

MAIS ACESSO AO CRÉDITO RURAL IMPORTA? EFEITOS SOBRE A PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA CEARENSE*

Diogo Brito Sobreira¹
UFC-PPGER/FUNCAP
Francisco José Silva Tabosa²
UFC-PPGER
Edward Martins Costa³
UFC-PPGER
Ahmad Saeed Khan⁴
UFC-PPGER

Resumo

O objetivo deste estudo é analisar o efeito de uma maior taxa de cobertura no acesso ao crédito rural, medida pela proporção de estabelecimentos rurais que obtiveram algum financiamento, sobre a produção agropecuária no estado do Ceará. Utilizando uma estratégia que combina regressões padrão e balanceamento por entropia, os resultados sugerem que municípios com maior acesso ao crédito rural estão positiva e significativamente associados a maiores níveis de produção agropecuária, de modo que esses efeitos são ainda mais relevantes quando a finalidade do recurso é destinada à investimentos, quando comparado à modalidade de custeio. Entretanto, a origem do recurso parece não importar. As evidências também sugerem que uma maior taxa de cobertura no acesso ao crédito rural para não ser suficiente para ampliar a produção agropecuária de produtos específicos no Estado do Ceará. Além disso, encontra-se evidências de que o maior acesso à sistemas de irrigação atua como potencial mecanismo de transmissão na qual a maior acessibilidade a recursos financiados exerce influência sobre a produção agropecuária.

Palavras-Chave: Crédito rural. Produção agropecuária. Irrigação.

Abstract

The objective of this study is to analyze the effect of a higher coverage rate on access to rural credit, measured by the proportion of rural establishments that obtained some financing, on agricultural production in the state of Ceará. Using a strategy that combines standard regressions and entropy balancing, the results suggest that municipalities with greater access to rural credit are positively and significantly associated with higher levels of agricultural production, so that these effects are even more relevant when the purpose of the resource is intended for investments, when compared to the costing modality. However, the origin of the feature does not seem to matter. The evidence also suggests that a higher rate of coverage in accessing rural credit is not enough to expand agricultural production of specific products in the State of Ceará. In addition, there is evidence that greater access to irrigation systems acts as a potential transmission mechanism in which greater accessibility to financed resources influences agricultural production.

Keywords: Rural credit. Agricultural production. Irrigation.

Área de submissão: Área 3 – História e Geografia Econômica

Classificação JEL: R11, E51, Q18, Q15.

* Esta pesquisa teve apoio financeiro da Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (Funcap). Os autores agradecem ao pesquisador Marcelo Braga por gentilmente compartilhar a base de dados de variáveis climáticas utilizadas nesta pesquisa.

¹ E-mail: diogobsobreira@gmail.com. Contato: (88) 9-99771838.

² E-mail: franzetabosa@ufc.br.

³ E-mail: edwardcosta@ufc.br.

⁴ E-mail: saeed@ufc.br

1. Introdução

Historicamente, o setor agropecuário cearense é caracterizado por um grande número de pequenos produtores rurais, baixos níveis de renda, baixa produtividade e exposição a níveis de precipitações irregulares. Além disso, elevadas disparidades entre os grandes e pequenos produtores rurais também são observadas no meio rural cearense. Por exemplo, grande concentração de terras e diferentes níveis tecnológicos. Apesar dos problemas mencionados, a agropecuária é considerada um setor importante para economia cearense, atuando no combate à pobreza, assim como ocorre em outros estados brasileiros. (FERREIRA; RAMOS; ROSA, 2006). Nesse sentido, soluções para redução dos problemas mencionados podem auxiliar na formulação de políticas públicas que visam o desenvolvimento rural cearense.

O problema da baixa produtividade agropecuária no Ceará, por exemplo, é geralmente atribuído ao baixo nível tecnológico que, por sua vez, está associado à escassez de recursos financeiros próprios ou financiados. Apesar do crescimento no volume de crédito concedido nos últimos anos dentro do Estado do Ceará, principalmente em função do Programa Nacional de Fortalecimento do Agricultura Familiar (Pronaf), o nível de acessibilidade do crédito rural, independentemente da fonte dos recursos, ainda é considerado baixo, quando comparado à outros estados brasileiros e até mesmo entre estados da Região Nordeste. Segundo os dados do Censo Agropecuário realizado em 2017, apenas 12% dos estabelecimentos rurais no Estado declararam ter obtido algum tipo de financiamento. Contudo, mesmo que baixa, a acessibilidade de crédito rural no Estado do Ceará é heterogênea entre os municípios. O município de Jaguaratama, por exemplo, apresentou uma cobertura no acesso ao crédito rural em torno de 39% dos estabelecimentos rurais. Por outro lado, observa-se municípios com menos de 1% dos estabelecimentos rurais que obtiveram acesso a algum tipo de financiamento, como foi o caso do município de Pindoretama em 2017.

Em face à heterogeneidade no acesso ao crédito rural no estado do Ceará, este estudo tem como objetivo principal analisar os efeitos de uma maior intensidade no acesso ao crédito rural sobre a produção agropecuária, de modo que o efeito médio do tratamento sobre os tratados foi alcançado por meio de regressões estimadas por Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) e ponderadas por pesos obtidos por *entropy balancing*. Além de variáveis climáticas para controlar as estimativas, foram utilizados dados municipais Censo Agropecuário de 2017, que permitiram extrair características demográficas dos produtores, bem como da atividade agropecuária e dos estabelecimentos rurais. Em função da indisponibilidade dos microdados do Censo, todas as variáveis municipais do Censo Agropecuário foram relativizadas pela quantidade de estabelecimentos rurais. Assim, as unidades analisadas representam uma fazenda com características médias da amostra de estabelecimentos rurais – definidas como fazendas representativas em estudos anteriores (FREITAS et al., 2020; HELFAND et al, 2015). Portanto, dada a impossibilidade de identificação dos produtores que tiveram ou não acesso a financiamentos rurais, as observações tratadas são os municípios com proporção de estabelecimentos rurais que obtiveram financiamento acima da média adicionada de um desvio-padrão para essa variável. Assim, a *dummy* de tratamento corresponde a uma maior cobertura no acesso ao crédito rural.

Os efeitos do crédito rural sobre a produção e/ou produtividade agrícola no Brasil e regiões são vastos na literatura (GARCIAS; KASSOUF, 2016; GASQUES et al., 2017; ARAUJO; VIEIRA FILHO, 2018; COSTA; VIEIRA FILHO, 2018; ASSUNÇÃO; SOUZA, 2019; FREITAS et al., 2020; EUSÉBIO et al., 2020; MAIA et al., 2020). Em geral, estes estudos encontram efeitos positivos e significativos sobre a produção agropecuária no Brasil e heterogênea entre as regiões. Este estudo, entretanto, fornece contribuições à uma literatura específica que trata dos efeitos do crédito rural no estado do Ceará sob diferentes perspectivas do crédito rural e do setor agropecuário. Foram explorados os efeitos da maior intensidade do

crédito rural em relação à fonte do financiamento (público ou privado) e sobre diferentes variáveis de produção (produção animal e produção vegetal (temporária ou permanente). Além disso, este estudo investiga se a irrigação e extensão rural podem atuar como canais na qual o crédito rural pode afetar a produção agropecuária no Estado.

As evidências encontradas neste estudo apontam que uma maior taxa de cobertura no acesso ao crédito rural aumenta a produção agropecuária no estado do Ceará, mas não é estatisticamente capaz de ampliar a produção de culturas de forma específica. Além disso, quando o financiamento é destinado a realização de investimentos, o efeito de uma maior cobertura de acesso ao crédito rural dessa modalidade tende a importar mais que a modalidade de custeio. Contudo, a origem do recurso financiado no estado do Ceará parece não ser importante para ampliar a produção agropecuária. Os resultados também sugerem que municípios com maior cobertura de acesso ao crédito rural desempenham melhor na produção agropecuária por meio do acesso a tecnologias capazes de ampliar a produção, como é o caso dos diferentes sistemas de irrigação.

Além dessa introdução, este estudo está estruturado em outras cinco seções. A próxima seção, apresenta uma breve revisão de literatura sobre os efeitos do crédito rural sobre a produção agropecuária. A terceira seção descreve a estratégia empírica e os dados utilizados na pesquisa. A quarta seção, por outro lado, apresenta as estatísticas descritivas e principais resultados e a discussão destes. Por fim, o trabalho é finalizado com as considerações finais.

2. Revisão de literatura: crédito rural e evidências sobre a produção agropecuária

Conforme destaca Batista et al. (2019), o crédito rural concedido ao setor agropecuário desempenha um papel relevante para o desenvolvimento rural, pois permite a injeção de recursos voltados para o custeio de insumos, investimento em máquinas e implementos agrícolas, além de proporcionar melhores condições para a comercialização. Segundo o autor, o crédito rural torna o setor agropecuário mais produtivo e eficiente. Nesse sentido, destaca que o crédito rural no Brasil no ano de 2016 foi de aproximadamente 152 bilhões de reais, sendo que 7,48% deste total foi concedido à região Nordeste. Além disso, destaca que o Nordeste tem apresentado um crescimento dos valores financiados nos últimos anos.

Dado os elevados valores movimentados, a busca por identificar os efeitos que o crédito rural de fato causa para o setor agropecuário se torna cada vez mais importante, ao gerar informações necessárias que subsidiam a manutenção e formulação de políticas públicas.

Os efeitos do crédito rural sobre os resultados do setor agropecuário são amplamente debatidos na literatura nacional e internacional. Encontra-se, para o Brasil, evidências do efeito do crédito rural sobre a Produtividade Total dos fatores (PTF), produtividade da terra ou do trabalho e/ou eficiência técnica (ARAUJO; VIEIRA FILHO, 2018; FREITAS et al., 2020; GARCIAS; KASSOUF, 2016; GASQUES et al., 2017) e sobre a quantidade produzida (COSTA; VIEIRA FILHO, 2018; SOUZA; MOURÃO; ASSUNÇÃO, 2021). Além disso, os efeitos positivos sobre o valor da produção agropecuária foram encontrados em diversos estudos (ARAUJO; VIEIRA FILHO, 2018; ASSUNÇÃO; SOUZA, 2019; EUSÉBIO et al., 2020; FREITAS et al., 2020; GARCIAS; KASSOUF, 2016; GASQUES et al., 2017).

Apesar da vasta literatura, poucas evidências dos efeitos do crédito rural para regiões específicas do Brasil estão disponíveis e, menos ainda, para os casos de estados brasileiros. Dias, Silva e Costa (2023), por exemplo, encontraram efeitos positivos dos recursos concedidos pelo Pronaf sobre o valor bruto da produção de lavouras temporárias. Além disso, os autores mostram que em regiões caracterizadas como polos de irrigação, os resultados melhores em relação aos demais grupos, em contraposição aos municípios localizados no

semiárido. Santos e Braga (2013) mostram que o crédito foi efetivo para aumentar a produtividade dos fatores no setor agrícola para a região Nordeste. No caso do Estado do Ceará, Damasceno, Khan e Lima (2011) sugerem associações positivas do Pronaf sobre a renda e geração de emprego. Ademais, Passos e Khan (2019) avaliaram o impacto do Pronaf sobre a sustentabilidade agrícola dos agricultores familiares da microrregião do Vale Médio do Curu no Estado do Ceará, por meio de técnicas quase-experimentais. Os autores encontram efeitos positivos sobre a gestão econômica e social da propriedade, mas efeitos nulos sobre as práticas agrícolas sustentáveis. Já Costa et al. (2018) encontraram os efeitos positivos e significativos do Programa de Microcrédito Rural Agroamigo na produção e produtividade por trabalhador dos agricultores familiares beneficiados localizados no Cariri Central do estado do Ceará.

3. Procedimentos metodológicos

3.1 Estratégia empírica

Este estudo procura responder se mais acesso ao crédito rural no estado do Ceará resulta em uma maior produção agropecuária. Para tanto, adotou-se uma estratégia empírica baseada em técnicas quase-experimentais para estimação do *average effect of treatment on the treated (ATT)*. Para identificar os municípios (ou fazendas representativas) tratados com maior acessibilidade de crédito rural, foram considerados aqueles que apresentam proporção de estabelecimentos rurais que obtiveram financiamento superior à média adicionada de um desvio-padrão desta variável. Assim, as unidades de análise abaixo desse ponto de corte foram consideradas como o grupo de controle.

Uma forma simples e ingênua de obter o ATT seria considerar a comparação dos resultados potenciais médios entre tratados (municípios com maior cobertura no acesso ao crédito rural) e controles (municípios com menor cobertura no acesso ao crédito rural), tal como a equação 1 abaixo:

$$ATT = E[Y(1)|T = 1] - E[Y(0)|T = 0] \quad (1)$$

Entretanto, essa medida corresponde a uma estimativa enviesada do efeito do tratamento sobre os tratados. Isso porque podem existir características observadas e não observadas que não são independentes da condição de tratamento. No caso deste estudo, o efeito do tratamento seria livre de viés se os resultados médios das fazendas representativas tratadas na situação de ter recebido o tratamento fossem comparados com os resultados médios destas mesmas fazendas na situação em que não tivessem recebido o tratamento, que é comumente chamado de grupo contrafactual das observações tratadas, conforme a equação (2) a seguir:

$$ATT = E[Y(1)|T = 1] - E[Y(0)|T = 1] \quad (2)$$

Contudo, a situação contrafactual, $E[Y(0)|T = 1]$, não é observada, sendo geralmente necessário utilizar as informações do grupo de controle tal como na equação (1). Nesse sentido, para amenizar o problema de auto-seleção na equação (1), este estudo adota uma estratégia de estimação baseada em regressões estimadas por *Ordinary Least Squares (OLS)*, conforme a equação (3) abaixo, ponderadas por pesos obtidos por *entropy balancing*:

$$\ln(Y_i) = \beta_0 + \beta_1 T_i + \sum_{j=2}^k \beta_j X_{j,i} + \varepsilon_i \quad (3)$$

Na equação (3) acima, a variável de resultado Y_i corresponde à produção agropecuária que é medida pelo logaritmo natural do valor da produção agropecuária do município i (outras variáveis da produção agropecuária serão utilizadas e que estão detalhadas na seção de dados); $X_{j,i}$ é um vetor formado por k características observáveis do município i ; T_i indica a condição de tratamento, assumindo valor 1, quando o município for considerado tratado, isto é, quando possui maior acessibilidade em crédito rural com base no critério mencionado anteriormente e, 0 caso contrário; β 's são os parâmetros a serem estimados, em que o ATT é captado pelo parâmetro β_1 . ε_i é o termo de erro. Note que, a estimação do parâmetro de interesse β_1 , sem a ponderação dos dados, corresponde exatamente à diferença calculada pela equação 1, caso os resultados potenciais fossem condicionados em X .

Contudo, a ponderação dos dados no sentido de entropia permite obter um equilíbrio exato das covariáveis observadas entre os municípios tratados e controles. Isso torna a condição de tratamento independente das covariáveis. Assim como em modelos baseados em técnicas pareamentos, essa abordagem pressupõe que a seleção sobre não observáveis também não afetaria a variável de resultado na ausência do tratamento, uma vez que os grupos são similares em termos de características observáveis após a ponderação dos dados. Apesar de ser bastante utilizada em estudos de avaliação de impacto, as técnicas baseadas em pareamento por escores de propensão, tais como o *propensity score matching* (PSM), possuem algumas limitações quando comparadas à eficiência da abordagem de balanceamento por entropia proposta por Hainmueller (2012). A primeira delas é que o balanceamento por entropia alcança o balanceamento das covariáveis com exatidão, enquanto que no PSM geralmente o balanceamento ocorre de forma assintótica. Além disso, as abordagens baseadas em escores de propensão requerem grandes amostras e escores de propensão corretamente especificados.

Desse modo, a abordagem *Entropy Balancing* que envolve um esquema de ponderação das observações do grupo de controle para estimativa posterior do efeito tratamento. Primeiramente, o balanceamento das covariáveis é obtido ao ponderar as observações do grupo de controle pelo w_i que é obtido ao resolver o seguinte problema de otimização:

$$\min_{w_i} H(w) = \sum_{\{i|T=0\}} h(w_i) \quad (4)$$

Sujeito às restrições de equilíbrio e normalidade

$$\sum_{\{i|T=0\}} w_i c_{ri}(X_i) = m_r \text{ com } r \in 1, \dots, R \quad (5)$$

$$\sum_{\{i|D=0\}} w_i = 1 \quad e \quad (6)$$

$$w_i \geq 0 \text{ para todo } i \text{ tal que } T = 0, \quad (7)$$

em que a função de perda $h(w_i) = w_i \log \left(\frac{w_i}{q_i} \right)$ é uma distância métrica de divergência de entropia definida em Kullback (1959). q_i é o peso base (com $q_i \geq 0 \forall i$ em $T = 0$ e $\sum_{i|T=0} q_i = 1$).⁵ Se $h(w_i) = 0$ implica que o vetor de pesos w_i é igual ao vetor de pesos base q_i . $c_{ri}(X_i) = m_r$ representa um conjunto de R restrições de equilíbrio impostas para

⁵ O default é $q_i = 1/n_0$, em que n_0 é tamanho da amostra de controle.

balancear as distribuições das covariáveis (X_i) do grupo de tratado e de controle. As equações (6) e (7) representam duas restrições de normalização, em que (6) implica que a soma dos pesos da constante de normalização é igual a 1 e (7) representa uma restrição de não negatividade, uma vez que a distância métrica não é definida por valores negativos. Esse esquema de reponderação permite que os momentos amostrais do grupo de controle reponderado correspondam exatamente aos momentos amostrais no grupo de tratamento.

Esse esquema garante que o grupo de controle contenha, em média, unidades de análises que são tão similares possíveis as unidades tratadas. Em seguida, os pesos w_i foram utilizados para ponderar as unidades de análise na equação 3, para encontrar o efeito de uma maior acessibilidade do crédito rural sobre o valor da produção no estado do Ceará.

Na prática, essa ponderação dos dados permite obter uma aproximação dos resultados potenciais do grupo contrafactual, $E[Y(0)|T = 1]$, não observado da seguinte forma:

$$E[Y(0)|\widehat{T} = 1] = \frac{\sum_{\{i|T = 0\}} Y_i w_i}{\sum_{\{i|T = 0\}} w_i}, \quad (8)$$

Assim, após a ponderação dos dados no sentido de entropia, a estimativa de β_1 representaria uma estimativa do ATT obtido na equação (2).

3.2 Fonte dos dados e descrição das variáveis

Neste estudo, foram utilizados os dados municipais do Censo Agropecuário de 2017, disponibilizados publicamente no site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) através do Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA). Essa base reporta, geralmente, o número de estabelecimentos rurais com determinada característica do dirigente do estabelecimento rural, do estabelecimento rural ou determinada prática agropecuária, tecnologia ou serviços utilizados pelos estabelecimentos. Além disso, algumas variáveis de resultados em termos monetários também estão disponíveis. Todas as variáveis coletadas do Censo Agropecuário foram relativizadas em relação ao total de estabelecimentos rurais do município (Ver Quadro 1). Assim, as variáveis representam uma média de determinada característica. Estudos anteriores, como Helfand et al. (2015); Sobreira et al. (2016) e Freitas et al. (2020) adotam essa estratégia, de modo que as unidades de análise passam a ser consideradas como fazendas representativas de um determinado município.

A variável de tratamento, neste estudo, também foi extraída dos dados públicos do Censo Agropecuário. A base permite identificar o número de estabelecimentos rurais que obtiveram algum financiamento no período de outubro de 2016 a setembro de 2017, sendo possível desagregar o número de estabelecimentos pela fonte do financiamento concedido. Note que, para a abordagem para estimação de efeito tratamento proposta neste estudo, o ideal seria necessário identificar exatamente os estabelecimentos que obtiveram ou não algum financiamento, mas, dado o nível agregado dos dados, isso não é possível. Dessa forma, adotou-se uma estratégia, também utilizada em estudos anteriores, para definição da *dummy* de tratamento.⁶ As fazendas representativas tratadas, neste estudo, foram aquelas que apresentaram valor, para a variável *Proporção de estabelecimentos rurais que obtiveram financiamento*, superior à média adicionada de um desvio-padrão. O grupo de controle, por outro lado, são aquelas fazendas representativas valores desta variável abaixo ou igual a esse ponto de corte. Assim, o tratamento considerado neste estudo corresponde a uma maior cobertura (ou acessibilidade) na concessão de crédito rural.

⁶ Garcias and Kassouf (2016), por outro lado, definiram o tratamento se a maioria dos estabelecimentos sofreram restrições de crédito no município.

Ademais, diferentes tipos de tratamento foram considerados. Por exemplo, a condição de tratamento mencionada acima não faz distinção entre a fonte dos recursos financiados. Nesse sentido, três diferentes fontes de financiamento foram consideradas como diferentes tratamentos. A primeira corresponde a fonte de financiamento que não é proveniente de programas de crédito. A segunda considera o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF) como fonte de financiamento e, por fim, a terceira corresponde a outros programas de crédito: Programa Terra Forte e Terra Sol; Programa de Apoio a Projetos de Infraestrutura e serviços nos territórios rurais (PROINF); Programa Fomento Rural; Programa Nacional de Apoio ao Médio Produtor Rural (Pronamp); outro programa (federal, estadual ou municipal). Desse modo, a mesma estratégia para criação da *dummy* de tratamento foi adotada para avaliar, também, o efeito de uma maior cobertura no acesso ao crédito rural de acordo com a fonte de financiamento. Além disso, o efeito de uma maior acessibilidade de crédito rural conforme a finalidade do financiamento também foram considerados. Neste estudo, as duas principais finalidades foram consideradas: investimento e custeio.

Como variável dependente, este estudo considera o valor bruto da produção agropecuária como variável de resultado principal na qual se pretende estimar o efeito de uma maior acessibilidade ao crédito rural. No entanto, o estado do Ceará que apresenta uma grande diversidade de produtos agropecuários na qual o crédito rural pode exercer diferentes influências. Nessa perspectiva, este estudo avalia o efeito de uma maior cobertura de crédito rural sobre diferentes variáveis de resultado, além do valor bruto da produção total, a saber: *valor bruto da produção animal, valor bruto da produção vegetal*⁷, *valor bruto da produção de lavouras permanentes, valor bruto da produção de lavouras temporárias, quantidade produzida de feijão, quantidade produzida de milho* (que representam as duas principais culturas no Estado do Ceará). As quantidades produzidas foram obtidas junto a pesquisa Produção Agrícola Municipal (PAM) também disponibilizada pelo IBGE.

O balanceamento das covariáveis foi obtido considerando características que podem determinar tanto o valor da produção (variável dependente) quanto a condição de tratamento (*dummy* de tratamento *T*), tomando como base a literatura prévia sobre determinantes do acesso ao crédito rural e funções de produção agropecuária (DIAS et al., 2021; FREITAS et al., 2020). Além das *dummies de mesorregião*, o vetor de covariáveis utilizadas no balanceamento por entropia correspondem especificamente às: *características demográficas do dirigente do estabelecimento rural* - sexo, idade e escolaridade; *características do estabelecimento rural* – área utilizada, condição de propriedade da terra, local de residência, trabalhadores ocupados, segmento do agricultor/ produtor, condição de associativismo.

Além disso, foram incluídas, na especificação base da equação (3), variáveis sobre irrigação e assistência técnica (pública ou privada) como forma de verificar potenciais mecanismos de transmissão pelos quais uma maior acessibilidade ao crédito rural pode influenciar a produção agropecuária. A especificação da equação (3), sugerida neste estudo, também leva em consideração um conjunto de variáveis climáticas que influenciam diretamente os níveis de produção agropecuária. Contudo, estas variáveis foram utilizadas apenas no sentido de controlar as estimativas às variações climáticas e, dessa forma, não entraram no cálculo do peso de entropia. As variáveis climáticas foram disponibilizadas pelo *Terrestrial Hydrology Research Group (THRG)* e foram utilizadas utilizando os cálculos e recomendações sugeridos por Sheffield et al. (2006). Essas variáveis correspondem à temperatura média mensal (°C) e precipitação acumulada mensal (mm) no período 1980-2016, que foram desagregadas por estação, captando as mudanças significativas do clima entre as duas estações: verão, considerando os meses de dezembro a fevereiro; e, inverno, entre os meses de junho a agosto.

⁷ Além da produção de lavouras permanentes e temporárias, a produção vegetal inclui a produção de horticultura, floricultura, silvicultura e extração vegetal.

Neste estudo, optou-se por transformar as variáveis com unidades de medida distintas em termos de logaritmo natural como, por exemplo, valor da produção, quantidade produzida, área do estabelecimento, pessoal ocupado e as variáveis climáticas. O Quadro 1, em apêndice, resume as variáveis utilizadas neste estudo.

4. Análise dos resultados

4.1 Estatísticas descritivas

A análise a seguir busca descrever as características do setor agropecuário cearense relacionadas ao nível de acessibilidade ao crédito rural e das características do produtor e do estabelecimento rural, bem como das práticas e tecnologias utilizadas, que estão correlacionadas com aos níveis de produção agropecuária. A Tabela 1, por exemplo, reporta a proporção média de cobertura no acesso ao crédito rural no Ceará e entre as diferentes mesorregiões do Estado, bem como a distribuição das fazendas representativas com maior cobertura no acesso ao crédito rural (tratadas) e de menor cobertura (controles). As estatísticas apontam para níveis relativamente baixos de cobertura no acesso ao crédito rural em todo o estado cearense, com média inferior à região Nordeste (12,7%, na média, segundo os dados do Censo Agropecuário). Contudo, é possível observar que há certa heterogeneidade na cobertura no acesso ao crédito rural entre as mesorregiões do Estado, com ênfase para a mesorregião Sul Cearense que apresenta uma cobertura média de quase 15% dos estabelecimentos rurais com acesso ao crédito rural. O município de Jaguaritama, na mesorregião do Jaguaribe, se destaca como aquele com maior taxa de cobertura no acesso ao crédito rural, em que 696 dos 1777 estabelecimentos rurais obtiveram crédito rural em 2017. Pindoretama, por outro lado, se destaca como o município com menor taxa de acessibilidade ao crédito rural no estado do Ceará, de modo que apenas 6 dos 1490 estabelecimentos rurais declararam ter obtido algum financiamento no período de referência do Censo.

Tabela 1 – Proporção de estabelecimentos rurais com algum financiamento

Região	Média	D.P.	Min.	Max.	Controles	Tratados	N
Ceará	0,119	0,069	0,004	0,392	155	27	182
Centro-Sul Cearense	0,092	0,015	0,02	0,193	12	2	14
Jaguaribe	0,118	0,021	0,008	0,392	17	4	21
Metropolitana de Fortaleza	0,066	0,02	0,005	0,181	10	0	10
Noroeste Cearense	0,113	0,008	0,008	0,288	41	5	46
Norte Cearense	0,12	0,011	0,004	0,298	31	5	36
Sertões Cearenses	0,134	0,011	0,029	0,268	25	5	30
Sul Cearense	0,148	0,014	0,034	0,289	19	6	25

Fonte: Censo Agropecuário 2017.

Ao se observar a heterogeneidade nos níveis de acesso ao crédito rural entre os municípios cearenses, surge uma questão associada às evidências já encontradas na literatura sobre os efeitos do crédito rural. Municípios com maior acessibilidade ao crédito rural estariam positivamente associados com maiores níveis de produção agropecuária? Desse modo, a Tabela 2 fornece as diferenças brutas entre os dois grupos para diferentes indicadores da produção agropecuária no Ceará. Uma vez que o estado se destaca por sua diversidade produtiva, apesar da baixa produtividade, os indicadores considerados remetem à produção animal, à produção vegetal e, especificamente, de lavouras permanentes e temporárias. Além disso, a produção das principais culturas do estado, milho e feijão, também foram analisadas.

Os dados mostram que a diferença bruta entre tratados e controles para todas as variáveis de interesse foram estatisticamente nulas, embora favoráveis ao grupo de controle (exceto para a produção de milho), conforme aponta o teste de diferença de médias *t-student* (Tabela 2).

Tabela 2 – Diferença de médias – Indicadores agropecuários – Ceará – 2017

Y	Ceará	Obs.	Média	E.P.	D.P.
Produção total	Controle	155	19,435	5,201	64,747
	Tratados	27	12,857	1,471	7,644
	Total	182	18,459	4,436	59,839
	Diferença		6,578	12,504	
Produção animal	Controle	155	14,651	5,084	63,298
	Tratados	27	8,611	1,521	7,902
	Total	182	13,755	4,337	58,503
	Diferença		6,039	12,226	
Produção vegetal	Controle	155	4,784	0,485	6,041
	Tratados	27	4,245	0,586	3,047
	Total	182	4,704	0,422	5,694
	Diferença		0,539	1,190	
Produção lavouras permanentes	Controle	141	2,079	0,430	5,108
	Tratados	25	1,060	0,265	1,325
	Total	166	1,926	0,368	4,746
	Diferença		1,019	1,030	
Produção lavouras temporárias	Controle	154	1,734	0,100	1,243
	Tratados	27	1,576	0,159	0,827
	Total	181	1,710	0,088	1,190
	Diferença		0,158	0,249	
Quantidade de feijão	Controle	155	0,374	0,033	0,416
	Tratados	27	0,341	0,053	0,275
	Total	182	0,369	0,029	0,398
	Diferença		0,033	0,083	
Quantidade de milho	Controle	155	0,991	0,086	1,070
	Tratados	27	1,188	0,244	1,270
	Total	182	1,020	0,082	1,100
	Diferença		-0,198	0,230	

Fonte: Censo Agropecuário 2017/PAM 2017.

Contudo, vale ressaltar que a simples comparação dos resultados médios entre as fazendas representativas de maior e menor acessibilidade ao crédito, como realizado na Tabela 2, pode representar uma estimativa enviesada do efeito de uma maior acessibilidade ao crédito rural, uma vez que diferenças em características observadas e não observadas entre os dois grupos podem confundir a estimativa do efeito. Para que a estimação do efeito do tratamento sobre os tratados seja livre de viés, uma hipótese fundamental é que a condição de tratamento independa das características observadas e não observadas dos dois grupos. Em métodos não-experimentais para dados *cross-section*, a comparação entre observações tratadas e controles pode ser considerada uma estimativa livre de viés caso as unidades de análises fossem semelhantes em termos dessas características. Entretanto, dada a impossibilidade de verificar a semelhança dos indivíduos dos dois grupos em termos de características não observáveis, supõem-se que se os indivíduos que são parecidos em características observáveis, então eles também seriam semelhantes em características não observáveis. Essa é uma hipótese forte, portanto, mas não há garantias que fatores não observados independam do tratamento. Por exemplo, dois produtores rurais podem ter o mesmo nível de escolaridade, no entanto, o produtor tratado é mais perseverante que o produtor não tratado e, portanto, a diferença na produção entre os dois produtores pode ser confundida com a diferença nos níveis de perseverança, que é não observada.

Neste estudo, a comparação entre os resultados das fazendas representativas com maior acessibilidade e menor acessibilidade ao crédito rural é realizada entre observações que apresentam equilíbrio em termos de características observadas em diferentes momentos estatísticos. Este equilíbrio é alcançado após a ponderação dos dados por *entropy balancing*, conforme reporta a Tabela 3. A Tabela 3 expressa os três primeiros momentos estatísticos das covariáveis, antes e após a ponderação dos dados no sentido de entropia para as fazendas representativas tratadas e do grupo de controle. Antes da ponderação dos dados, as estatísticas mostram que os dois grupos expressam diferenças para os três momentos estatísticos.

Tabela 3 – Momentos estatísticos das covariáveis – Ceará

	Covariáveis	Tratados			Controles		
		Média	Variância	Assimetria	Média	Variância	Assimetria
Antes da ponderação	Noroeste Cearense	0,185	0,157	1,621	0,265	0,196	1,068
	Norte Cearense	0,185	0,157	1,621	0,200	0,161	1,500
	Metropolitana de Fortaleza	0,000	0,000	,	0,065	0,061	3,545
	Sertões Cearenses	0,185	0,157	1,621	0,161	0,136	1,842
	Jaguaribe	0,148	0,131	1,981	0,110	0,098	2,498
	Centro-Sul Cearense	0,074	0,071	3,253	0,077	0,072	3,162
	Ln(precipitação verão)	4,504	0,053	0,249	4,474	0,044	0,278
	Ln(precipitação inverno)	2,991	0,163	-0,530	3,057	0,190	-0,768
	Ln(temperatura verão)	3,314	0,001	-0,631	3,321	0,001	-0,714
	Ln(temperatura inverno)	3,262	0,001	-0,137	3,277	0,001	-0,741
	Sexo masculino	0,823	0,002	0,149	0,803	0,004	-0,554
	Idade > 65 anos	0,219	0,001	-0,355	0,228	0,001	0,676
	Baixa Escolaridade	0,594	0,010	-0,672	0,601	0,009	-0,082
	Ln(área)	2,598	0,512	0,470	2,511	0,642	-0,484
	Proprietário da terra	0,643	0,027	-0,452	0,660	0,026	-0,415
	Reside no estabelecimento	0,783	0,010	-0,195	0,749	0,020	-1,051
	Ln(pessoas ocupadas)	0,835	0,038	-0,238	0,827	0,053	0,060
	Agricultura não familiar	0,262	0,014	1,689	0,250	0,010	0,752
	Associação	0,467	0,028	-0,666	0,415	0,036	-0,161
Após a ponderação	Noroeste Cearense	0,185	0,157	1,621	0,185	0,152	1,623
	Norte Cearense	0,185	0,157	1,621	0,185	0,152	1,623
	Metropolitana de Fortaleza	0,000	0,000	,	0,001	0,001	26,990
	Sertões Cearenses	0,185	0,157	1,621	0,185	0,152	1,623
	Jaguaribe	0,148	0,131	1,981	0,148	0,127	1,983
	Centro-Sul Cearense	0,074	0,071	3,253	0,074	0,069	3,256
	Ln(precipitação verão)	4,504	0,053	0,249	4,504	0,055	0,197
	Ln(precipitação inverno)	2,991	0,163	-0,530	2,992	0,138	-0,631
	Ln(temperatura verão)	3,314	0,001	-0,631	3,314	0,001	-0,490
	Ln(temperatura inverno)	3,262	0,001	-0,137	3,262	0,001	-0,455
	Sexo masculino	0,823	0,002	0,149	0,823	0,004	-0,316
	Idade > 65 anos	0,219	0,001	-0,355	0,219	0,001	0,021
	Baixa Escolaridade	0,594	0,010	-0,672	0,594	0,008	-0,200
	Ln(área)	2,598	0,512	0,470	2,598	0,612	-0,160
	Proprietário da terra	0,643	0,027	-0,452	0,643	0,024	-0,644
	Reside no estabelecimento	0,783	0,010	-0,195	0,783	0,012	-1,079
	Ln(pessoas ocupadas)	0,835	0,038	-0,238	0,835	0,030	0,198
	Agricultura não familiar	0,262	0,014	1,689	0,262	0,014	0,918
	Associação	0,467	0,028	-0,666	0,466	0,037	-0,278

Fonte: Censo Agropecuário 2017/ THRG. Notas: A mesorregião Sul Cearense usada como região de referência.

Em geral, as fazendas representativas no Estado do Ceará com maior acessibilidade ao crédito rural se caracterizam por apresentarem maior proporção de dirigentes do sexo masculino, que residem no estabelecimento rural, que não pertencem ao segmento da agricultura familiar e que estão associados. Além disso, se caracterizam por maiores

estabelecimentos em área e empregam mais pessoas no campo. Por outro lado, também se caracterizam por menor proporção de estabelecimentos cujos dirigentes possuem idade acima dos 65 anos, baixa escolaridade e que são proprietários da terra (Tabela 3).

As *dummies* de mesorregião foram consideradas no balanceamento, uma vez que o desempenho produtivo e o tratamento podem ser influenciados por heterogeneidades específicas regionais, como as decisões dos gestores públicos municipais, a oferta de crédito ou questões estruturais e culturais dos produtores em cada mesorregião que afetariam a demanda por crédito rural. Os dados revelam algumas disparidades entre a proporção de tratados e controles em pelo menos duas das sete mesorregiões. Na mesorregião do Noroeste Cearense, por exemplo, a proporção de fazendas do grupo de controle que pertencem a essa mesorregião é superior à proporção de estabelecimentos tratados que pertencem à mesma mesorregião (Tabela 3).

Por outro lado, após a ponderação dos dados, o equilíbrio das covariáveis entre os dois grupos é alcançado quase que de forma exata para todos os momentos estatísticos, atendendo a hipótese de balanceamento nos observáveis em sua plenitude. Desse modo, o grupo de controle passa a ter as mesmas características do grupo de tratados em diferentes momentos estatísticos.

4.2 Mais acesso ao crédito rural no Ceará, maior produção agropecuária?

Nessa seção, os efeitos de uma maior cobertura no acesso ao crédito rural sobre o valor bruto da produção agropecuária e os potenciais mecanismos de transmissão pelos quais o crédito rural pode influenciar os indicadores da produção agropecuária são explorados inicialmente. Em seguida, analisa-se os efeitos heterogêneos por diferentes fontes de financiamento e finalidades dos recursos financiados. Por fim, os efeitos sobre a produção específica de milho e feijão no Ceará foram investigados.

4.2.1 Efeitos sobre o valor bruto da produção total

Os principais resultados deste estudo estão expressos na Tabela 4. Os efeitos de uma maior cobertura no acesso ao crédito rural sobre a produção agropecuária estão expressos para estimativas antes da ponderação dos dados (Painel A) e após a ponderação pelo peso de entropia (Painel B). Em ambos os casos, foram estimadas sete diferentes especificações para verificar a sensibilidade no parâmetro de interesse (o ATT) à inclusão de novas covariáveis. Na coluna [1], por exemplo, apenas as *dummies* de mesorregiões estão na especificação, além da variável de tratamento, cujo parâmetro ATT está associado. Na segunda especificação [2], variáveis de temperatura e precipitação foram adicionadas e, assim sucessivamente para os demais vetores de covariáveis, de modo que o Painel X indica quais covariáveis estão incluídas em cada especificação. A especificação completa corresponde à coluna [7], em que todas as covariáveis foram incluídas na regressão. Os coeficientes associados às *dummies* de mesorregião, temperatura e precipitação, características do produtor, características do estabelecimento e interceptos foram omitidos⁸ propositalmente para facilitar a apresentação dos resultados principais deste estudo, uma vez que estas variáveis foram incluídas apenas para controlar as estimativas por essas características. Além do ATT, do efeito da irrigação e da assistência técnica, cada painel contém a estatística r-quadrado de cada especificação e o número de observações.

Com relação aos diferentes painéis, nota-se que as estimativas após a ponderação dos dados são menos sensíveis à diferentes especificações, de modo que o ATT estimado permanece inalterado até a quarta especificação, demonstrando que as covariáveis são de independentes da condição de tratamento. Desse modo, considerando o painel B como a estimativa principal deste

⁸ As estimações completas podem ser enviadas mediante solicitação.

estudo, observa-se que, na especificação [4] e [6], encontra-se um ATT positivo e significativo. Isto é, ter uma maior cobertura no acesso ao crédito rural amplia o valor bruto da produção em 20,08% (ATT estimado de 0,183 na especificação [6] do Painel B).

Tabela 4 – Efeito do tratamento sobre os tratados (ATT) - Ceará

Ceará	Variável dependente: Ln(Valor Bruto da Produção)	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]
Antes da ponderação dos dados (A)	ATT	0,164 [0,123]	0,182 [0,123]	0,179 [0,125]	0,209+ [0,116]	0,16 [0,113]	0,205+ [0,116]	0,161 [0,113]
	Irrigação	No	No	No	No	2,152** [0,708]	No	2,182** [0,729]
	Assistência Técnica	No	No	No	No	No	0,251 [0,445]	-0,179 [0,456]
	R ²	0,34	0,445	0,475	0,532	0,573	0,533	0,573
	N	182	182	182	182	182	182	182
Após a ponderação dos dados (B)	ATT	0,193 [0,118]	0,193+ [0,110]	0,193+ [0,110]	0,193+ [0,099]	0,147 [0,102]	0,183+ [0,098]	0,145 [0,101]
	Irrigação	No	No	No	No	1,765* [0,702]	No	1,740* [0,705]
	Assistência Técnica	No	No	No	No	No	0,604 [0,571]	0,135 [0,555]
	R ²	0,178	0,26	0,284	0,41	0,468	0,415	0,468
	N	182	182	182	182	182	182	182
X	<i>Dummies</i> Mesorregião	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
	Temperatura e precipitação	No	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
	Características do produtor	No	No	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
	Características do Estabelecimento	No	No	No	Yes	Yes	Yes	Yes

Fonte: Censo Agropecuário 2017/ THRG. Notas: A mesorregião Sul Cearense usada como região de referência. Erros-Padrão robustos entre colchetes. + $p < 0.1$, * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$.

Embora esses resultados corroborem a hipótese que mais acesso ao crédito rural estimule uma maior produção agropecuária no estado do Ceará, uma questão relacionada à forma arbitrária que define quais estabelecimentos possuem ou não uma maior acessibilidade ao crédito rural. Será que os resultados permanecem ao modificar a condição de tratamento? Assim, para checar a robustez dos resultados encontrados na Tabela 4, foram realizadas novas estimativas a partir de variações no critério de definição das unidades tratadas e controle. A primeira variação permite um aumento no número de fazendas representativas tratadas (passando de 27 para 41 fazendas tratadas) e redução do grupo de controle. Neste caso, foram consideradas tratadas aquelas fazendas representativas que possuem uma proporção de estabelecimentos que obtiveram crédito rural ($z1$) superior à média de $z1$ adicionada 75% de um desvio-padrão de $z1$. No segundo caso, foram consideradas tratadas as fazendas representativas com proporção de estabelecimentos rurais que obtiveram crédito rural acima da média de $z1$ adicionada de 125% de um desvio-padrão de $z1$. Neste caso, observa-se uma redução das unidades tratadas (passando de 27 para 16 fazendas representativas tratadas). As estimativas para essas duas variações na condição de tratamento estão expressas na Tabela A1 (em apêndice) e foram ponderadas pelo peso de entropia, que foi calculado ao considerar as mesmas covariáveis da estimativa principal ao considerar sua respectiva *dummy* de tratamento. Os resultados encontrados para essas diferentes condições de tratamento conferem robustez aos achados da Tabela 4, dada a similaridades dos parâmetros estimados.

Portanto, estabelecimentos rurais representativos intensivos no acesso ao crédito rural estão associados positivamente a melhores resultados da produção agropecuária. Esse resultado corrobora achados anteriores e recentes do efeito do crédito rural no Brasil (Eusébio et al., 2020; Freitas et al., 2020). Além disso, estão em sintonia com a ideia de que uma menor restrição financeira proporcionada pelo montante de crédito disponível para o município permitiria aos

produtores maior facilidade para adquirir insumos modernos, adotar tecnologias mais produtivas e serviços (Freitas et al., 2020).

Essa maior facilidade poderia, portanto, atuar como mecanismo de transmissão do crédito rural pelo qual a fazenda representativa poderia obter maior desempenho produtivo. Assim, as especificações [5], [6] e [7] foram estimadas para testar os mecanismos. A especificação [5], por exemplo, adiciona a variável “*proporção de estabelecimentos rurais com algum sistema de irrigação*” em relação à especificação [4]. Note que o parâmetro ATT perde magnitude e significância. Isso é diferente ao que ocorre na especificação [6], na qual apenas a variável “*proporção de estabelecimentos rurais que receberam serviços de assistência técnica*” é incluída quando comparada à especificação [4]. Neste caso, não se observa nenhuma sensibilidade do parâmetro ATT. Por outro lado, na especificação [7], que inclui essas duas variáveis, o parâmetro ATT volta a perder magnitude e significância, o que sugere uma superestimação do efeito do crédito rural dada ausência dessa variável.

Embora a variável irrigação seja associada positiva e significativamente com a produção agropecuária, a sensibilidade do parâmetro ATT em relação a essa variável pode indicar que a irrigação possa ser um importante canal de transmissão do efeito do crédito rural sobre a produção agropecuária. Isso pode significar que parte do efeito do crédito rural sobre o valor da produção é explicado pelo efeito indireto que o crédito rural exerce sobre a aquisição de sistemas de irrigação, que por sua vez também estão associados positivamente e significativamente com o valor da produção agropecuária. Rabêlo (2006) enfatiza que o estado do Ceará se destaca neste aspecto entre os estados do Nordeste, uma vez que o estado foi organizado em agropolos onde foram zoneadas as regiões com maiores potencialidades para a agricultura irrigada.

Para testar essa hipótese, regressões complementares foram estimadas para verificar a influência do crédito rural sobre a variável “*proporção de estabelecimentos rurais com algum sistema de irrigação*” (ver Tabela 5). Os resultados encontrados mostram que as fazendas representativas com maior acesso ao crédito rural estão positiva e significativamente associadas com maior proporção de estabelecimentos rurais com algum sistema de irrigação (localizada, por superfície, por aspersão ou outros métodos de irrigação). Tais resultados sugerem que fazendas representativas com maior acessibilidade ao crédito rural podem ter acesso à sistemas de irrigação que, por sua vez, influenciam positivamente o valor bruto da produção agropecuária. Assim, a adoção de sistemas de irrigação no Ceará pode atuar como um canal no qual uma maior cobertura de crédito rural afeta a produção agropecuária.

Tabela 5 – Efeito tratamento sobre a fazendas representativas com sistema de irrigação – 2017

Variável dependente: Irrigação	CE
ATT: Crédito rural	0,022+ [0,013]
<i>Dummies</i> de mesorregião	Sim
<i>Temperatura e Precipitação</i>	Sim
Características do produtor	sim
Características do estabelecimento	Sim
Assistência técnica	Sim
Intercepto	4,168** [1,367]
R ²	0,512
Número de observações	182

Fonte: Censo agropecuário 2017. Notas: + $p < 0.1$, * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$.

Esse resultado reforça a hipótese que uma menor restrição ao crédito rural permite que os produtores rurais busquem tecnologias capazes de ampliar a sua produtividade agropecuária, conforme também ressalta Freitas et al. (2020).

4.2.2 Efeitos de uma maior cobertura no acesso ao crédito rural por fonte do recurso

Os recursos concedidos para estabelecimentos rurais podem ser captados por diferentes fontes, com particularidades distintas, como a forma de amortização, taxa de juros, público alvo, etc. Nesse sentido, este estudo buscou verificar se uma maior cobertura no acesso a determinada fonte do recurso possui os mesmos efeitos sobre a produção agropecuária cearense encontrados anteriormente. Dada a grande diversidade de fontes de financiamentos na qual os produtores possuem acesso, este estudo optou por agregar as diferentes fontes em três possibilidades. A primeira corresponde à proporção de estabelecimentos rurais que receberam recursos não oriundos de programas públicos de crédito rural. Em seguida, estima-se o efeito de uma maior cobertura no acesso ao crédito rural exclusivamente do Pronaf. Por fim, levou-se em consideração uma maior acessibilidade a recursos de outros programas públicos que não fosse o Pronaf.

A Tabela 6, a seguir, expressa o efeito médio do tratamento sobre os tratados de uma maior cobertura no acesso ao crédito rural ao considerar a cobertura por diferentes fontes de financiamento. Os achados sugerem que, embora se verifiquem associações positivas sobre o valor bruto da produção agropecuária, o efeito de uma maior cobertura no acesso por diferentes fontes de forma isolada não foi estatisticamente significativa.

Tabela 6 – ATT por diferentes fontes de financiamento – Ceará – 2017

Fonte do financiamento	Ln (Valor Bruto da Produção Total)	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]
Outras fontes	ATT	0,123 [0,144]	0,123 [0,133]	0,123 [0,131]	0,123 [0,119]	0,106 [0,117]	0,127 [0,122]	0,122 [0,117]
	Irrigação	No	No	No	No	1,772* [0,700]	No	2,007** [0,728]
	Assistência Técnica	No	No	No	No	No	-0,201 [0,545]	-0,87 [0,646]
	R ²	0,173	0,294	0,322	0,431	0,473	0,431	0,481
	N	182	182	182	182	182	182	182
Pronaf	ATT	0,113 [0,126]	0,113 [0,118]	0,113 [0,117]	0,113 [0,106]	0,128 [0,100]	0,106 [0,106]	0,144 [0,101]
	Irrigação	No	No	No	No	2,286** [0,686]	No	2,459** [0,748]
	Assistência Técnica	No	No	No	No	No	0,249 [0,653]	-0,574 [0,693]
	R ²	0,158	0,275	0,294	0,422	0,486	0,423	0,49
	N	175	175	175	175	175	175	175
Outros programas	ATT	0,126 [0,129]	0,126 [0,119]	0,127 [0,118]	0,127 [0,115]	0,071 [0,111]	0,125 [0,109]	0,075 [0,109]
	Irrigação	No	No	No	No	3,091*** [0,793]	No	2,829*** [0,816]
	Assistência Técnica	No	No	No	No	No	1,879* [0,780]	0,662 [0,800]
	R ²	0,405	0,484	0,503	0,546	0,622	0,572	0,624
	N	171	171	171	171	171	171	171
X	<i>Dummies</i> Mesorregião	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
	Temperatura e precipitação	No	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
	Características do produtor	No	No	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
	Características do Estabelecimento	No	No	No	Yes	Yes	Yes	Yes

Fonte: Censo agropecuário 2017/THRG. Notas: + p < 0.1, * p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001. Erros-Padrão robustos entre colchetes.

Esses resultados vão de encontro às evidências encontradas por Freitas et al. (2020) para o caso brasileiro de forma geral. Conforme destacam os autores, o efeito do crédito rural é positivo e significativo, independentemente da fonte do financiamento, no entanto, o efeito de

recursos obtidos por outras fontes é superior em relação ao crédito oriundo do Pronaf. Os resultados encontrados para o cenário cearense, por outro lado, podem estar associados ainda à baixa cobertura no acesso ao crédito rural no Estado em relação ao que se observa em outros estados e regiões brasileiras.

4.2.3 Efeitos de uma maior cobertura no acesso ao crédito rural por finalidade

Não obstante, além da origem do financiamento, a finalidade do financiamento pode influenciar os resultados de produção agropecuária de forma heterogênea ao contexto que desconsidera a forma na qual os recursos foram investidos. Nesse sentido, este estudo também buscou estimar os efeitos de uma maior cobertura no acesso ao crédito rural sobre a produção agropecuária ao considerar as diferentes finalidades as quais os recursos foram destinados. Apesar da possibilidade de quatro diferentes finalidades, este estudo considerou apenas as duas principais finalidades nas quais os recursos geralmente são concedidos, a saber, a finalidade de custeio e investimento. As evidências apontam que os efeitos de uma maior cobertura no acesso ao crédito rural segundo a finalidade do financiamento possuem efeitos positivos e significativos independentemente da finalidade. Contudo, conforme expresso na Tabela 7, o efeito de recursos concedidos para finalidade de investimentos tende a ser superior ao efeito encontrado para finalidade de custeio.

Tabela 7 – ATT segundo a finalidade do financiamento – Ceará - 2017

Finalidade	Ln (Valor Bruto da Produção)	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]
Custeio	ATT	0,228+	0,228*	0,228*	0,228*	0,184+	0,212*	0,179+
		[0,118]	[0,112]	[0,112]	[0,100]	[0,102]	[0,097]	[0,100]
	Irrigação	No	No	No	No	1,565*	No	1,404*
						[0,672]		[0,673]
	Assistência Técnica	No	No	No	No	No	1,109+	0,634
						[0,594]	[0,599]	
	R ²	0,185	0,275	0,288	0,445	0,484	0,46	0,489
	N	181	181	181	181	181	181	181
Investimento	ATT	0,321	0,321	0,321	0,321*	0,352*	0,320*	0,351*
		[0,245]	[0,223]	[0,201]	[0,157]	[0,142]	[0,156]	[0,143]
	Irrigação	No	No	No	No	4,656***	No	4,569***
						[1,259]		[1,353]
	Assistência Técnica	No	No	No	No	No	1,270+	0,387
						[0,724]	[0,746]	
	R ²	0,181	0,315	0,41	0,579	0,655	0,585	0,656
	N	180	180	180	180	180	180	180
X	<i>Dummies</i> Mesorregião	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
	Temperatura e precipitação	No	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
	Características do produtor	No	No	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
	Características do Estabelecimento	No	No	No	Yes	Yes	Yes	Yes

Fonte: Censo agropecuário 2017. Notas: + p < 0.1, * p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001. Erros-Padrão robustos entre colchetes.

4.2.4 Efeitos sobre outros indicadores da agropecuária cearense

Até aqui foram examinados os efeitos de uma maior cobertura no acesso ao crédito rural na produção agropecuária, que está medida em termos de valor bruto da produção total no Ceará. Contudo, o Ceará se destaca por sua diversidade produtiva, de modo que uma maior acessibilidade em crédito rural pode imprimir efeitos heterogêneos a depender do tipo de produto considerados. Nesta seção, avalia-se o efeito de uma maior cobertura no acesso ao crédito rural sobre diversos indicadores da produção agropecuária (Tabela 8).

Tabela 8 – ATT segundo o tipo de produção agropecuária – Ceará – 2017

Tipo de produção		[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]
Animal	ATT	0,082 [0,192]	0,082 [0,168]	0,082 [0,164]	0,082 [0,138]	0,074 [0,146]	0,072 [0,139]	0,067 [0,146]
	Irrigação	No	No	No	No	0,336 [1,096]	No	0,22 [1,113]
	Assistência Técnica	No	No	No	No	No	0,683 [0,920]	0,624 [0,901]
	R ²	0,276	0,421	0,45	0,569	0,57	0,571	0,572
	N	182	182	182	182	182	182	182
Vegetal	ATT	0,087 [0,132]	0,087 [0,120]	0,087 [0,121]	0,087 [0,105]	0,024 [0,101]	0,088 [0,104]	0,032 [0,100]
	Irrigação	No	No	No	No	2,396*** [0,552]	No	2,533*** [0,568]
	Assistência Técnica	No	No	No	No	No	-0,057 [0,630]	-0,74 [0,516]
	R ²	0,179	0,301	0,313	0,481	0,559	0,481	0,563
	N	182	182	182	182	182	182	182
Lavouras permanentes	ATT	-0,074 [0,406]	-0,138 [0,385]	-0,096 [0,386]	-0,121 [0,297]	-0,264 [0,277]	-0,115 [0,297]	-0,266 [0,279]
	Irrigação	No	No	No	No	6,103*** [1,459]	No	6,163*** [1,538]
	Assistência Técnica	No	No	No	No	No	1,812 [2,021]	-0,314 [1,919]
	R ²	0,375	0,501	0,516	0,675	0,727	0,678	0,727
	N	164	164	164	164	164	164	164
Lavouras temporárias	ATT	0,005 [0,103]	0,012 [0,096]	0,016 [0,093]	0,011 [0,078]	0,002 [0,075]	0,01 [0,078]	0,003 [0,076]
	Irrigação	No	No	No	No	0,35 [0,538]	No	0,355 [0,516]
	Assistência Técnica	No	No	No	No	No	0,067 [0,499]	-0,028 [0,468]
	R ²	0,167	0,287	0,316	0,52	0,523	0,52	0,523
	N	181	181	181	181	181	181	181
Feijão	ATT	0,068 [0,197]	0,068 [0,185]	0,068 [0,180]	0,068 [0,171]	0,029 [0,169]	0,076 [0,182]	0,040 [0,175]
	Irrigação	No	No	No	No	1,483 [1,045]	No	1,67 [1,155]
	Assistência Técnica	No	No	No	No	No	-0,557 [1,320]	-1,007 [1,415]
	R ²	0,09	0,21	0,239	0,324	0,341	0,325	0,347
	N	182	182	182	182	182	182	182
Milho	ATT	0,076 [0,212]	0,076 [0,199]	0,076 [0,195]	0,076 [0,190]	0,064 [0,193]	0,066 [0,200]	0,058 [0,200]
	Irrigação	No	No	No	No	0,468 [1,081]	No	0,365 [1,185]
	Assistência Técnica	No	No	No	No	No	0,653 [1,284]	0,555 [1,409]
	R ²	0,398	0,457	0,471	0,505	0,506	0,506	0,507
	N	182	182	182	182	182	182	182
X	<i>Dummies</i> Mesorregião	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
	Temperatura e precipitação	No	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
	Características do produtor	No	No	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
	Características do Estabelecimento	No	No	No	Yes	Yes	Yes	Yes

Fonte: Censo agropecuário 2017/THRG. Notas: + p < 0.1, * p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001. Erros-Padrão robustos entre colchetes.

Primeiro, estima-se o efeito sobre o valor da produção animal, vegetal, lavouras permanentes e temporárias. Em seguida, estima-se o efeito sobre toneladas produzidas de feijão e milho, que são as principais culturas de lavouras temporárias no estado e cujo os dados estão disponíveis para a grande maioria dos municípios.

Ao seguir a mesma estratégia empírica da Tabela 4, a Tabela 8 expõe as estimativas do efeito médio do tratamento sobre os tratados de uma maior cobertura no acesso ao crédito rural sobre diferentes indicadores da produção agropecuária. As evidências encontradas neste estudo apontam que, para indicadores desagregados da produção agropecuária no Ceará, o efeito de uma maior cobertura no acesso ao crédito rural não está associado a maiores níveis de nenhuma das produções agropecuárias de forma específica.

5. Considerações finais

Este estudo buscou avaliar essencialmente se mais acesso ao crédito rural é importante para aumentar a produção agropecuária no Estado do Ceará. Dada a indisponibilidade dos microdados do Censo agropecuário, utilizou-se a proporção de estabelecimentos rurais que receberam crédito rural para determinar os municípios com maior e menor cobertura no acesso ao crédito rural. Assim, municípios com taxa de cobertura no acesso ao crédito rural superior à média adicionada de 1 desvio-padrão definiu as observações tratadas. Portanto, buscou-se estimar Efeito Médio do Tratamento sobre os Tratados (ATT), por meio de uma estratégia que combina regressões padrões e balanceamento por entropia, que permitiu um equilíbrio exato das características observadas entre os grupos tratado e controle em três momentos estatísticos.

Os resultados deste estudo mostram que o tratamento dado por uma maior taxa de cobertura no acesso ao crédito rural possui um efeito positivo e significativo sobre o valor bruto da produção agropecuária no estado do Ceará. No entanto, não é suficiente para influenciar significativamente produções de culturas específicas, como milho e feijão, que se destacam como as duas principais culturas de lavouras temporárias do estado. Por outro lado, constatou-se que a finalidade do recurso financiado possibilita efeitos heterogêneos de uma maior cobertura no acesso ao crédito rural. O efeito de maior acesso ao crédito rural com finalidade de investimento parece importar mais para a produção agropecuária do que quando comparado à finalidade de custeio, embora ambas possuam efeitos positivos e significativos sobre o setor agropecuário cearense. Outro achado deste estudo foi que a origem do recurso parece não exercer influência significativa na produção agropecuária. Observou-se também que municípios com maior cobertura no acesso ao crédito rural no estado do Ceará estão maiores propícios à implementação de novas tecnologias de produção, como a implantação de sistemas de irrigação, sendo esse um possível canal de transmissão dos efeitos de uma maior acessibilidade ao crédito rural sobre a produção agropecuária cearense.

Conclui-se, portanto, que uma maior cobertura no acesso ao crédito rural no Ceará é importante para o desenvolvimento rural deste estado. Entretanto, dado o baixo nível de acessibilidade a esses recursos, os efeitos ainda não são perceptíveis para setores específicos da agropecuária cearense. Além disso, reduzir as restrições ao crédito rural no estado do Ceará pode permitir que os produtores rurais invistam cada vez mais em tecnologias capazes de ampliar a produtividade da terra, como os sistemas de irrigação, uma vez que em algumas regiões do estado a disponibilidade de água é fortemente afetada pelas condições climáticas do semiárido.

Referências bibliográficas

ARAUJO, J. A., VIEIRA FILHO, J. E. R.. **Análise dos impactos do Pronaf na agricultura**

do Brasil no período de 2007 a 2016 (Texto para Discussão N. 2412). Rio de Janeiro-RJ: IPEA, 2018.

ASSUNÇÃO, J., SOUZA, P.. Resumo para política pública. **O impacto do crédito rural na agricultura brasileira e no meio ambiente**. Rio de Janeiro: Climate Policy Initiative. 2019

BAPTISTA, C. H. M. S. et al. Crédito rural e população rural na região Nordeste: Uma análise especial. *Anais*, p. 1-18, 2019.

COSTA, E. M., VIEIRA FILHO, J. E. R.. Choque de oferta no crédito rural e seu impacto produtivo na agricultura brasileira. **In:** Sachsida, A. (Ed.), *Políticas públicas: avaliando mais de meio trilhão de reais em gastos públicos*. Brasília: IPEA, 2018

COSTA, E. M. et al. Efeitos heterogêneos do programa agroamigo sobre os pequenos produtores rurais. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 49, n. 2, p. 43-61, 2018.

DIAS, T. K. M.; SILVA, V. H. M. C.; COSTA, E. M. Crédito rural e produção das lavouras temporárias nos distintos cenários do nordeste brasileiro. **Rev Econ Sociol Rural**, v. 61, n. 1, 2013

DIAS, T. K. M. et al. O impacto da posse da terra do agricultor familiar sobre o acesso ao crédito rural. **Planejamento e Políticas Públicas**, n. 58, 2021.

DAMASCENO, N. P.; KHAN, A. S.; LIMA, P. V. P. S.. O impacto do Pronaf sobre a sustentabilidade da agricultura familiar, geração de emprego e renda no Estado do Ceará. **Rev Econ Sociol Rural**, v. 49, n. 1, 2011.

EUSÉBIO, G. S.; MAIA, A. G.; SILVEIRA, R. L. F. Crédito rural e impacto sobre o valor da produção agropecuária: uma análise para agricultores não familiares. **Gestão & Regionalidade**, v. 36, n. 108, 2020, pp. 89–109.

FERREIRA, M. O.; RAMOS, L. M.; ROSA, A. L. T. Crescimento da agropecuária cearense: comparação entre as produtividades parciais e total. **Rev Econ Sociol Rural**, v. 44, p. 503-524, 2006.

FREITAS, C. O.; SILVA, F. A.; TEIXEIRA, E. C.. Crédito rural e desempenho produtivo na agropecuária brasileira. **In:** Vieira Filho, J. E. R., Gasques, J. G. (Eds.), *Uma jornada pelos contrastes do Brasil: cem anos do Censo Agropecuário*. Brasília: IPEA, 2020

GARCIAS, M. O.; KASSOUF, A. L. Assessment of rural credit impact on land and labor productivity for Brazilian family farmers. **Nova Economia**, v. 26, n. 3, 721–746, 2016.

GASQUES, J. G., BACCHI, M. R. P., BASTOS, E. T., Impactos do crédito rural sobre variáveis do agronegócio. **Revista de Política Agrícola**, v. XXVI, n. 4, pp. 132–140, 2017.

HAINMUELLER, J. Entropy balancing for causal effects: A multivariate reweighting method to produce balanced samples in observational studies. **Political Analysis**, v. 20, n. 1, pp. 25–46, 2012

HELFAND, S. M., MAGALHÃES, M. M., RADA, N. E., **Brazil's agricultural total factor productivity growth by farm size**. Inter-American Development Bank (Working Paper No. 609), Washington DC, 2015.

MAIA, A. G.; EUSÉBIO, G. S.; SILVEIRA, R. L. F. Can credit help small family farming? Evidence from Brazil. **Agricultural Finance Review**, v. 80, n. 2, pp. 212–230, 2020.

PASSOS, A. T. B.; KHAN, A. S.. O impacto do PRONAF sobre a sustentabilidade agrícola de agricultores familiares na microrregião do vale do médio Curu, no estado do Ceará. **Economia Aplicada**, v. 23, n. 4, pp. 53-78, 2019.

RABÊLO, A. N. **Contribuição ao estudo da imprimação betuminosa das bases rodoviárias do Estado do Ceará.** 2006. 183 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, 2006.

SANTOS, R. B. N.; BRAGA, M. J. Impactos do Crédito Rural na produtividade da terra e do trabalho nas Regiões Brasileiras. **Economia Aplicada**, v. 17, n. 3, 2013.

SHEFFIELD, J.; GOTETI, G.; WOOD, E. F. Development of a 50-year high-resolution global dataset of meteorological forcings for land surface modeling. **Journal of Climate**, v. 19, n. 13, p. 3088–3111, 2006.

SOBREIRA, D. B. et al. Eficiência técnica agropecuária no estado da Bahia e seus fatores condicionantes no curto e longo prazo. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 47, n. 2, p. 59-76, 2016.

SOUZA, P.; MOURÃO, J.; ASSUNÇÃO, J.. **Os impactos do crédito rural na agropecuária e no uso da terra: uma análise dos biomas brasileiros.** Rio de Janeiro: Climate Policy Initiative, 2021.

Apêndice A – Variáveis e sensibilidade do ATT à variações da condição de tratamento

Quadro 1 – Descrição das variáveis

Variáveis	Descrição	Unidade de medida	
Q	Quantidade de estabelecimentos rurais no município	Número de estabelecimentos	
Variáveis de resultado**	Y1	Valor bruto da produção agropecuária/Q	Em Mil Reais / Estabelecimento
	Y2	Valor bruto da produção de origem animal / Q	
	Y3	Valor bruto da produção vegetal / Q	
	Y4	Valor bruto da produção de lavouras permanentes / Q	
	Y5	Valor bruto da produção de lavouras temporárias / Q	
	Y6	Quantidade produzida de feijão / Q	Toneladas / Estabelecimento
Características dos dirigentes	X1	Estabelecimentos rurais cujo dirigente do sexo masculino / Q	Proporção de estabelecimentos
	X2	Estabelecimentos rurais com dirigente de idade > 65 anos / Q	
	X3*	Estabelecimentos rurais com dirigentes de baixa escolaridade / Q	
Características do estabelecimento rural	X4**	Área do estabelecimento rural / Q	ha / Estabelecimento
	X5	Estabelecimentos rurais com dirigente proprietário das terras / Q	Proporção de estabelecimentos
	X6	Estabelecimentos rurais com dirigente residindo no estabelecimento / Q	
	X7**	Pessoas ocupadas no estabelecimento rural / Q	Trabalhadores / Estabelecimento
	X8	Estabelecimentos rurais com dirigente que não pertencem ao segmento da agricultura familiar / Q	Proporção de estabelecimentos
	X9	Estabelecimentos rurais com dirigente associado (cooperativas) / Q	
Mecanismos de transmissão	X10	Estabelecimentos rurais com uso de algum método de irrigação / Q	Proporção de estabelecimentos
	X11	Estabelecimentos rurais que receberam algum tipo de orientação técnica / Q	
	X12	Estabelecimentos rurais que receberam orientação técnica pública / Q	
	X13	Estabelecimentos rurais que receberam orientação técnica privada / Q	
Cobertura no acesso ao crédito rural	Z1	Estabelecimentos rurais que obtiveram algum financiamento / Q	Proporção de estabelecimentos
	Z2	Estabelecimentos rurais que obtiveram algum financiamento não oriundo de programas / Q	
	Z3	Estabelecimentos rurais que obtiveram algum financiamento oriundo do PRONAF / Q	
	Z4	Estabelecimentos rurais que obtiveram algum financiamento oriundo de outros programas / Q	

	Z5	Estabelecimentos rurais que obtiveram algum financiamento para investimento / Q	
	Z6	Estabelecimentos rurais que obtiveram algum financiamento para custeio / Q	
Variáveis de Tratamento	T1	1 – Se Z1 > Média de Z1 + 1 Desvio-padrão de Z1; 0 – Caso contrário	Dummies de tratamento
	T2	1 – Se Z2 > Média de Z2 + 1 Desvio-padrão de Z2; 0 – Caso contrário	
	T3	1 – Se Z3 > Média de Z3 + 1 Desvio-padrão de Z3; 0 – Caso contrário	
	T4	1 – Se Z4 > Média de Z4 + 1 Desvio-padrão de Z4; 0 – Caso contrário	
	T5	1 – Se Z5 > Média de Z5 + 1 Desvio-padrão de Z5; 0 – Caso contrário	
	T6	1 – Se Z6 > Média de Z6 + 1 Desvio-padrão de Z6; 0 – Caso contrário	
Variáveis climáticas**	C1	Temperatura média no verão	°C
	C2	Temperatura média no inverno	°C
	C3	Precipitação média no verão	(mm)
	C4	Precipitação média no inverno	(mm)

Fonte: Elaboração própria. Notas: *Nunca frequentou escola, classe de alfabetização, alfabetização de jovens e adultos, antigo primário. **Variáveis foram logaritmizadas.

Tabela A1 – Efeito do tratamento segundo diferentes condições de tratamento – Ceará - 2017

Ceará	Variável dependente Ln(Valor Bruto da Produção)	Após a ponderação por entropia						
		[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]
T = 1 se z1 > média de z1 + 0,5* desvio-padrão de z1	ATT	0,193+ [0,106]	0,198+ [0,104]	0,199+ [0,104]	0,200* [0,101]	0,133 [0,096]	0,198* [0,100]	0,133 [0,097]
	Irrigação	No	No	No	No	2,385*** [0,710]	No	2,365** [0,741]
	Assistência Técnica	No	No	No	No	No	0,743 [0,547]	0,101 [0,569]
	R ²	0,26	0,308	0,333	0,428	0,505	0,433	0,505
	N	182	182	182	182	182	182	182
T = 1 se z1 > média de z1 + 0,75* desvio-padrão de z1	ATT	0,192 [0,127]	0,141 [0,160]	0,185 [0,161]	0,229+ [0,126]	0,18 [0,122]	0,214+ [0,119]	0,18 [0,121]
	Irrigação	No	No	No	No	1,461** [0,538]	No	1,446** [0,527]
	Assistência Técnica	No	No	No	No	No	0,783 [0,641]	0,047 [0,684]
	R ²	0,305	0,355	0,388	0,55	0,582	0,557	0,582
	N	182	182	182	182	182	182	182
X	Dummies Mesorregião	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
	Temperatura e precipitação	No	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
	Características do produtor	No	No	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
	Características do Estabelecimento	No	No	No	Yes	Yes	Yes	Yes

Fonte: Censo Agropecuário 2017/ THRG. Notas: A mesorregião Noroeste Cearense foi removida para evitar a colinearidade perfeita. Erros-Padrão robustos entre colchetes. + p < 0.1, * p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001.