

Relación entre precios de commodities y cambio en el comportamiento del precio de los mataderos de carne vacuna brasileña: de 2015 a 2021

Relationship between commodity prices and change in the behavior of the price of Brazilian beef slaughterhouses: from 2015 to 2021

Joana Gasparotto Kuhn¹ 

Letícia de Oliveira² 

Júlio Otávio Jardim Barcellos³ 

¹Universidad Federal do Rio Grande do Sul. Brasil [✉joanagk@hotmail.com](mailto:joanagk@hotmail.com)

²Universidad Federal do Rio Grande do Sul. Brasil [✉leticiaoliveira@ufrgs.br](mailto:leticiaoliveira@ufrgs.br)

³Universidad Federal de Rio Grande do Sul. Brasil [✉julio.barcellos@ufrgs.br](mailto:julio.barcellos@ufrgs.br)

Recibido: 27/12/2021 Aceptado: 30/12/2021

Resumen La demanda de carne vacuna brasileña ha crecido positivamente a lo largo de los años, marcada por el aumento de las exportaciones, principalmente de países asiáticos. Los diferentes eslabones de la cadena impactan en el precio de las acciones de las empresas empacadoras de carne que cotizan en bolsa y se relaciona con el atractivo de adquirir acciones de mataderos. El aumento de la demanda de carne de vacuno, también como consecuencia de la covid-19, puede estar elevando los valores de mercado de los mataderos de vacuno brasileños. El presente estudio tiene como objetivo analizar el comportamiento y los precios de las acciones de las empacadoras de carne que cotizan en bolsa y operan en Brasil, JBS (JBSS3), Marfrig (MFRG3) y Minerva (BEEF3) con relación al tipo de cambio dólar-real (USD-BRL) y precios de commodities: maíz (CCMM3) y ganado en pie (BGIF3), con el fin de predecir el comportamiento y la volatilidad de los precios cotizados en acciones. Las series históricas analizadas desde enero de 2015 hasta septiembre de 2021, fueron obtenidas de Brasil Bolsa Balcão, totalizando 9.768 observaciones. Se utilizaron pruebas econométricas y análisis de correlación para verificar los comportamientos. Los resultados de la prueba de Dickey-Fuller Aumentada fueron superiores a los valores críticos, lo que indica que las series no son estacionarias debido a la tendencia existente. Las correlaciones con BGIF3, CCMM3 y USD-BRL fueron muy positivas para MFRG3 y JBSS3. Para BEEF3 no hubo correlación. Se concluye que la tendencia es al alza en los precios de los activos bursátiles, observándose un incremento significativo en el 2019, manteniéndose en el 2020 y 2021 con relación al 2015, denotando la alta sensibilidad a efectos de mercado..

Palabras clave: bovino, inversores, maíz, mercado, tendencia

Abstract Demand for Brazilian beef has been growing positively over the years, marked by rising exports, mainly from Asian countries. Given that different links in the chain impact the price, verifying how the price of corn, live cattle and the exchange rate may be related to the attractiveness of acquiring slaughterhouse shares, impacting prices. The increase in demand for beef, also as a result of covid-19, may be raising market values of Brazilian beef slaughterhouses. Given the interest in verifying these influences and predicting the behavior and volatility of prices quoted in shares, the present study aims to analyze the behavior and prices of shares of publicly traded meatpacking companies operating in Brazil, JBS (JBSS3), Marfrig (MFRG3) and Minerva (BEEF3) in relation to the dollar-real exchange rate (USD-BRL) and commodity prices: corn (CCMM3) and live cattle (BGIF3). The historical series analyzed from January 2015 to September 2021 were obtained from Brasil Bolsa Balcão, totaling 9,768 observations. Econometric tests and correlation analysis were used to verify behaviors. The results of the Augmented Dickey-Fuller test were higher than the critical values, indicating that the series are non-stationary due to the existing trend. Correlations with BGIF3, CCMM3 and USD-BRL were strong positive for MFRG3 and JBSS3. For BEEF3 there was no correlation. It is concluded that the trend is towards a rise in the prices of stock assets with a significant increase observed in 2019, remaining in 2020 and 2021 in relation to 2015, denoting the high sensitivity to market effects.

Keywords: beef, corn, investors, market, trend

Introducción

En 2020, Brasil alcanzó la posición de mayor exportador de carne vacuna con una representatividad del 14,4%, es decir, 2,2 millones de toneladas equivalentes en canal (FAO, 2020). Además, entre 2017 y 2019, el precio del ganado vivo brasileño aumentó de R \$ 140,00 en el mercado físico, a R \$ 200,00 a fines de 2019 aproximadamente (Carvalho & Felema, 2022). Una valorización del 43%, influenciada principalmente por el aumento de la demanda de carne en 2019, en particular por China y Hong Kong, países con una participación del 26,6% y 18,5%, respectivamente, de los destinos exportados de carne vacuna brasileña (ABIEC, 2020).

Este crecimiento en los mercados de exportación consolida la mayor parte de las ganancias de los mataderos brasileños involucrados en esta. Además, es acentuado por la devaluación del real frente al dólar y el crecimiento de la participación de las materias primas en los mercados internacionales, como lo muestran los ingresos en 2018 alrededor del 45%, 50% y 65% de las exportaciones de JBS, Marfrig y Minerva en Brasil, respectivamente (JBS, 2019; Marfrig Global Foods, 2019; Minerva Foods, 2019).

Los márgenes del sector agrícola se mantuvieron bajos, a pesar de que los mataderos han pagado los mayores precios de los últimos años a los productores, según los estados financieros mostrados (JBS, 2019; Marfrig Global Foods, 2019; Minerva Foods, 2019), es claro que los altos precios del ganado, dados por las exportaciones, llevaron a una reducción del margen de las empresas frigoríficas. Esta reducción en el margen ocurre porque los precios que pagan estas empresas por el ganado vivo a los productores

rurales presentan ciclos altos y bajos (Wedekin *et al.*, 2018). En pocos años, debido al bajo precio del ternero y al alto precio de la arroba de los animales terminados, se produce un mayor sacrificio de hembras. Esta disminución de hembras afecta a toda la cadena productiva, debido a que, reduce la oferta de ganado de reemplazo como el ternero en los años siguientes, valorizándolo a precios elevados.

Las siguientes hipótesis fueron hechas, después de visualizar el comportamiento de las acciones:

Las principales empresas frigoríficas que operan en Brasil son de capital abierto que cotizan en Brasil Bolsa Balcão (B3), lideran el ranking de empresas con número de plantas exportadoras (ABIEC, 2020) y cuentan con un mercado financiero que busca anticiparse al panorama político, sanitario e incluso estratégico que pueda afectar los precios de diferentes sectores de la economía. En consecuencia, se promueven períodos de valorización y devaluación de los precios (Nunes *et al.*, 2003). ¿Es posible que la captura del valor de las acciones siga al precio de la materia prima del ganado vivo?

El alza del valor del dólar influye directamente en el costo de gran parte de los insumos utilizados en la ganadería, en consecuencia, aumenta los costos para los productores que necesitan importarlos y que son pagados con la moneda estadounidense (Santos *et al.*, 2017) ¿puede afectar el comportamiento de las acciones de los frigoríficos? Y por último, la baja oferta y la alta demanda de insumos (maíz y soja) que influyen directamente en el precio del ganado vivo (Bina *et al.*, 2021), ¿incide en el valor atribuido por el mercado al precio de las acciones de los mataderos?

Con esta mirada al precio de las acciones y dada la existencia de una relación integrada de largo plazo entre el valor de la arroba del ganado vivo y la tasa de cambio, tanto para el maíz como para el ganado los precios tienden a ser más o menos afectados en la relación directa de mercados interconectados (Bueno do Santos *et al.*, 2017). Por tanto, es importante verificar la percepción del mercado financiero sobre el comportamiento de los valores en las acciones de los mataderos y establecer correlaciones de precios entre mercados, puesto que, permite predecirlos y se puede rastrear la dinámica de aquellos que se negocian activamente.

Para dar respuesta a las preguntas expuestas y comprender cómo la volatilidad de precios en estos mercados afecta a los productores, frigoríficos e importadores a nivel mundial; este estudio, tiene como objetivo analizar el comportamiento de la cotización de los precios de las acciones de empresas frigoríficas en relación con los precios del ganado vivo, maíz y la tasa de cambio dólar-real. Estos factores se analizan y discuten sobre la base de procedimientos estadísticos, con el fin de contribuir a la toma de decisiones de los inversores, colaborar con la estructuración de contratos y negociación de acciones para planificar los rendimientos y la seguridad.

Metodología

Material y métodos

El presente estudio es de naturaleza exploratoria, cualitativa, cuantitativa y descriptiva. Se analizaron las series históricas recuperadas de Brasil Bolsa Balcão - B3 (2017) de empresas frigoríficas de carne bovina que operan en Brasil: JBS (JBSS3), Marfrig (MRFG3) y Minerva (BEEF3); también de las materias

primas de maíz (CMM3) y ganado vivo (BGIF3) y de la tasa de cambio dólar-real (USD / BRL).

El precio del maíz de grano amarillo vendido a B3 se expresó en reales (R \$ / saco de 60 kg), con olor y apariencia normal, duro o semiduro. El precio del ganado vivo vendido a B3 es de vacuno macho, con 16 arrobas netas o más de canal (240 kg / peso canal) y una edad máxima de 42 meses, con cotización expresada en reales por arroba neta.

El período analizado fue del 2 de enero de 2015 al 13 de agosto de 2021, diariamente, con excepción de feriados y fines de semana, con 1628 observaciones para cada serie histórica, totalizando 9,768. Se utilizó Microsoft® Excel para determinar el precio de cada serie por el promedio obtenido del precio mínimo y máximo del día.

Se utilizó la prueba de normalidad de Anderson-Darling para verificar si las series de datos tienen una distribución normal. Fue aplicado el Test de Análisis Variable de Dickey-Fuller Aumentada (ADF) en el cual la hipótesis nula de la prueba muestra la presencia de una raíz unitaria, que es no estacionario y tiene una tendencia estocástica. Si se rechaza la hipótesis nula, significa que la serie es estacionaria con una media de cero. El término estacionariedad se refiere al comportamiento de la varianza a lo largo del tiempo.

Cuando las series no son estacionarias se estacionan mediante uno de los métodos más utilizados en el estudio de las series temporales, el SARIMA (Box & Jenkins, 1976), que combina los métodos de: p (parámetros autorregresivos); d (diferenciación de la serie de datos original) y, por ϕ m, q (parámetros de media móvil). También, hay una combinación no estacional (p, d, q) y estacional (P, D, Q). Así, estos modelos tienen la forma SARIMA (p,

d, q) x (P, D, Q). La estructura se expresa de acuerdo con la Ecuación 1:

$$\Phi(B)\Phi(B^{12})\Delta^d\Delta_{12}^D Z_t = \theta(B)\theta(B^{12})\epsilon_t$$

Donde:

$\Delta^d\Delta_{12}^D Z_t = (1-B^{12})^D (1-B)^d$ representan las diferencias estacionales y simples clave para hacer que la serie sea estacionaria.

$\Phi(B) = 1 - \phi_1 B - \dots - \phi_p B^p$ es el operador autorregresivo no estacional.

$\Phi(B^{12}) = 1 - \phi_1 B^{12} - \dots - \phi_p B^{12p}$ constituye el operador autorregresivo estacional de orden P.

$\Phi(B^{12}) = 1 - \theta_1 B^{12} - \dots - \theta_Q B^{12Q}$ establece el operador de media móvil estacional de orden Q.

Z_t representa la serie de tiempo en estudio, que es un conjunto de observaciones ordenadas en el tiempo.

Los modelos SARIMA son los más utilizados para describir series temporales estacionales y demuestran éxito durante los últimos 30 años (Cheng & Xiong, 2014). Después de su aplicación, el principal objetivo del análisis de series de tiempo es preparar una previsión de valores futuros. Se utilizó la aplicación de los Criterios de Información de Akaike (AIC) para definir el mejor modelo entre variables que verifique la transmisión de precios. En este caso, AIC puede tomar cualquier valor, incluido un valor negativo, ya que depende de la forma de la función de verosimilitud. Cuanto menor sea el valor de AIC, mejor será el modelo ajustado y más fuerte será el rechazo de la hipótesis de que existe una raíz unitaria en algún nivel de confianza, es decir, más lejos de ser un proceso estacionario.

El modelo de predicción SARIMA depende, entre otros criterios, del grado de precisión, utilizando el MAPE (Mean Absolute Percentage Error) que mide el error en porcentaje. Esto se calcula como la media del error porcentual. Expresa la precisión del error como un porcentaje, y cuanto más pequeño es el MAPE, mejor es el ajuste. También se calculó MAE (Mean Absolute Error), se mide en la escala de la variable utilizada, y cuanto menores son los valores calculados, mayor es la precisión del modelo.

Se utilizó Durbin y Watson (DW) que implica el cálculo de una prueba estadística basada en los residuos del método de regresión por mínimos cuadrados, para verificar la autocorrelación, es decir, si los precios diarios pueden depender de la observación previa:

$$statistica\ d = \frac{\sum_{t=2}^n (\hat{\epsilon}_t - \hat{\epsilon}_{t-1})^2}{\sum_{t=1}^n \hat{\epsilon}_t^2}$$

Durbin y Watson tabularon los límites inferiores, dL, y los límites superiores, ds, para varios valores de n (número de datos) y k (número de variables explicativas), de modo que si el d calculado está fuera de estos valores críticos, es posible comprobar la autocorrelación.

La prueba t de Student se utilizó para verificar la diferencia mensual en la serie temporal de los mataderos estudiados, análisis estadísticos como la correlación de Pearson (r) para verificar el grado de relación de la serie histórica de precios de las acciones de los mataderos (y) con los precios de las materias primas (maíz y ganado vivo) y el intercambio (x). Además, el análisis de regresión para explicar la variación con el coeficiente de determinación (R²).

Resultados y Discusión

Dado que Brasil presenta una economía pequeña y abierta con poca capacidad para afectar la economía global, las variables internacionales afectan a las domésticas de manera contemporánea (Souza & Fry-McKibbin, 2021). Según E Silva Pontes y Fernandes (2017), entre las principales formas de gestión del riesgo se encuentran los mercados futuros y de opciones, que, mediante el establecimiento de un precio, permiten al agente garantizar de forma anticipada su rentabilidad y reduce la exposición al riesgo de precio.

En el primer mes de la pandemia en 2020 en Brasil, las acciones cayeron debido a la incertidumbre global, por lo que, la posibilidad de comprar acciones de Minerva y Marfrig y adoptar una posición corta en acciones de JBS se convirtió en una posible estrategia para el mismo período. Los precios de las acciones de JBS estaban por encima de los valores promedio, con mayor probabilidad de sufrir una corrección de mercado, conceptos de Behavioural Finance (Tversky & Kahneman, 1986).

El análisis gráfico (Figura 1) muestra la variación estacional de los precios históricos (R \$) de las acciones de JBS, Marfrig y Minerva. En los resultados de los años con los precios más bajos, las acciones de JBS, Marfrig y Minerva promediaron R \$ 15,31 para JBSS3, R \$ 9,95 para BEEF3 y R \$ 8,55 para MFRG3.

Con el análisis de la dispersión de datos, se denota que la serie más dispersa fue BGIF3 con una desviación estándar de R \$ 53,50. Con base en los valores máximos y mínimos, la

variable de mayor amplitud fue BGIF3, con un valor máximo de R \$ 323,63 y un valor mínimo de R \$ 123,27, seguida de CCMF3 que varió R \$ 94,63 entre el valor máximo y mínimo.

En 2021, las acciones siguen subiendo, esto puede atribuirse al factor presente en el comportamiento de los inversores en el año 2019 al 2021, ya que, con la demanda de alimentos, los sectores agroindustriales adquieren protagonismo económico y hay presencia de emociones en la decisión de compra del activo (Lovric, 2011), especialmente el exceso de confianza en este sector valoró los precios de las acciones de los mataderos.

La volatilidad, expresada por la desviación estándar observada de los rendimientos de las acciones de JBSS3, MFRG3 y BEEF3, permite interpretar que, en general, los cambios en los rendimientos de las acciones de estos activos de renta variable, exhiben un comportamiento volátil a lo largo del tiempo. Con la excepción del pico de volatilidad 2019-2020, anteriormente, MFRG3 vió sus acciones valorizarse aproximadamente un 18% en abril de 2018, debido a la adquisición del 51% del competidor estadounidense National Beef Packing Company.

Para JBSS3, el pico de volatilidad en mayo de 2017 se debió a riesgos no sistemáticos (afecta a una sola empresa o a un grupo específico) que involucraron denuncias entre el dueño de JBS y el expresidente Michel Temer, a través, de grabaciones difundidas por los medios. Por otro lado, cabe destacar la caída en el valor de BEEF3 y en consecuencia, el pico de volatilidad ocurrido en junio de 2018, debido a que BRF incrementó la oferta de las acciones de la compañía en el mercado de capitales (BRF poseía el 11,6% de las acciones de Minerva).

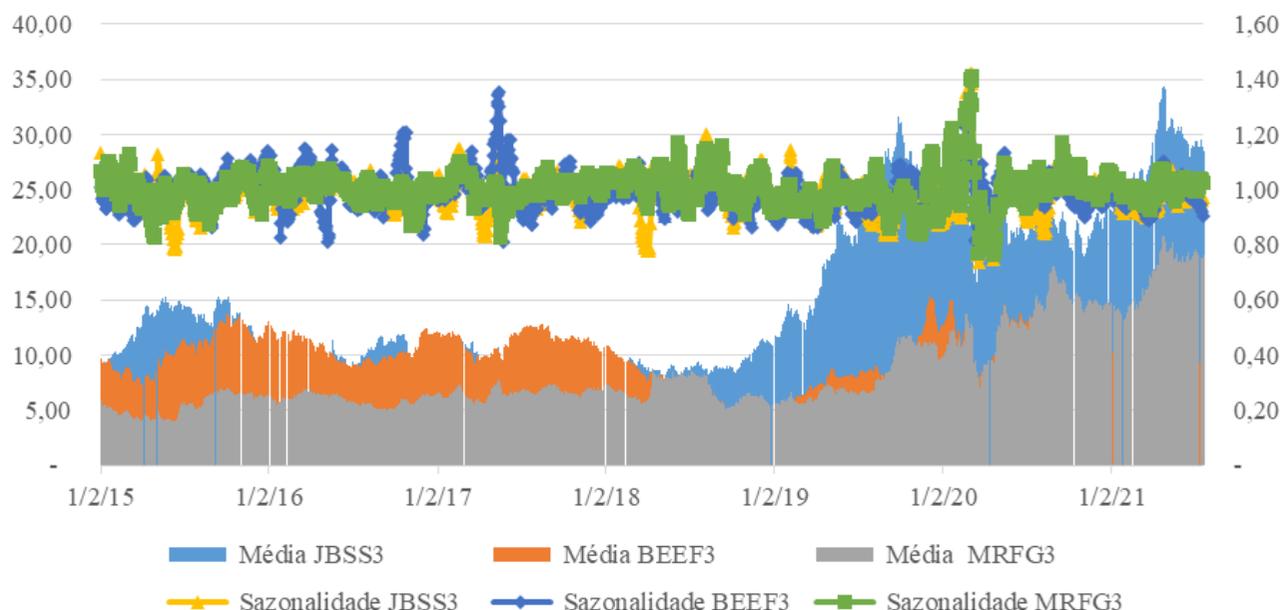


Figura 1

Serie histórica de cotizaciones bursátiles (R \$) y estacionalidad (R \$) de las acciones de los mataderos JBS, Marfrig y Minerva en un total de 80 meses (período: 2015 a 2021).

Nota. Elaboración propia.

Tabla 1

Estadística descriptiva y prueba econométrica de raíz unitaria de Dickey - Augmented Fuller (ADF).

	Mé dia	Mediana	Máximo	Mínimo	Assimetria	Kurtose	DP	ADF
MFRG3	R\$ 8,55	R\$6,63	R\$20,81	R\$3,85	1,32	0,60	4,08	-2,30*
JBSS3	R\$ 15,31	R\$11,85	R\$34,38	R\$5,56	0,75	-0,77	7,33	-1,80*
BEEF3	R\$ 9,95	R\$10,02	R\$15,36	R\$4,80	-0,27	-0,37	2,21	-1,97*
BGIF3	R\$ 175,85	R\$151,15	R\$ 323,63	R\$ 123,27	1,64	1,36	53,50	-1,81*
CCMF3	R\$ 44,90	R\$ 39,47	R\$ 107,10	R\$ 12,47	1,68	1,99	18,99	-2,31*
USD/BRL	R\$3,94	R\$ 3,76	R\$ 5,88	R\$ 2,57	0,81	-0,56	0,83	-1,53*

Nota. (DP) desviación estándar; (ADF) Dickey - Fuller aumentado; los valores críticos de la prueba ADF a los niveles del 1%, 5% y 10% son, respectivamente, iguales a: (-2,5688), (-1,9414) y (-1,6163); (*) Estadísticamente significativo al nivel del 1%. Elaboración propia.

La estadística aumentada de Dickey-Fuller (ADF), utilizada en la prueba, mostró un resultado negativo, y cuanto más negativo, más fuerte es el rechazo de la hipótesis de que existe una raíz unitaria. Como los valores de significancia fueron superiores a los valores críticos -2,5688 para 1%, -1,9414 para 5% y -1,6163 para 10%, indican que las series son no estacionarias por no tener media constante ni tendencias al alza o la baja, lo que dificulta la extrapolación de los precios futuros.

Para corregir esta no estacionalidad de la serie, SARIMA fue un procedimiento estadístico muy eficiente en eliminar las posibles estructuras que dificultan el estudio de las correlaciones cruzadas. El problema, es que la presencia de estructuras (por ejemplo, tendencias, estacionalidad / ciclicidades e incluso estructura de autocorrelación) en la serie puede llevar a la identificación de correlaciones cruzadas espúreas.

Tabla 2

Verificación de modelos SARIMA por AIC y BIC y precisión por MAE y MAPE.

		AIC	BIC	MAPE	MAE
MFRG3	SARIMA(1,1,0)x(1,0,0) ₁₂	1822,00	1838,18	1,92	0,27
	SARIMA(1,1,0)x(1,1,0) ₁₂	2463,50	2479,66	2,46	0,35
	SARIMA(1,1,1)x(1,0,0) ₁₂	1823,82	1845,40	1,92	0,27
	SARIMA(1,1,1)x(1,1,0) ₁₂	2398,31	2419,86	2,42	0,34
	SARIMA(1,1,1)x(1,1,1) ₁₂	1868,36	1895,29	1,97	0,28
JBSS3	SARIMA(1,1,0)x(1,0,0) ₁₂	1566,02	1582,21	1,78	0,25
	SARIMA(1,1,0)x(1,1,0) ₁₂	1567,69	1589,27	1,78	0,25
	SARIMA(1,1,1)x(1,0,0) ₁₂	1614,56	1641,50	1,82	0,26
	SARIMA(1,1,1)x(1,1,0) ₁₂	2150,38	2171,92	2,25	0,32
	SARIMA(1,1,1)x(1,1,1) ₁₂	2214,86	2232,02	2,28	0,32
BEEF3	SARIMA(1,1,0)x(1,0,0) ₁₂	1566,02	1582,21	1,78	0,25
	SARIMA(1,1,0)x(1,1,0) ₁₂	2215,86	2232,02	2,28	0,32
	SARIMA(1,1,1)x(1,0,0) ₁₂	1567,69	1589,27	1,78	0,25
	SARIMA(1,1,1)x(1,1,0) ₁₂	2150,38	2171,92	2,25	0,32
	SARIMA(1,1,1)x(1,1,1) ₁₂	1614,56	1641,50	1,82	0,26
BGIF3	SARIMA(1,1,0)x(1,0,0) ₁₂	5508,69	5524,87	0,38	0,71
	SARIMA(1,1,0)x(1,1,0) ₁₂	6152,21	6168,37	0,51	0,96
	SARIMA(1,1,1)x(1,0,0) ₁₂	5494,52	5516,10	0,38	0,71
	SARIMA(1,1,1)x(1,1,0) ₁₂	6121,91	6243,46	0,51	0,96
	SARIMA(1,1,1)x(1,1,1) ₁₂	5514,64	5541,58	0,39	0,72
CCMM3	SARIMA(1,1,0)x(1,0,0) ₁₂	3759,93	3776,11	1,00	0,46
	SARIMA(1,1,0)x(1,1,0) ₁₂	4421,81	4437,97	1,29	0,59
	SARIMA(1,1,1)x(1,0,0) ₁₂	3748,86	3770,44	1,00	0,46
	SARIMA(1,1,1)x(1,1,0) ₁₂	4417,57	4439,12	1,29	0,59
	SARIMA(1,1,1)x(1,1,1) ₁₂	3780,32	3807,26	1,02	0,47
USD-BRL	SARIMA(1,1,0)x(1,0,0) ₁₂	-6304,22	-6288,04	0,60	0,02
	SARIMA(1,1,0)x(1,1,0) ₁₂	-5659,33	-5643,17	0,74	0,03
	SARIMA(1,1,1)x(1,0,0) ₁₂	-6314,46	-6292,88	0,60	0,02
	SARIMA(1,1,1)x(1,1,0) ₁₂	-5667,74	-5646,19	0,74	0,03
	SARIMA(1,1,1)x(1,1,1) ₁₂	-6219,72	-6192,79	0,60	0,02

Nota. (SARIMA) Promedios móviles autorregresivos incorporados.

A partir de la estimación de los valores p, d, q, P, D y Q por SARIMA, se observó que todas las series presentaron el parámetro P indicativo de autorregresividad estacional de orden 1, por lo que se infiere que los modelos son capaces de describir el comportamiento estacional de la serie. Al considerar que SARIMA (1,1.0) x (1,0,0)₁₂ para JBSS3 presentó los valores más bajos de las estadísticas AIC y BIC, se elige para ajustar la serie de interés. Se observó el mismo

comportamiento de SARIMA (1,1.0) x (1,0,0)₁₂ en las series MFRG3 y BEEF3. Es decir, un modelo en la parte no estacional con un factor autorregresivo y una diferencia y en la parte estacional un auto regresivo.

En cuanto a BGIF3, CCMM3 y USD-BRL, se observó un mejor ajuste con SARIMA (1,1,1) x (1,0,0)₁₂. Es decir, un modelo en la parte no

estacional con factor autorregresivo, diferencia y media móvil. Y en la parte estacional un auto regresivo.

Todos los SARIMA ajustados, presentaron un modelo autoregresivo, donde los pronósticos utilizan valores pasados de la propia serie temporal, lo que significa que la regresión se realiza con una variable sobre sí misma. Se observó una diferenciación en todos los modelos con mejor ajuste, como una forma de estabilizar el promedio de una serie temporal y eliminar variaciones en el nivel de la serie temporal, en consecuencia, se reduce la pendiente y la estacionalidad.

Solo las series BGIF3, CCMM3 y USD-BRL utilizaron un promedio móvil, es decir, los errores antiguos de la serie para

realizar una regresión. Todos presentaron un período de estacionalidad cada 12 meses con un comportamiento de la serie tendiente a ser similar. Si bien las series de tiempo simplemente usan datos pasados para predecir el futuro, sin considerar las variables causales; el modelo SARIMA hizo que la serie fuera estacionaria, como una forma alternativa de estudiar la serie original.

En comparación con otros meses del año, en mayo y julio se pueden ver los mejores precios de venta de acciones de JBSS3, en julio los de MFRG3 y en diciembre los de BEEF3 (Tabla 3). Debido a que BEEF3 no se correlacionó con CCMM3 o BGIF3, no es posible predecir su precio de compra y venta. Mientras que los activos JBSS y MFRG adquieren mayor valor, a medida que aumentó el precio de BGIF3.

Tabla 3

Prueba t de Student para verificar la diferencia mensual en los precios de las acciones de los frigoríficos con base en series históricas de 2010 a 2021.

	MFRG3*	JBSS3*	BEEF3*
Jan	7,83 D	14,62 AB	10,25 ABC
Fev	8,01 CD	14,78 AB	9,82 C
Mar	7,74 D	14,54 B	9,09 D
Abr	8,61 ABCD	15,63 AB	9,18 D
Mai	9,18 AB	16,24 A	9,78 C
Jun	9,10 AB	15,46 AB	9,95 BC
Jul	9,43 A	16,25 A	10,22 ABC
Ago	8,83 ABC	15,83 AB	10,07 BC
Set	8,44 BCD	15,62 AB	10,18 ABC
Out	8,54 ABCD	15,22 AB	10,21 ABC
Nov	8,51 ABCD	14,29 B	10,38 AB
Dez	8,41 BCD	14,72 AB	10,66 A

Nota. *letras diferentes en la línea, difieren entre sí en la prueba t de Student con Alpha = 0.05 y t = 1.961. Elaboración propia.

Hay una diferencia mensual para BEEF3, con precios en diciembre superiores a R \$ 1,57 ± 1,11 frente al valor más bajo observado en marzo. Las series MFRG3 y JBSS3 tuvieron los mayores precios de las acciones en julio (R \$ 9,43 y R \$ 16,25), seguida de mayo (R \$ 9,18 y R \$ 16,24).

Para verificar si el comportamiento de los precios de las materias primas y los precios cambiarios son similares, se utilizó un análisis de regresión lineal simple (Tabla 4). Se observó que las series BGIF3, CCMM3 y USD-BRL tienen poca correlación con BEEF3.

Tabla 4

Análisis de regresión entre variables y autocorrelación con Durbin Watson

		MFRG3	JBSS3	BEEF3
BGIF3	R ²	0,87	0,63	0,01
	RMSE	1,53	4,56	2,19
	DW	0,031	0,009	0,012
	AIC	6104,44	9709,82	7287,50
	BIC	6120,65	9726,04	7303,71
CCMF	R ²	0,79	0,52	0,000
	RMSE	1,93	5,20	2,21
	DW	0,025	0,008	0,012
	AIC	6880,89	10145,07	7313,14
	BIC	6897,10	10159,28	7329,36
USD/BRL	R ²	0,75	0,58	0,02
	RMSE	2,10	4,87	2,18
	DW	0,025	0,013	0,013
	AIC	7146,85	9924,97	7275,35
	BIC	7163,07	9741,18	7291,56

Nota. (AIC) Criterio de información de Akaike; (BIC) criterio de información de Schwarz; (DW) Estadístico d de Durbin y Watson donde Prob <DW = <.0001 con n = 1628.

La valorización de la tasa de cambio incentiva el movimiento de recursos hacia el sector de productos comerciales rentables (Souza & Fry-McKibbin, 2021), como se ve en la relación USD-BRL con el precio de la acción de JBSS3 ($R^2 = 0.58$) y MFRG ($R^2 = 0.75$). Sin embargo, los precios de las materias primas son inherentemente volátiles, debido a que responden rápidamente a muchos factores impredecibles, incluidas las condiciones climáticas, las tasas de cambio, las especulaciones y otros (ISG, 2020).

Si bien el momento es favorable para los inversionistas cárnicos, el sector no está libre de riesgos (Decotelli *et al.*, 2013), como en Brasil en 2017, con la operación Carne Fraca (Vieira, 2017). Con el aumento de las exportaciones, las elevadas variaciones de precios provocan cambios muy significativos en la demanda de acciones. La estacionalidad también está presente en el establecimiento de los precios de las materias primas, por tanto, se aumenta la oferta a los frigoríficos y se ejerce presión sobre los precios (Bragagnolo & Sampaio, 2020).

MFRG3 y JBSS3 mostraron mejores correlaciones, especialmente con el precio futuro del ganado vivo (BGIF3). También destaca el MFRG3, con correlaciones superiores a 0,70 en las tres variables explicativas estudiadas. Sin embargo, con el análisis de autocorrelación, intrínseco a la serie temporal, a través de la prueba de Durbin Watson es posible ver la dependencia de las observaciones pasadas de la serie, pero esto no invalida el efecto del análisis.

La fuerte correlación positiva de MFRG3 con BGIF3, CCMM3 y USD-BRL puede estar relacionada con el hecho de que la empresa tiene una posición global con 15 plantas de sacrificio de ganado en Brasil y JBS en 10 países. Y la falta de correlación con Minerva (BEEF3) se explica a su vez, que la empresa opera 25 mataderos de ganado, diez ubicados en Brasil, cinco en Paraguay, tres en Uruguay, cinco en Argentina y dos en Colombia. Es decir, menos dependiente del dólar que MFRG3 y JBSS3.

En la práctica, estas correlaciones explican que, si solo los precios al productor se ajustan al alza, los márgenes de los mataderos pueden reducirse. Entonces, se puede anticipar que cuando los precios de los cereales suban, los precios del ganado los siguen (Motta, 2017), tarde o temprano el precio de las acciones de JBS ($R^2 = 0.87$) y MFRG ($R^2 = 0.63$).

Entre los hallazgos más relevantes de la investigación, se encontró que los rendimientos de las acciones de las empresas analizadas y los de los productos agrícolas están cointegrados, lo que confirma la existencia de un probable flujo significativo entre los productos básicos y el mercado de valores (Hu & Xiong, 2013; Silva *et al.*, 2019).

Conclusiones

Se observó una estacionalidad anual en los precios de los activos patrimoniales MFRG3, BEEF3 y JBSS3. Las correlaciones con BGIF3, CCMM3 y USD-BRL fueron fuertes positivas para MFRG3 y JBSS3. Para BEEF3 no hubo correlación. En otras palabras, cuanto mayor sean el costo del maíz y los precios del ganado, más altos serán los precios de las acciones de JBSS3 y MFRG3. Esto denota que la variación del precio de las acciones es muy sensible a los efectos y riesgos del mercado. Los resultados presentados en este artículo de investigación pueden ayudar a los inversores a comprar y vender acciones en mataderos. Es de destacar que el presente trabajo tiene sus conclusiones restringidas a la muestra utilizada.

Agradecimientos

Este trabajo se realizó con el apoyo de la Coordinación de Perfeccionamiento del

Personal de Educación Superior - Brasil (CAPES).

Referencias

Associação Brasileira de Importadores e Exportadores de Carne [ABIEC]. (2020). *Beef Report: Perfil da Pecuária no Brasil [Bovine Bulletin: Profile of Livestock in Brazil]*. São Paulo, 50pp. <http://abiec.com.br/publicacoes/beef-report-2020/>

Brasil Bolsa Balcão. (2017). *Por Dentro da B3: Guia Prático de uma das Maiores Bolsas de Valores e Derivativos do Mundo*. B3 Educação. Consultado el 7 de junho de 2022. <https://www.b3.com.br/lumis/portal/file/fileDownload.jsp?fileId=8AE490CA6EF8051B016EFF8D43BD2064>

Bina, J. D., Schroeder, Ted C. & Tonsor, G. T. (2021). Conditional feeder cattle hedge ratios: Cross hedging with fluctuating corn prices. *Journal of Commodity Markets*, p. 100-193. <https://doi.org/10.1016/j.jcomm.2021.100193>

Box, G. E. P. & Jenkins, G. M. (1976). *Time series analysis: forecasting and control*. San Francisco: Holden Day, 575p. <http://garfield.library.upenn.edu/classics1989/A1989AV48500001.pdf>

Bragagnolo, G. P. & Sampaio, J. O. (2020). *Pecuária bovina no Brasil e disfuncionalidades do mercado financeiro*. [Dissertação. FGV Mestrado Profissional Escola de Economia de São Paulo, da Fundação Getúlio Vargas – EESP – FGV]. <https://hdl.handle.net/10438/30009>

Bueno do Santos, N., Dallemole, D. & Pires M. J. R. (2017). Análise da transmissão de preços nos mercados de boi gordo, milho e soja de Mato Grosso. *Economia & Região*, 5 (1), 7-21. <https://doi.org/10.5433/2317-627X.2017v5n2p7>

Carvalho, M. L. P. & Felema, J. (2022). Projeção do preço da arroba do boi gordo no estado de São Paulo utilizando modelos lineares dinâmicos. [Projection of the arroba price of live cattle in the state of São Paulo using dynamic linear models]. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v. 60, (spe). <https://doi.org/10.1590/1806-9479.2021.249166>

Cheng, I.-H. & Xiong, W. (2014). Financialization of commodity markets. *Annual Rev. Financ. Economics*,

6. p. 419-441. <https://doi.org/10.1146/annurev-financial-110613-034432>

Decotelli, C., Schouchana, F. & Sheng, H. H. (2013). *Gestão de riscos no agronegócio*. São Paulo. Publicações FGV Management. ISBN: 9788522514304

E Silva Pontes, T. & Fernandes M. (2017). Precificação de opções sobre contratos futuros de boi gordo na BM&FBOVESPA. [Pricing of options on live cattle futures contracts on the BM&FBOVESPA]. *Economia Aplicada*, 21 (4), 737-760. <https://doi.org/10.11606/ea140986>

Hu, C. & Xiong, W. (2013). *The informational role of commodity futures prices*. *Apres le Deluge: Finance and the Common Good after the Crisis*. University of Chicago Press. https://www.eia.gov/finance/markets/reports_presentations/WXInformationCommodity.pdf

Investment Strategy Group (“ISG”) in the Consumer and Investment Management Division of Goldman Sachs. (2020). *SARS-coronavirus-2/COVID-19: an update on testing, therapies, vaccines, and the healthcare system*. 1-36. <https://www.goldmansachs.com/insights/talks-at-gs/sharmin-mossavar-rahmani-f/deck.pdf>

JBS. (2019). *Management Report 2018*. https://jbs.com.br/wp-content/uploads/2019/11/JBS_RAS2018_book_EN.pdf

Lovric, M. (2011). *Behavioral Finance and Agent-Based Artificial Markets*. [Doctoral dissertation Erasmus University Rotterdam]. <https://repub.eur.nl/pub/22814/EPS2011229F&A9789058922588.pdf>

Marfrig Global Foods. (2019). *Management Report 2018*. <https://ri.marfrig.com.br/informacoes-financeiras/relatorios-anuais/>

Minerva Foods. (2019). *Earnings Release: 4Q18 and 2018 highlights*. <https://ri.minervafoods.com/en/quarterly-earnings-release/>

Motta, M. W. (2017). *Derivativos de agronegócios: gestão de riscos de mercado*. 2 ed. Saint Paul Editora. ISBN 8580041236

Nunes, M. S., Costa Jr., N. C. A. & Seabra, F. (2003). Co-integração e causalidade entre variáveis macroeconômicas, “risco Brasil” e retornos no mercado de ações brasileiro. *Revista de Economia e Administração*, 2, (3), 26-42. <http://www.spell.org.br/documentos/ver/25640/co-integracao-e-causalidade-entrevariaveis-macroeconomicas---risco-brasil---e-retornos-no-mercado-de-acoes-brasileiro/i/pt-br>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2020). *FAOSTAT: Crops and livestock products. Global data for 2020*. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/RL>

Santos, J.D. dos, Leite, L., Vaz, J. A. dos S., Gasques, A. C. F. & Roder, C. (2017). Análise da variação de preço do boi gordo no mercado futuro externo. *Revista Produção Industrial & Serviços*, 4 (2), 147-158. https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/rev_prod/article/view/52384

Silva, J. P., de Oliveira Neto, O. J. & Figueiredo, R. S. (2019). Preços Agrícolas e Retornos das Ações de Empresas do Agronegócio Brasileiro. *Revista Eletrônica de Gestão e Serviços*, 10 (2). <https://doi.org/10.15603/2177-7284/regs.v10n2p2827-2850>

Souza, R. da S. & Fry-Mckibbin, R. (2021). Global liquidity and commodity market interactions: Macroeconomic effects on a commodity exporting emerging market. *International Review of Economics & Finance*, 76, 781-800. <https://doi.org/10.1016/j.iref.2021.07.008>

Tversky, A. & Kahneman, D. (1986). Rational choice and the Framing of Decisions. *Journal of Business*, 59 (4), S251-S278. <http://www.jstor.org/stable/2352759>

Vieira, E. S. S. (2017). *Defesa Agropecuária e Inspeção de Produtos de Origem Animal: uma breve reflexão sobre a Operação Carne Fraca e possíveis contribuições ao aprimoramento dos instrumentos normativos aplicáveis ao setor*. Brasília: Senado Federal, Consultoria Legislativa. 19830645. <http://www2.senado.leg.br/bdsf/handle/id/529043>

Wedekin, I., Pinazza, L. A., Lemos, F. K. & Vivo, V. (2017). *Economia da pecuária de corte: fundamentos e ciclo de preços*. São Paulo: Wedekin Consultores, 180.