

Perfil da pecuária no Centro-Oeste¹

Eucinete de Menezes Albuquerque²
Kilmer Coelho Campos³
Francisco José Silva Tabosa⁴

Resumo – A pecuária brasileira do Centro-Oeste é de fundamental importância para a economia do País, pois a produção de bovinos na região corresponde a um terço da produção nacional. O objetivo deste trabalho foi estudar as relações entre aspectos tecnológicos e econômicos dos maiores municípios produtores da pecuária da região pelo método de análise de correlações canônicas (ACC). Os dados utilizados foram coletados do Sistema de Recuperação Automática (Sidra) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e do Censo Agropecuário de 2017, com base numa amostra dos 50 maiores municípios produtores de pecuária do Centro-Oeste. Os resultados indicam que o perfil técnico é fortemente representado pelo acesso ao crédito agrícola e investimentos, enquanto o perfil econômico é intensamente influenciado pela receita, pelo lucro e pela área de produção – de maneira especial, quanto maior for a receita, menor será o custo médio de produção.

Palavras-chave: análise de correlação canônica, perfil econômico, perfil técnico.

Livestock profile in the Midwest region of Brazil

Abstract – Livestock in the Brazilian Midwest region is essential for the country's economy, since the bovine production corresponds to one third of the national production. Thus, the objective of this work was to study the relationships between the technological and economic aspects of the largest livestock-producing municipalities located in this region, using the method of canonical correlation analysis (CCA) method. The data used were collected from the automatic recovery system (*Sistema de Recuperação Automática, SIDRA*) of the *Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)*, and from the 2017 agricultural census, from a sample of the 50 largest cattle-producing counties located in the Midwest region. The results indicate that the technical profile is strongly represented by the access to agricultural credits and investment, while the economic profile is strongly influenced by revenue, profit, and production area – in particular, as the higher is the revenue, the lower will be the average cost of production.

Keywords: canonical correlation analysis, economic profile, technical profile.

Introdução

A pecuária é reconhecida como uma atividade econômica que diz respeito ao conjun-

to de técnicas para a criação de animais. Sua participação no Produto Interno Bruto (PIB) do agronegócio brasileiro é ampla – o setor agropecuário movimenta bilhões por ano, além de

¹ Original recebido em 30/5/2022 e aprovado em 5/10/2022.

² Mestranda em Economia Rural. E-mail: eucinetemenezes@gmail.com

³ Professor associado do Departamento de Economia Agrícola e do Programa de Pós-Graduação em Economia Rural da Universidade Federal do Ceará (PPGER/UFC). E-mail: kilmer@ufc.br

⁴ Economista, professor do Departamento de Economia Agrícola e do Programa de Pós-Graduação em Economia Rural da Universidade Federal do Ceará (PPGER/UFC), bolsista de produtividade do CNPq. E-mail: franzetabosa@ufc.br

gerar milhares de empregos diretos e indiretos. Em relação à produção de carne bovina, em que o Centro-Oeste se destaca, é válido ressaltar que ela está cada vez maior no País, com novo recorde de faturamento com as vendas externas em 2021 (Walendorff, 2022).

O Centro-Oeste tem demonstrado há algum tempo que possui condições favoráveis à exploração pecuária economicamente rentável. Segundo Teixeira & Hespanhol (2014), a região apresentou maior expansão do efetivo bovino a partir da década de 1960, por possuir diferenciais naturais para o desenvolvimento da atividade, como vastas áreas de campos e cerrados e sua localização no centro do País, o que facilitava a ligação com as outras regiões, onde estão os maiores mercados consumidores, principalmente o Sudeste. Em 1980, o Centro-Oeste já possuía o maior rebanho do Brasil (Silva et al., 2012).

A região foi responsável por 34,6% do efetivo bovino nacional em 2020, contabilizando 75,4 milhões de cabeças, sendo Mato Grosso o maior produtor brasileiro, com 32,7 milhões de cabeças, seguido por Goiás, com 23,6 milhões, e Mato Grosso do Sul, com 23,3 milhões (Produção..., 2020).

Castro (2014) apresenta vários fatores que são frequentemente apontados como potenciais entraves ao desenvolvimento da pecuária na região: questões ambientais, deficiência logística, atraso tecnológico, falta de crédito e falta de assistência técnica. Mesmo assim, nas últimas décadas, a produção da região cresceu significativamente, seja pelo aumento de produtividade decorrente de modificações tecnológicas, seja pela incorporação de novas áreas de produção.

A aplicação de tecnologias está nas diversas etapas do processo produtivo pecuário, otimizando desde as práticas de manejo até a qualidade da carne. O resultado é positivo não só para os criadores, mas também para os frigoríficos e, por consequência, para o consumidor final. O crescimento da taxa de lotação se associa à fertilidade do solo e ao cruzamento genético de plantas forrageiras, o que favorece

o crescimento dos pastos, refletindo no custo de oportunidade, como o preço da carne, a competição com a produção de alimentos e os termos de trocas para insumos modernos (Vieira Filho, 2016).

O objetivo deste trabalho foi analisar as relações entre aspectos tecnológicos e econômicos dos maiores municípios produtores da pecuária do Centro-Oeste, e o método adotado foi o de análise de correlações canônicas, para determinar combinações lineares para cada grupo de variáveis (técnicas e econômicas), com base em dados do Censo Agropecuário de 2017 (IBGE, 2019).

Contextualização da pecuária no Centro-Oeste

Desde o fim do século 20, o Brasil vem se consolidando como um dos maiores produtores mundiais de proteínas animais graças à disponibilidade de terras, ao talento de seus produtores rurais e à tecnologia aqui desenvolvida e empregada na agropecuária. Esse conjunto de fatores permitiu que outras partes do mundo se beneficiassem dos alimentos produzidos no País (Abiec, 2021).

A pecuária do Brasil, uma das principais atividades econômicas do País, responde por 30,4% do PIB do agronegócio e por 8,1% do equivalente ao total brasileiro (Cepea, 2022), e constitui uma das mais importantes formas de uso do espaço, sendo capaz de alterar substancialmente a paisagem, já que seu desenvolvimento, geral e extensivamente, mobiliza grandes áreas cobertas por forragens das mais variadas espécies. A principal característica do desenvolvimento dessa atividade no País é a heterogeneidade dos sistemas de produção e dos mecanismos de gestão e de comercialização do gado (Carvalho & Zen, 2017).

Segundo dados da Embrapa (Kichel et al., 2012), em 2011 as pastagens ocupavam no Brasil a área de aproximadamente 200 milhões de hectares (30% do território nacional). No Centro-Oeste, no entanto, a ocupação já atinge pouco mais de

50% de seu território, quase o dobro da média nacional. Tais informações mostram a importância que a pecuária possui no contexto econômico da região e sua influência na exploração agrícola e na conservação dos recursos naturais.

A Tabela 1 mostra os efetivos das principais espécies criadas no Centro-Oeste e no Brasil. Em relação aos bovinos, o Centro-Oeste detém 34% do plantel nacional, sendo Mato Grosso e Goiás responsáveis por 25,8%, os estados com os maiores rebanhos bovinos brasileiros.

De acordo com análise do Cepea, a produção pecuária caiu 0,4% em 2020, mas a agropecuária cresceu 2,5% (Cepea, 2022). O setor de carne brasileira foi o segundo maior exportador do agronegócio, com US\$ 1,61 bilhão em janeiro de 2022 (+39,8%), alcançando valor recorde para esses meses em toda a série histórica. Houve incremento do volume exportado (+21,1%) e dos preços médios de exportação (+15,5%), sendo a carne bovina a de maior volume. O Brasil é o maior exportador de carne de aves e o terceiro maior produtor mundial nessa modalidade; ocupa o quarto lugar na exportação e produção global de suínos. Na pecuária de corte, somos o maior exportador mundial, com produção de dez milhões de toneladas, a segunda maior do mundo (Abiec, 2021).

Segundo Almeida & Medeiros (2015), na pecuária busca-se a melhoria do desempenho do animal correlacionada à melhora genética, à introdução da nutrição balanceada, à melhoria

da qualidade das pastagens e aos ingressos das inovações em gestão. Com as avaliações genéticas feitas no rebanho, é possível efetuar práticas de manejos adequadas de acordo com as características do animal geneticamente modificado, para se obter melhores resultados na propriedade (Couto, 2020).

Outro fator importante no desenvolvimento do agronegócio na região é a busca por produtos agrícolas em âmbito internacional, condição que favorece o desenvolvimento de atividades econômicas pelo aumento do preço das commodities, juntamente com a ajuda do Estado,

[...] responsável por garantir aportes de infraestrutura, financiamento, renegociações de dívidas agrícolas, mudanças nas legislações, pesquisa, dentre outros. (Mauro & Calaça, 2017, p.4).

Assim, o Centro-Oeste enfrenta um processo denominado mundialização da agricultura, no qual tanto o capital nacional quanto o internacional atuam na região para o desenvolvimento do agronegócio.

Por isso, o Centro-Oeste tem sido, nas últimas quatro décadas, a região de melhor desempenho econômico entre as macrorregiões brasileiras. A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), com o desenvolvimento de tecnologias em pecuária, especialmente na bovinocultura, ratifica enorme impacto na economia regional. Em três décadas, o tempo médio

Tabela 1. Efetivos da pecuária na região Centro-Oeste e no Brasil.

UF	Efetivo da pecuária (cabeças)			
	Bovinos	Ovinos	Suínos	Aves (mil)
Distrito Federal	84.225	22.866	186.698	9.144
Goiás	23.626.608	120.581	1.822.133	93.365
Mato Grosso	32.702.525	458.621	2.601.292	47.157
Mato Grosso do Sul	19.027.086	412.551	1.442.689	30.036
Centro-Oeste	75.440.444	1.014.619	6.052.812	179.702
Brasil	218.150.298	20.628.699	41.124.233	1.479.363
Relação Centro-Oeste/Brasil (%)	34,58	4,92	14,72	12,15

Fonte: Produção... (2020).

para o gado atingir o peso de abate caiu de 72 meses para 24 meses, em média, na região.

Os esforços em busca de maior sustentabilidade nas propriedades agrícolas do setor têm conduzido boa parte dos criadores a incorporar novos procedimentos, como recuperação de pastagens degradadas, integração com lavoura e floresta, melhoria da genética do rebanho e uso do sistema de confinamento. Os resultados têm sido mostrados especialmente por estes indicadores: incremento da taxa de lotação por hectare, redução do tempo de abate e aumento do número de animais cadastrados com cobertura de gordura e com peso maior das carcaças. E tudo isso apesar de a maior parte do rebanho bovino da região ser criada nos sistemas extensivo ou semiextensivo, com toda ou parte da alimentação do rebanho proveniente de pastagens naturais ou plantadas.

Este trabalho emprega a técnica de análise de correlações canônicas (ACC), cujo objetivo é encontrar combinações lineares, a partir de dois grupos de dados, de forma que a correlação entre essas variáveis seja maximizada. Ela se resume em associar índices a cada um dos conjuntos de dados, definidos como combinações lineares dos valores em cada um dos conjuntos, de forma a maximizar a correlação entre os dois índices. Dessa forma, busca-se reter ao máximo as informações contidas nas variáveis originais (Mingoti, 2007). Na literatura, não foram encontrados trabalhos referentes ao perfil técnico e econômico que adotem a análise de correlação canônica.

Metodologia

Natureza e fonte dos dados

A base de dados utilizada na pesquisa é composta de informações coletadas do Sistema

de Recuperação Automática (Sidra) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022), bem como do Censo Agropecuário de 2017 (IBGE, 2019). São dados condensados sobre os municípios do Centro-Oeste com maior produção pecuária. Para a análise, foi selecionada uma amostra dos 50 municípios⁵ (Figura 1) de maior produção efetiva (em cabeças) – 28 de Goiás, 11 de Mato Grosso do Sul e 11 de Mato Grosso. Tais estatísticas são extraídas por estabelecimentos a partir dos dados agregados dos municípios, por meio do método de fazendas representativas, e optou-se ainda por uma padronização das variáveis de perfil técnico (com exceção da variável *investimento*) mediante divisão de cada uma delas pelo total de estabelecimentos em cada município.

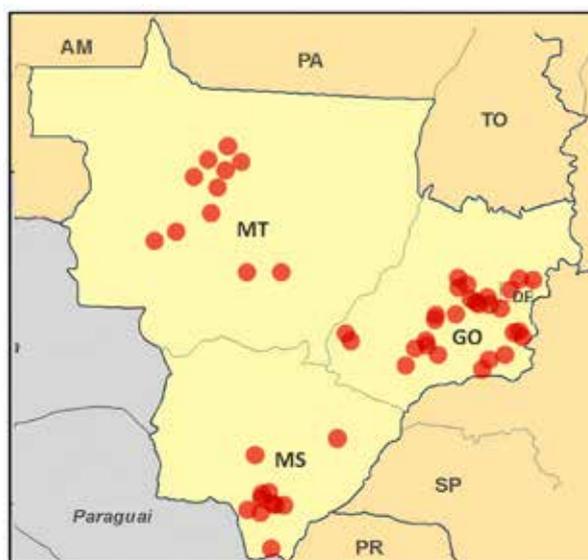


Figura 1. Centro-Oeste – municípios de maior produção pecuária efetiva.

A Tabela 2 mostra as variáveis dos perfis técnico e econômico utilizadas no estudo.

⁵ Distrito Federal; Goiás – Águas Lindas de Goiás, Alexânia, Aparecida do Rio Doce, Brazabrantes, Buriti Alegre, Campo Limpo de Goiás, Goianápolis, Heitoráí, Inhumas, Itaberaí, Itaguari, Itumbiara, Leopoldo de Bulhões, Marzagão, Maurilândia, Mineiros, Palmeiras de Goiás, Palmelo, Paraúna, Pires do Rio, Portelândia, Rio Verde, Santa Helena de Goiás, Santo Antônio da Barra, Santo Antônio de Goiás, São João da Paraúna e Urutaí; Mato Grosso do Sul – Água Clara, Caarapó, Douradina, Dourados, Fátima do Sul, Glória de Dourados, Iguatemi, Itaporã, Laguna Carapã, Sidrolândia e Vicentina; Mato Grosso – Campo Verde, Ipiranga do Norte, Lucas do Rio Verde, Nova Marilândia, Nova Mutum, Primavera do Leste, Sinop, Sorriso, Tangará da Serra, Tapurah e Vera.

Tabela 2. Variáveis do estudo – perfis técnico e econômico.

Perfil técnico	Perfil econômico
X_1 = Investimento (número de máquinas, tratores, implementos e veículos)	Y_1 = Receita ⁽¹⁾ (valor médio nos estabelecimentos agropecuários)
X_2 = Crédito agrícola (número de estabelecimentos que obtiveram financiamento)	Y_2 = Lucro ⁽¹⁾ (valor médio nos estabelecimentos agropecuários)
X_3 = Cooperativa (número de estabelecimentos que participam de cooperativas)	Y_3 = Produção (número médio de cabeças nos estabelecimentos)
X_4 = Orientação técnica (número de estabelecimentos com orientação técnica)	Y_4 = Área de produção (área com pastagem)
	Y_5 = Custo médio ⁽¹⁾ (valor médio das despesas nos estabelecimentos agropecuários)

⁽¹⁾ Foram utilizados como base o ano de 2017 para deflacionamento através do INPC 2021.

Método de análise

A análise de correlações canônicas (ACC) caracteriza-se por avaliar relações entre dois grupos influenciados por, no mínimo, dois caracteres. Ela faz um resumo das informações dos dois conjuntos, em duas combinações lineares, de forma a maximizar a correlação entre eles (Mingoti, 2007). É uma técnica estatística empregada para identificar e avaliar o grau de associação entre dois conjuntos de variáveis (X e Y) usando uma função específica da matriz de variância-covariância dessas variáveis (Khattree & Naik, 2000).

De maneira genérica, considera-se que o primeiro grupo é estabelecido por p caracteres e o segundo, por q , em que o número de correlações canônicas é igual ao menor número de caracteres que constitui um dos grupos (p ou q), e sua magnitude sempre decresce com a ordem em que são estimadas. Entretanto, o primeiro coeficiente é sempre maior ou igual, em valor absoluto, a qualquer coeficiente de correlação simples ou múltipla, entre os caracteres do primeiro e do segundo grupos.

A ACC é baseada na determinação de variáveis canônicas ortogonais e, por isso, as variáveis em cada grupo devem ser linearmente independentes. Se essa condição não for satisfeita de início, será necessário descartar as variáveis que são combinações lineares das demais (variáveis redundantes).

Sejam dois grupos de variáveis X e Y , em que $X = (X_1, X_2, \dots, X_p)$ é o vetor de medidas de p características que constituem o grupo I – variáveis técnicas –, e $Y = (Y_1, Y_2, \dots, Y_q)$ é o vetor das medidas de q características que constituem o grupo II – variáveis econômicas. Considerando-se X e Y conjuntamente, o vetor V e a matriz de covariância Σ são dados por

$$V_{(p+q) \times 1} = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \vdots \\ X_p \\ Y_1 \\ Y_2 \\ \vdots \\ Y_q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X \\ Y \end{bmatrix} \quad (1)$$

e

$$\Sigma = \begin{bmatrix} \sum_{(p \times q)11} & \vdots & \sum_{(p \times q)12} \\ \dots & \dots & \dots \\ \sum_{(p \times q)21} & \vdots & \sum_{(p \times q)22} \end{bmatrix} \quad (2)$$

Assim, os pq elementos de Σ_{12} medem a associação entre os dois grupos. O objetivo é concentrar a atenção em algumas poucas combinações lineares de variáveis pertencentes a X e Y , em vez de trabalhar com todas as covariâncias contidas em Σ_{12} . Adotando a notação utilizada por

Anderson (1984), sejam U e V combinações lineares das variáveis X e Y , definidas por

$$U = a'X, (U = a_1X + a_2X + \dots + a_pX) \quad (3)$$

e

$$V = b'Y, (U = b_1Y + b_2Y + \dots + b_qY) \quad (4)$$

em que a é o vetor $1 \times p$ de pesos das características do grupo I; e b é o vetor $1 \times q$ de pesos das características do grupo II. Assim,

$$Var(U) = a'Cov(X) \times a = a'\Sigma_{11} \times a \quad (5)$$

$$Var(V) = b'Cov(Y) \times b = b'\Sigma_{22} \times b \quad (6)$$

$$Cov(U,V) = a'Cov(X,Y) \times b = a'\Sigma_{12} \times b \quad (7)$$

Define-se como a primeira correlação canônica (r_1) aquela que elevar ao máximo a relação entre U_1 e V_1 . As funções U_1 e V_1 constituem o primeiro par canônico associado àquela correlação.

$$r_1 = Cov(X,Y) = \frac{Cov(X,Y)}{\sqrt{Var(U)Var(V)}} = \sqrt{\lambda_1} \quad (8)$$

O primeiro par de variáveis canônicas é o par de combinações lineares U_1, V_1 , com variância igual a 1, que maximiza a correlação. O k par de variáveis canônicas é o par de combinações linear U_k, V_k , com variância igual a 1, que maximiza a correlação entre todas as escolhas que não são correlacionadas com os pares de variáveis canônicas anteriores ($k - 1$).

Portanto, seguem as combinações lineares:

1º Par

$$U_1 = a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + a_{13}X_3 \dots + a_{1p}X_p$$

$$Y_1 = b_{11}Y_1 + b_{12}Y_2 + b_{13}Y_3 \dots + b_{1q}Y_q$$

2º Par

$$U_2 = a_{21}X_1 + a_{22}X_2 + a_{23}X_3 \dots + a_{2p}X_p$$

$$Y_2 = b_{21}Y_1 + b_{22}Y_2 + b_{23}Y_3 \dots + b_{2q}Y_q$$

Kº Par

$$U_k = a_{k1}X_1 + a_{k2}X_2 + a_{k3}X_3 \dots + a_{kp}X_p$$

$$Y_k = b_{k1}Y_1 + b_{k2}Y_2 + b_{k3}Y_3 \dots + b_{kq}Y_q$$

Na forma matricial, elas podem ser representadas por

$$U_1 = a_1'XU_2 = a_2'X \dots U_k = a_k'X$$

$$V_1 = b_1'YV_2 = b_2'Y \dots V_k = b_k'Y$$

Aqui, os λ_k (equação 8) são os autovalores que representam a variância explicada pelas variáveis canônicas. No caso do uso de variáveis padronizadas, então $\Sigma_{11} = R_{11}$, $\Sigma_{22} = R_{22}$ e $\Sigma_{12} = R_{12}$, em que R representa uma matriz de correlações:

$$R = \begin{bmatrix} R_{11} & R_{12} \\ R_{21} & R_{22} \end{bmatrix} \quad (9)$$

O primeiro passo é a determinação dos autovalores que podem ser obtidos por $|R_{11}^{-1}R_{12}R_{22}^{-1}R_{21} - \lambda I|$. Na sequência, calculam-se os autovetores (a e b) que seguem diretamente das equações $R_{11}^{-1}R_{12}R_{22}^{-1}R_{21}a = \lambda a$ e $R_{11}^{-1}R_{12}R_{22}^{-1}R_{21}b = \lambda b$.

A primeira correlação canônica entre a combinação linear das características dos grupos I e II é dada por $R_1 = \sqrt{\lambda_1}$, em que λ_1 é o maior autovalor da matriz R que é quadrada e não simétrica. Foram estimados, de ordem correspondente à p -ésima ou à q -ésima correlação estimada, as demais correlações e fatores canônicos a partir dos autovalores e autovetores das expressões descritas.

O critério adotado para verificar a significância da hipótese de que todas as possíveis correlações canônicas são nulas ($H_0 : R_1 = R_2 \dots, R_s = 0$), com $S =$ menor (p ou q) e $n =$ número de observações, foi o teste aproximado de χ^2 (Trugilho et al., 2003), dado por

$$\chi^2 = -[n - 0,5(p + q + 3)] \log_e \left[\prod_{i=1}^s (1 - r_i^2) \right] \quad (10)$$

A estatística está associada a pq graus de liberdade. Se a hipótese é rejeitada, testa-se a

hipótese $H_0 : r_k > 0$ e $r_k + 1 - r_k + 2 = \dots, r_s = 0$, por meio da equação

$$x^2 = -[n - 0,5(p + q + 3)] \log_e \left[\prod_{i=k+1}^s (1 - r_i^2) \right] \quad (11)$$

que está associado a x^2 com $(p - k)(p - k)$ graus de liberdade. Só as raízes estatisticamente significativas foram usadas para os subsequentes estudos sobre pares canônicos.

Os coeficientes de correlação canônica (R) são as raízes quadradas dos autovalores $R = \sqrt{\lambda_k}$ e podem ser interpretados como coeficientes de correlação. Sendo as correlações associadas às variáveis canônicas, elas são chamadas de correlações canônicas. Como índice para controle do grau de correlação canônica entre os dois grupos de variáveis, é usual adotar o maior coeficiente de correlação. Entretanto, as outras variáveis canônicas também podem ser significativas e fornecer interpretações.

Os autovalores (λ) podem ser interpretados como a parcela de variância compartilhada entre as respectivas variáveis canônicas. Os coeficientes de cada função canônica são chamados de coeficientes canônicos (*canonical loading*), que medem a correlação linear simples entre uma variável original observada no grupo I ou II e o par canônico. Esse coeficiente reflete a variância que a variável observada compartilha com o par ou variável canônica. Quanto maior o coeficiente canônico, maior é a importância da variável no grupo.

O quadrado das cargas de correlação canônica pode ser usado para estimar a parcela de variância compartilhada pelas variáveis canônicas em cada grupo. Se o grupo I tem p variáveis e o grupo II tem q variáveis, R^2 é a correlação canônica ao quadrado; multiplicando esse valor pela parcela da variância extraída, obtém-se a estimativa chamada “redundância”, ou seja, quão superpostas são as variáveis dos grupos:

$$\text{Redundância}_{\text{grupo I}} = [\Sigma(\text{cargas}^2_{\text{grupo I}} / p) \times R^2$$

e

$$\text{Redundância}_{\text{grupo II}} = [\Sigma(\text{cargas}^2_{\text{grupo II}} / p) \times R^2$$

A redundância será útil para avaliar a significância prática das raízes canônicas. Com amostras grandes, correlações canônicas próximas de $R = 0,30$ podem ser estatisticamente significativas. O quadrado desse coeficiente ($R^2 = 0,09$), usado na expressão de redundância, indicaria que as raízes canônicas são responsáveis só por um pouco de variabilidade nas variáveis. A avaliação da significância é subjetiva por natureza. Contudo, para avaliar a participação de uma raiz canônica na variância ou nas variáveis, é importante a medida de redundância, ou seja, quanto de variabilidade em um grupo é explicado pelo outro.

Este trabalho usou três métodos para a interpretação das variáveis canônicas: 1) pesos canônicos (coeficientes padronizados); 2) cargas canônicas (correlações estruturais); e 3) cargas cruzadas canônicas.

Resultados e discussão

Caracterização dos perfis técnico e econômico

A Tabela 3 mostra as estatísticas descritivas das variáveis originais, lembrando que as variáveis técnicas estão padronizadas e revelam a proporção de estabelecimentos para cada município estudado. A tecnologia mais empregada é a orientação técnica (34,05% dos estabelecimentos e variação de 46,10%), seguida por crédito agrícola (14,55% e 56,37%). A menos utilizada é a participação em cooperativa (13,61% e 228,99%).

Quanto à variável investimento – que diz respeito à disponibilidade de tratores, implementos, máquinas e veículos, indicativo do capital produtivo dos estabelecimentos nos municípios – existem 2.716 investimentos por estabelecimento na região, com variação de 26,98%. Apesar da quantidade de veículos se destacar na maioria dos estabelecimentos, segundo Castro (2014) apenas 20% dos estabelecimentos possuíam pelo menos um trator em 2006, mesmo

Tabela 3. Estatística descritiva das variáveis do modelo.

Variável original	Média	Desvio padrão	Coefficiente de variação (%)
X_1 = Investimento	2.716,812	0,732977	26,98
X_2 = Crédito agrícola	0,145503	0,082026	56,37
X_3 = Cooperativa	0,136075	0,311601	228,99
X_4 = Orientação técnica	0,340497	0,156954	46,09
Y_1 = Receita	653.665,6	920.490,3	140,82
Y_2 = Lucro	351.460,9	841.327	239,38
Y_3 = Produção	7.932,998	11.145,75	140,49
Y_4 = Área de produção	174,1315	286,3877	164,46
Y_5 = Custo médio	52,24552	73,80912	141,27

que de baixa potência – abaixo de 100 cavalos-vapor (CV) –, ou seja, cenário bem próximo da realidade de hoje. Conclui-se, portanto, que parte considerável da região não possui tratores nem implementos.

Dos estabelecimentos estudados, quase dois terços não recebem nenhum tipo de assistência. Além disso, como ocorre nas demais grandes regiões brasileiras, com exceção do Sul, chama a atenção o pequeno número de estabelecimentos que recebem assistência técnica de cooperativas, indício da pouca tradição em associativismo produtivo (Castro, 2014). Os grandes produtores possuem mais facilidade para acessar serviços de assistência técnica oferecidos por empresas privadas, enquanto os pequenos têm maior acesso ao serviço de Ater, com ampla difusão do serviço prestado pelas cooperativas agrícolas.

Apesar dos benefícios da adesão ao sistema de cooperativas agropecuárias em vários aspectos, como acesso ao crédito, acesso à assistência técnica, compra de insumos e venda da produção em melhores condições, a tradição associativista da agricultura regional é pequena (pelo menos quando comparada com a tradição do Sul) (Castro, 2014). Ramos & Vieira Filho (2021), num estudo sobre associativismo e cooperativismo, comprovaram que a região

Centro-Oeste é a que exibe o menor número de estabelecimentos familiares cooperados.

Lopes et al. (2016) ressaltam que os produtores que não têm acesso fácil à informação e/ou orientação técnica apropriada geralmente encontram dificuldades em cumprir os critérios de elegibilidade para o crédito agrícola. A consequência é que às vezes restam a eles apenas as opções de empréstimos mais limitadas e geralmente mais caras.

Teste de significância, correlações, raízes canônicas e coeficientes brutos (ou originais) das combinações lineares

A Tabela 4 mostra – de acordo com o teste de significância de Bartlett fundamentado no lambda de Wilks – a comprovação de que as funções canônicas foram significantes a 1% quando avaliadas as quatro variáveis canônicas conjuntamente. No entanto, nos testes individualizados para o conjunto de variáveis correlacionadas, a primeira e a segunda funções demonstraram significância em nível de 1%; a terceira exibiu significância a 10%; e só a quarta não foi significativa. Tais resultados confirmam a hipótese de existência de correlação entre o conjunto de variáveis de perfil técnico (independen-

Tabela 4. Teste de significância de Bartlett.

Variável canônica	Estatística	Valor correspondente da aproximação F	Graus de liberdade	Valor p
1 de 4	0,087956	7,4026	20	0,0000 ⁽¹⁾
2 de 4	0,471292	3,0534	12	0,0009 ⁽¹⁾
3 de 4	0,757546	2,1347	6	0,0574 ⁽¹⁾
4 de 4	0,990162	0,2186	2	0,8045

⁽¹⁾ Significante a 10%.

dentes) e o conjunto de variáveis relativas ao perfil econômico (dependentes).

Verificada a existência de relação linear entre os conjuntos de variáveis dos perfis técnico e econômico, é essencial avaliar a correlação canônica que mede a força de associação entre os dois conjuntos de variáveis ou o grau com que eles são linearmente correlacionados. As raízes canônicas (R^2), também conhecidas como autovalores, mostram a variância compartilhada entre os conjuntos de variáveis consideradas dependentes e explicativas (Fialho et al., 2016).

Os resultados da Tabela 5 mostram que a primeira função (par) canônica do conjunto de variáveis apresentou a maior correlação (0,9018), com a raiz canônica (R^2) correspondente a 0,8134; 0,3779 para a segunda função; e 0,2349 para a terceira. Isso significa que as variáveis canônicas independentes compartilham 81,34% das variáveis canônicas dependentes na primeira função, 37,79% na segunda e 23,49% na terceira. Similarmente, a variável canônica relacionada ao perfil tecnológico compartilha do mesmo percentual da variância da variável canônica do perfil econômico. A função quatro, além de não

Tabela 5. Correlações e R^2 canônicos.

Funções canônicas	Correlações canônicas	R^2 canônico
1	0,9018	0,8134
2	0,6150	0,3779
3	0,4847	0,2349
4	0,0989	0,0098

apresentar significância estatística ao nível de 5%, exibe R^2 também menor do que 10%.

Em síntese, só as três primeiras funções canônicas demonstraram significância estatística, o que confirma a hipótese de correlação. Conseqüentemente, as raízes canônicas apresentaram uma boa variância compartilhada até a terceira função. Além disso, importa ponderar que uma alta correlação canônica não é suficiente para que a relação linear entre as variáveis seja validada; são necessários outros indicadores que possam confirmar a predição (Fialho et al., 2016).

Constatada a significância da relação canônica e que os valores da raiz canônica são admitidos como válidos para a primeira, a segunda e a terceira funções, deve-se avaliar a importância relativa de cada variável, o que geralmente é feito por meio dos pesos canônicos (coeficientes padronizados) das cargas canônicas e das cargas canônicas cruzadas. Portanto, na análise desses indicadores, as três primeiras dimensões canônicas serão consideradas, já que foram elas que, para quaisquer das variáveis dependentes consideradas, apresentaram correlações canônicas mais expressivas.

Os coeficientes padronizados indicam o quanto uma variável contribui para a formação da variável canônica e são similares aos coeficientes padronizados de uma regressão múltipla (Fávero et al., 2009).

Conforme a Tabela 6, que mostra os coeficientes brutos das variáveis canônicas significativas, para o perfil técnico a variável investimento

Tabela 6. Coeficientes padronizados das variáveis canônicas.

Variável canônica	Perfil técnico		
	U ₁	U ₂	U ₃
X ₁ = Investimento	1,0026	-0,4086	-0,5761
X ₂ = Crédito agrícola	0,3464	1,1397	0,0828
X ₃ = Cooperativa	-0,4297	-0,5340	1,1008
X ₄ = Orientação técnica	0,0078	-0,1110	0,3341
Variável canônica	Perfil econômico		
	V ₁	V ₂	V ₃
Y ₁ = Receita	1,6910	-1,4827	4,1612
Y ₂ = Lucro	-1,2005	2,1849	-3,3613
Y ₃ = Produção	-0,2613	0,3624	-1,4777
Y ₄ = Área de produção	0,5338	0,3139	-0,8553
Y ₅ = Custo médio	-0,0919	-0,2426	-0,5376

é mais expressiva na formação da primeira função canônica; o crédito agrícola, na segunda; e a cooperativa, na terceira; para o perfil econômico, a receita tem destaque na formação da primeira e terceira funções; e o lucro, na segunda.

Correlações entre variáveis originais e variáveis canônicas (cargas canônicas ou correlações estruturais e cargas canônicas cruzadas)

As cargas canônicas medem a correlação linear entre as variáveis dependentes ou independentes, bem como suas respectivas variáveis canônicas, refletindo, dessa forma, a variância que determinada variável compartilha com seu conjunto. Segundo Rocha & Campos (2021), quando as cargas canônicas possuem o mesmo sinal nas mesmas variáveis na primeira função canônica, há um indicativo de correlação positiva entre as variáveis. No caso em questão, possivelmente as variáveis com sinais negativos serão inversamente proporcionais na primeira variável canônica.

Pelos resultados da Tabela 7, as variáveis das cargas canônicas mais importantes no con-

junto canônico independente, ou seja, relacionado ao perfil técnico, foram investimento e orientação técnica na primeira variável canônica. Na segunda, os resultados evidenciam que o investimento está correlacionado negativamente com o crédito agrícola e positivamente com a cooperativa e orientação técnica, mas as cargas canônicas referente à cooperativa e à orientação técnica foram baixas. Na terceira, a cooperativa e o crédito agrícola se destacam.

As cargas canônicas cruzadas seguem a mesma tendência das cargas canônicas, em que as mesmas variáveis tiveram representatividade, ou seja, a única diferença é a redução das taxas de correlação em comparação ao primeiro grupo. Quanto à variação explicada, ela é mais expressiva para a primeira função (39,45%), seguida pela terceira (29,98%) e pela segunda (14,89%), o que significa que o nível tecnológico traduz mais fortemente as variáveis crédito agrícola, investimento e cooperativa do que a variável orientação técnica.

Na Tabela 8, as variáveis das cargas canônicas mais importantes no conjunto canônico dependente, isto é, relacionado ao perfil eco-

Tabela 7. Cargas canônicas estruturais e cruzadas das variáveis técnicas do modelo.

Variável canônica	Correlação entre variáveis originais e canônicas do primeiro grupo (cargas canônicas)			Correlação entre variáveis originais e canônicas do segundo grupo (cargas canônicas cruzadas)		
	U ₁	U ₂	U ₃	V ₁	V ₂	V ₃
X ₁ = Investimento	0,9246	-0,3052	0,2092	0,8338	-0,1877	0,1014
X ₂ = Crédito agrícola	0,5121	0,6755	0,5242	0,4618	0,4151	0,2541
X ₃ = Cooperativa	0,2543	-0,1710	0,9145	0,2294	-0,1051	0,4433
X ₄ = Orientação técnica	0,6295	-0,1308	0,2108	0,5677	-0,0804	0,1022
Variância explicada (%)	39,45	14,89	29,98			

Tabela 8. Cargas canônicas estruturais e cruzadas das variáveis econômicas do modelo.

Variável canônica	Correlação entre variáveis originais e canônicas do segundo grupo (cargas canônicas)			Correlação entre variáveis originais e canônicas do primeiro grupo (cargas canônicas cruzadas)		
	V ₁	V ₂	V ₃	U ₁	U ₂	U ₃
Y ₁ = Receita	0,6526	0,5894	0,3739	0,5884	0,3632	0,1812
Y ₂ = Lucro	0,2979	0,8608	0,3001	0,2687	0,5292	0,1455
Y ₃ = Produção	0,5077	-0,1600	0,0520	0,4579	-0,0983	0,0252
Y ₄ = Área de produção	0,8111	-0,0589	-0,5132	0,7315	-0,0362	-0,2487
Y ₅ = Custo médio	0,5025	-0,2868	-0,1688	0,4532	-0,1763	-0,0817
Variância explicada (%)	33,66	23,99	10,49			

nômico, foram área de produção e receita, seguidas por produção e custo médio, na primeira variável canônica. Na segunda, observa-se que o lucro está correlacionado positivamente com a receita e negativamente com o custo médio, produção e área de produção. Já na terceira, a produção deixou de se correlacionar negativamente com a receita, e o lucro e passou a se correlacionar negativamente com o custo médio e a área de produção. Apesar de ser esperado que o maior poder de explicação viesse da primeira variável canônica, na variável lucro essa maior representação foi observada na segunda e na terceira variáveis canônicas. Observa-se também que as cargas canônicas referentes à receita e ao lucro apresentaram os mesmos sinais. Esse resultado é um indicativo de que quanto maiores

a receita e o lucro, menor serão o custo médio e a área de produção.

As cargas canônicas cruzadas seguem o mesmo padrão das cargas canônicas, já que as mesmas variáveis sofreram redução em suas taxas de correlação em comparação ao primeiro grupo. Observa-se que as variáveis receita e lucro são mais relevantes na variável estatística canônica dependente, seguidas por área de produção, produção e custo médio.

Análise de redundância

O principal objetivo da técnica de correlação canônica é a maximização da correlação entre as composições lineares das variáveis dependentes e independentes, e não o total de

variância em um vetor de variáveis gerado por outro vetor de variáveis. Portanto, é necessário o cálculo de uma medida de redundância para cada correlação canônica. Segundo Hair Jr. et al. (2009), nenhuma orientação generalizada foi estabelecida sobre o índice de redundância mínimo aceitável, devendo o pesquisador, na avaliação das funções canônicas, julgar sua significância teórica e prática.

Conforme mostra a Tabela 9, a medida de redundância de 0,2738 implica que, para a primeira correlação canônica, 27,38% da variância nas variáveis dependentes (perfil econômico) é gerada pelas variáveis independentes (perfil técnico). A medida de redundância total das variáveis dependentes apresentou valor de 0,3891, ou seja, as variáveis econômicas influenciam 38,91% da variação das variáveis tecnológicas, mas grande parte dessa variância decorre da primeira carga canônica, influenciada principalmente pela área de produção e receita.

Considerações finais

Os grupos de variáveis de perfis técnico e econômico são interdependentes, fortemente influenciados uns pelos outros. O perfil técnico é mais fortemente representado pelo investimento, pela orientação técnica e pelo crédito agrícola, respectivamente, do que pela variável cooperativa. Assim, quanto maior o poder de investimento, maior é o acesso a cooperativas e à orientação técnica e menor é o acesso ao crédito agrícola. Logo, a participação em cooperativas tem mais influência na aquisição de créditos do que no acesso à orientação técnica e a investimentos.

As operações de crédito são realizadas por bancos públicos federais, bancos privados, bancos cooperativos e cooperativas de crédito. Há uma tendência de maior acesso a créditos agrícolas e de menor investimentos por estarem associados com cooperativas e orientação técnica. Os recursos quase sempre são destinados para custeio (compra de sementes, fertilizantes, preparo do solo), investimento (adquirir máquinas e equipamentos), comercialização (venda da produção), industrialização (beneficiar o produto) e para aquisição de novas áreas.

Já o perfil econômico é intensamente influenciado pela receita, pelo lucro, pela área (de produção), pela produção e, por fim, pelo custo médio. Sobretudo, quanto maior for a receita, menor será o custo médio. Logo, é esperado que, na região, as propriedades maiores apresentem maior receita e menor custo médio.

A capacidade gerencial na gestão do negócio pecuário envolve planejamento, direção e controle dos processos da atividade, bem como a alocação dos recursos produtivos de maneira racional para a eficiência técnica e econômica do sistema de produção. Assim, não se permite que o aumento de custo unitário diminua sua vantagem competitiva, uma vez que baixo custo unitário significa uma vantagem competitiva no mercado e, por consequência, mais receita.

O uso de tecnologias permite aumentar produtividade e, conseqüentemente, reduzir o custo médio unitário. É por esse motivo que as propriedades mais tecnificadas são as mais competitivas. Apesar de maior necessidade de desembolsos para investimento, a intensificação proporciona à atividade lucro operacional (mar-

Tabela 9. Cálculo da medida de redundância.

Variável canônica	Correlação canônica	Variância média	Variância compartilhada	Medida de redundância
1	0,9019	0,3366	0,8134	0,2738
2	0,6147	0,2399	0,3779	0,0907
3	0,4847	0,1049	0,2349	0,0246
Medida de redundância total				0,3891

gem líquida), isto é, a receita total paga todos os custos operacionais variáveis e fixos (inclusive depreciações). Com isso, obtém-se maior receita e menos custo médio, deixando a atividade viável economicamente.

Nesse sentido, políticas públicas para acesso ao crédito aos pecuaristas de menor poder de investimento são de fundamental importância para o crescimento do setor na região. O perfil econômico mostrou que o setor pecuarista é fortemente influenciado pelo lucro e pela receita, associados ao uso de tecnologias, que aumenta não só a lucratividade, mas também a competitividade.

Referências

- ABIEC. Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne. **Novo Fórum do Agronegócio representa meio trilhão de reais em receitas**. 2021. Disponível em: <<http://abiec.com.br/novo-forum-do-agronegocio-representa-meio-trilha-de-reais-em-receitas>>. Acesso em: 2 jan. 2022.
- ALMEIDA, R.G. de; MEDEIROS, S.R. de. Emissão de gases de efeito estufa em Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta. In: ALVES, F.V.; LAURA, V.A.; ALMEIDA, R.G. de (Ed.). **Sistemas agroflorestais: a agropecuária sustentável**. Brasília: Embrapa, 2015. p.97-116.
- ANDERSON, T.W. **An Introduction to Multivariate Statistical Analysis**. 2th ed. New York: J. Wiley & Sons, 1984. p.439-449.
- CARVALHO, T.B. de.; ZEN, S. de. A cadeia de pecuária de corte no Brasil: evolução e tendências. **Revista iPecege**, v.3, p.85-99, 2017. DOI: <https://doi.org/10.22167/r.ipecege.2017.1.85>.
- CASTRO, C.N. de. **A agropecuária na região Centro-Oeste: limitações ao desenvolvimento e desafios futuros**. Rio de Janeiro: Ipea, 2014. (Ipea. Texto para discussão, 1923). Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/2655/1/TD_1923.pdf>. Acesso em: 3 fev. 2022.
- CEPEA. Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. **PIB do agronegócio brasileiro de 1996 a 2018**. Disponível em: <<https://www.cepea.esalq.usp.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx>>. Acesso em: 2 jan. 2022.
- COUTO, G.R. **Produção de bovinos de corte para atender o mercado de carne gourmet**. Orientador: Verner Eichler. 2020. 79p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado) – Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia. Disponível em: <<https://repositorio.pucgoias.edu.br/jspui/bitstream/123456789/335/1/TCC%20GIOVANNA%20RODRIGUES%20COUTO.pdf>>. Acesso em: 1 fev. 2022.
- FÁVERO, L.P.; BELFIORE, P.; SILVA, F.L. da; CHAN, B.L. **Análise de dados: modelagem multivariada para tomada de decisões**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.
- FIALHO, T.M.M.; JAYME JR., F.G.; HERMETO, A.M. Desenvolvimento do sistema financeiro e pobreza no Brasil: uma análise multivariada. **Economia e Sociedade**, v.25, p.247-278, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/1982-3533.2016v25n1art9>.
- HAIR JR., J.F.; ANDERSON, R.E.; TATHAM, R.L.; BLACK, W.C. **Análise multivariada de dados**. 5.ed. Porto Alegre: Bookman, 2005. 593p.
- HAIR JR., J.F.; BLACK, W.C.; BABIN, B.J.; ANDERSON, R.E.; TATHAM, R.L. **Análise multivariada de dados**. 6.ed. Porto Alegre: Bookman, 2009. 688p.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário 2017: resultados definitivos**. 2019. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censoagropecuario/censo-agropecuario-2017>>. Acesso em: 24 dez. 2021.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA**. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 5 fev. 2022.
- KHATTREE, R.; NAIK, D.N. **Multivariate data reduction and discrimination with SAS software**. Cary: SAS Institute Inc., 2000.
- KICHEL, A.N.; BUNGENSTAB, D.J.; ZIMMER, A.H.; SOARES, C.O.; ALMEIDA, R.G. de. Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta e o progresso do setor agropecuário brasileiro. In: BUNGENSTAB, D.J. (Ed.). **Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta: a produção sustentável**. 2.ed. Brasília: Embrapa, 2012. p.1-10.
- LOPES, D.; LOWERY, S.; PEROBA, T.L.C. Crédito rural no Brasil: desafios e oportunidades para a promoção da agropecuária sustentável. **Revista do BNDES**, v.45, p.155-196, 2016. Disponível em: <<https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/9518/1/5-%20Cr%C3%A9dito%20rural%20no%20Brasil%20desafios%20e%20oportunidades%20para%20a%20promo%C3%A7%C3%A3o%20da%20agropecu%C3%A1ria%20sustent%C3%A1vel.pdf>>. Acesso em: 24 fev. 2022.
- MAURO, R.A.; CALAÇA, M. **A expansão do agronegócio no Centro-Oeste brasileiro**. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE GEOGRAFIA AGRÁRIA, 8.; SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOGRAFIA AGRÁRIA, 9., 2017, Curitiba. **Geografia das redes de mobilização**

social na América Latina: resistência e rebeldia desde baixo nos territórios de vida. Curitiba: [s. n.], 2017. SINGA2017. Disponível em: <https://singa2017.files.wordpress.com/2017/12/gt08_1506869546_arquivo_trabalhocompleto-singa-20173-docx-revk.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2022.

MINGOTI, S.A. **Análise de dados através de métodos de estatística multivariada:** uma abordagem aplicada. Belo Horizonte: UFMG, 2007.

PRODUÇÃO DA PECUÁRIA MUNICIPAL. Rio de Janeiro: IBGE, v.48, p.1-12, 2020. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm_2020_v48_br_informativo.pdf>. Acesso em: 7 jan. 2022.

RAMOS, E.B.T.; VIEIRA FILHO, J.E.R. **Cooperativismo e associativismo na produção agropecuária de menor porte no Brasil.** Rio de Janeiro: Ipea, 2021. (Ipea. Texto para discussão, 2693). Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/TDs/210923_td_2693.pdf>. Acesso em: 3 fev. 2022.

ROCHA, T.V.; CAMPOS, K.C. Perfil modernizador do agricultor no Brasil. **Revista de Política Agrícola**, ano30, p.106-117, 2021.

SILVA, M.C. da; BOAVENTURA, V.M.; FIORAVANTI, M.C.S. História do povoamento bovino no Brasil Central. **Revista UFG**, ano13, p.34-41, 2012.

TEIXEIRA, J.C.; HESPANHOL, A.N. A trajetória da pecuária bovina brasileira. **Caderno Prudentino de Geografia**, v.1, p.26-38, 2014.

TRUGILHO, P.F.; LIMA, J.T.; MORI, F.A. Correlação canônica das características químicas e físicas da madeira de clones de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna*. **Cerne**, v.9, p.81-91, 2003. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=74409108>>. Acesso em: 5 fev. 2022.

VIEIRA FILHO, J.E.R. **Expansão da fronteira agrícola no Brasil:** desafios e perspectivas. Rio de Janeiro: Ipea, 2016. (Ipea. Texto para discussão, 2223). Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/TDs/td_2223.pdf>. Acesso em: 5 fev. 2022.

WALENDORFF, R. **Indústria de carnes já prevê embarques de US\$ 10bi em 2022.** 2022. Disponível em: <<http://abiec.com.br/industria-de-carnes-japreve-embarquesde-us-10bi-em-2022>>. Acesso em: 5 fev. 2022.