.475	72,3	1.712	27,7	6.187	2,1
<b>Amambay</b>	1.890	66,8	941	33,2	2.831	1,0
<b>Canindeyú</b>	14.017	87,9	1.937	12,1	15.954	5,5
<b>Pdte. Hayes</b>	2.627	68,6	1.201	31,4	3.828	1,3
<b>Alto Paraguai</b>	2.113	59,4	1.447	40,6	3.560	1,2
<b>Boquerón</b>	476	45,0	581	55,0	1.057	0,4

<b>Total</b>	<b>259.173</b>	<b>32.324</b>	<b>291.497</b>	<b>100</b>
--------------	----------------	---------------	----------------	------------

Tabela 20 - Distribuição dos produtores por sexo, tipo de agricultura e departamento

<b>Departamento</b>	<b>Homens AF</b>	<b>Mulheres AF</b>	<b>Total AF</b>	<b>Homens ANF</b>	<b>Mulheres ANF</b>	<b>Total ANF</b>
<b>Concepción</b>	7.727	6.797	<b>14.524</b>	510	151	<b>661</b>
<b>San Pedro</b>	32.468	19.927	<b>52.395</b>	1.260	227	<b>1.487</b>
<b>Cordillera</b>	8.369	5.809	<b>14.178</b>	281	67	<b>348</b>
<b>Guairá</b>	8.780	7.127	<b>15.907</b>	381	97	<b>478</b>
<b>Caaguazú</b>	25.744	15.489	<b>41.233</b>	1.108	188	<b>1.296</b>
<b>Caazapá</b>	9.345	6.977	<b>16.322</b>	710	151	<b>861</b>
<b>Itapúa</b>	15.900	8.485	<b>24.385</b>	1.620	225	<b>1.845</b>
<b>Misiones</b>	2.540	1.880	<b>4.420</b>	180	47	<b>227</b>
<b>Paraguarí</b>	8.444	6.600	<b>15.044</b>	538	135	<b>673</b>
<b>Alto Paraná</b>	7.562	3.691	<b>11.253</b>	1.414	129	<b>1.543</b>
<b>Central</b>	1.306	494	<b>1.800</b>	12	1	<b>13</b>
<b>Ñeembucú</b>	2.236	1.382	<b>3.618</b>	607	147	<b>754</b>
<b>Amambay</b>	940	697	<b>1.637</b>	338	86	<b>424</b>
<b>Canindeyú</b>	7.116	5.714	<b>12.830</b>	737	114	<b>851</b>
<b>Presidente Hayes</b>	1.171	397	<b>1.568</b>	251	80	<b>331</b>
<b>Alto Paraguai</b>	1.091	281	<b>1.372</b>	237	29	<b>266</b>
<b>Boquerón</b>	168	199	<b>367</b>	83	8	<b>91</b>
<b>Total</b>	<b>140.907</b>	<b>91.946</b>	<b>232.853</b>	<b>10.267</b>	<b>1.882</b>	<b>12.149</b>

Fonte: Resultados da Pesquisa.

Tabela 21 - Percentual de uso de técnicas do subíndice de técnicas modernas para a AF

<b>Técnica</b>	<b>% de uso</b>	<b>Nº observações</b>	<b>Nº ‘Adota’</b>	<b>Nº ‘Não adota’</b>
<b>INSEM</b>	33,68	259.173	87.285	171.888
<b>ECOGRAFIA</b>	0,4	259.173	1.029	258.144
<b>TAJAMAR</b>	11,67	257.925	30.090	227.835
<b>TANQUEAUST</b>	0,99	257.892	2.546	255.346
<b>BRETE</b>	18,69	257.861	48.199	209.662
<b>ENSILADO</b>	7,64	257.791	19.707	238.084
<b>BANOASP</b>	5,4	257.824	13.919	243.905
<b>BASCULA</b>	1,74	257.852	4.496	253.356
<b>MICROCHIPS</b>	0,27	258.001	697	257.304
<b>AGPREC</b>	0,8	257.757	2.052	255.705
<b>DRONE</b>	0,18	257.857	455	257.402
<b>SEMTRANSG</b>	20,99	256.832	53.903	202.929
<b>SEMBSIEMRADIR</b>	5,78	259.173	14.982	244.191
<b>COSECHSENSOR</b>	0,09	259.173	236	258.937
<b>TRACTORGPS</b>	0,14	259.173	369	258.804
<b>SEMBRSENSOR</b>	0,08	259.173	200	258.973
<b>PULVCONTROLCAUDAL</b>	0,06	259.173	166	259.007

Fonte: Resultados da Pesquisa.

Tabela 22 - Percentual de uso de técnicas do subíndice de técnicas sustentáveis para a AF

<b>Técnica</b>	<b>% de uso</b>	<b>Nº observações</b>	<b>Nº 'Sim'</b>	<b>Nº 'Não'</b>
<b>AGUADANAT</b>	20,7	257.858	53.372	204.486
<b>RIEGO</b>	1,61	257.814	4.154	253.660
<b>ABONOORG</b>	18,75	257.475	48.279	209.196
<b>CURVADENIVEL</b>	4,51	257.021	11.580	245.441
<b>ROTACCULT</b>	50,23	258.144	129.670	128.474
<b>ABONOVERDE</b>	6,98	257.557	17.979	239.578
<b>PRODECO</b>	1,64	257.242	4.225	253.017
<b>PRODORG</b>	0,5	256.999	1.296	255.703

Fonte: Resultados da Pesquisa.

Tabela 23 - Percentual de uso de técnicas do subíndice de técnicas convencionais para a AF

<b>Técnica</b>	<b>% de uso</b>	<b>Nº observações</b>	<b>Nº 'Sim'</b>	<b>Nº 'Não'</b>
<b>SEMF1</b>	20	256.813	51.359	205.454
<b>UREA</b>	12,51	257.196	32.188	225.008
<b>SALMINERAL</b>	41,9	257.577	107.917	149.660
<b>INSECT</b>	33,24	257.375	85.556	171.819
<b>HERB</b>	32,19	257.308	82.832	174.476
<b>FUNG</b>	24,24	257.190	62.340	194.850
<b>ACAR</b>	17,18	257.062	44.171	212.891
<b>CALAGRIC</b>	14,95	257.407	38.474	218.933
<b>QUEMA</b>	4,3	256.969	11.037	245.932
<b>COSECHTRAD</b>	4,71	259.173	12.202	246.971
<b>TRACTORCONV</b>	11,91	259.173	30.878	228.295

Fonte: Resultados da Pesquisa.

Tabela 24 - Percentual de uso de técnicas do subíndice de técnicas modernas para a ANF

<b>Técnica</b>	<b>% de uso</b>	<b>Nº observações</b>	<b>Nº 'Sim'</b>	<b>Nº 'Não'</b>
<b>INSEM</b>	11,04	32.324	3.568	28.756
<b>ECOGRAFIA</b>	6,63	32.324	2.142	30.182
<b>TAJAMAR</b>	41,59	32.324	13.445	18.879
<b>TANQUEAUST</b>	8,73	32.324	2.822	29.502
<b>BRETE</b>	50,63	32.324	16.367	15.957
<b>BASCULA</b>	23,22	32.324	7.506	24.818
<b>ENSILADO</b>	19,13	32.324	6.184	26.140
<b>BANOASP</b>	21,75	32.324	7.029	25.295
<b>MICROCHIPS</b>	2,35	32.324	760	31.564
<b>AGPREC</b>	5,57	32.324	1.801	30.523
<b>DRONE</b>	2,58	32.324	835	31.489
<b>COSECHSENS</b>	2,82	32.324	912	31.412
<b>SEMBRSENS</b>	2,49	32.324	806	31.518
<b>TRACTORGPS</b>	4,12	32.324	1.332	30.992

<b>PULVCONTRCAUDAL</b>	2,84	32.324	919	31.405
<b>SIEMBRADIR</b>	20,08	32.324	6.491	25.833
<b>SEMTRANS</b>	31,6	32.324	10.214	22.110

Fonte: Resultados da Pesquisa.

Tabela 25 - Percentual de uso de técnicas do subíndice de técnicas sustentáveis para a ANF

<b>Técnica</b>	<b>% de uso</b>	<b>Nº de observações</b>	<b>Nº 'Sim'</b>	<b>Nº 'Não'</b>
<b>PRODECO</b>	1,79	32.324	578	31.746
<b>PRODORG</b>	1,77	32.324	573	31.751
<b>AGUADANAT</b>	48,78	32.324	15.769	16.555
<b>ABONOVERDE</b>	17,59	32.324	5.687	26.637
<b>ROTACCULT</b>	48,13	32.324	15.558	16.766
<b>CURVADENIVEL</b>	21,27	32.324	6.876	25.448
<b>ABONOORG</b>	18,83	32.324	6.086	26.238
<b>RIEGO</b>	1,53	32.324	494	31.830

Fonte: Resultados da Pesquisa.

Tabela 26 - Percentual de uso de técnicas do subíndice de técnicas convencionais para a ANF

<b>Técnica</b>	<b>% de uso</b>	<b>Nº de observações</b>	<b>Nº 'Sim'</b>	<b>Nº 'Não'</b>
<b>SALMINERAL</b>	55	32.324	17.643	14.681
<b>INSECTICIDA</b>	42	32.324	13.560	18.764
<b>HERBICIDA</b>	40	32.324	12.938	19.386
<b>FUNGICIDA</b>	35	32.324	11.460	20.864
<b>ACARICIDA</b>	30	32.324	9.783	22.541
<b>CALAGRICOLA</b>	29	32.324	9.399	22.925
<b>SEMF1</b>	27	32.324	8.854	23.470
<b>UREA</b>	23	32.324	7.394	24.930
<b>QUEMA</b>	6	32.324	1.787	30.537
<b>COSECHTRAD</b>	18	32.324	5.889	26.435
<b>TRACTORTRAD</b>	38	32.324	12.411	19.913

Fonte: Resultados da Pesquisa.

Tabela 27 - Percentual do nível de adoção de técnicas por departamento por tipo de agricultor

<b>Departamento</b>	<b>Nível de adoção</b>	<b>% Familiar</b>	<b>% Não Familiar</b>	<b>% Total</b>
<b>Concepción</b>	Muito alto	0	0	0
<b>Concepción</b>	Alto	0	100	100
<b>Concepción</b>	Baixo	86	14	100
<b>Concepción</b>	Médio	41	59	100
<b>Concepción</b>	Muito baixo	92	8	100
<b>San Pedro</b>	Alto	23	77	100
<b>San Pedro</b>	Baixo	92	8	100
<b>San Pedro</b>	Muito alto	0	100	100
<b>San Pedro</b>	Muito baixo	95	5	100
<b>San Pedro</b>	Médio	64	36	100
<b>Cordillera</b>	Alto	33	67	100

<b>Cordillera</b>	Baixo	84	16	100
<b>Cordillera</b>	Muito baixo	92	8	100
<b>Cordillera</b>	Médio	44	56	100
<b>Guairá</b>	Alto	75	25	100
<b>Guairá</b>	Baixo	89	11	100
<b>Guairá</b>	Muito alto	100	0	100
<b>Guairá</b>	Muito baixo	94	6	100
<b>Guairá</b>	Médio	76	25	100
<b>Caaguazú</b>	Alto	21	79	100
<b>Caaguazú</b>	Baixo	93	7	100
<b>Caaguazú</b>	Muito alto	0	100	100
<b>Caaguazú</b>	Muito baixo	94	6	100
<b>Caaguazú</b>	Médio	75	25	100
<b>Caazapá</b>	Alto	29	71	100
<b>Caazapá</b>	Baixo	81	19	100
<b>Caazapá</b>	Muito baixo	92	8	100
<b>Caazapá</b>	Médio	48	52	100
<b>Itapúa</b>	Alto	10	90	100
<b>Itapúa</b>	Baixo	84	16	100
<b>Itapúa</b>	Muito alto	0	100	100
<b>Itapúa</b>	Muito baixo	93	7	100
<b>Itapúa</b>	Médio	44	56	100
<b>Misiones</b>	Alto	0	100	100
<b>Misiones</b>	Baixo	84	16	100
<b>Misiones</b>	Muito alto	0	100	100
<b>Misiones</b>	Muito baixo	87	13	100
<b>Misiones</b>	Médio	54	46	100
<b>Paraguarí</b>	Alto	0	100	100
<b>Paraguarí</b>	Baixo	79	21	100
<b>Paraguarí</b>	Muito baixo	91	9	100
<b>Paraguarí</b>	Médio	52	48	100
<b>Alto Paraná</b>	Alto	4	96	100
<b>Alto Paraná</b>	Baixo	81	19	100
<b>Alto Paraná</b>	Muito alto	0	100	100
<b>Alto Paraná</b>	Muito baixo	95	5	100
<b>Alto Paraná</b>	Médio	45	55	100
<b>Central</b>	Baixo	87	13	100
<b>Central</b>	Muito baixo	89	11	100
<b>Central</b>	Médio	67	33	100
<b>Ñeembucú</b>	Alto	0	100	100
<b>Ñeembucú</b>	Baixo	42	58	100
<b>Ñeembucú</b>	Muito baixo	74	26	100
<b>Ñeembucú</b>	Médio	16	84	100
<b>Amambay</b>	Alto	0	100	100
<b>Amambay</b>	Baixo	56	44	100
<b>Amambay</b>	Muito baixo	74	26	100
<b>Amambay</b>	Médio	27	73	100
<b>Canindeyú</b>	Alto	24	76	100

<b>Canindeyú</b>	Baixo	79	21	100
<b>Canindeyú</b>	Muito baixo	93	7	100
<b>Canindeyú</b>	Médio	47	53	100
<b>Pdte. Hayes</b>	Baixo	36	64	100
<b>Pdte. Hayes</b>	Muito baixo	74	26	100
<b>Pdte. Hayes</b>	Médio	15	85	100
<b>Alto Paraguay</b>	Alto	0	100	100
<b>Alto Paraguay</b>	Baixo	43	57	100
<b>Alto Paraguay</b>	Muito baixo	68	32	100
<b>Alto Paraguay</b>	Médio	39	61	100
<b>Boquerón</b>	Baixo	4	96	100
<b>Boquerón</b>	Muito baixo	57	43	100
<b>Boquerón</b>	Médio	17	83	100

---

Fonte: Resultados da Pesquisa