

UNIVERSIDAD CENTRAL DE NICARAGUA

“Agnitio Ad Verum Ducit”



Título.

Análisis cuantitativo de potenciales mercados de exportación de carne bovina de Nicaragua:
correlación y modelos de tendencia 2020-2025.

Autores:

Msc. José Santos López Urbina.

Lic. Yesica Tateana Leiva Pilarte.

Institución (es): Universidad Central de Nicaragua.

Fecha de Presentación: Junio del 2026

MANAGUA – NICARAGUA

Junio 2026

Resumen

Esta investigación analiza cuantitativamente los potenciales mercados de exportación de carne bovina de Nicaragua para el período 2020-2025, utilizando datos estadísticos de comercio internacional. Mediante un enfoque cuantitativo no experimental, de alcance correlacional y predictivo, se analizaron exportaciones nicaragüenses (BCN, CETREX) e importaciones de 15 mercados potenciales (TRADEMAP, UN Comtrade, USDA).

Se aplicaron correlación de Pearson, regresión lineal múltiple, análisis de componentes principales, correlación canónica y pronósticos de series de tiempo para determinar la relación entre variables de atractividad (tamaño, crecimiento, precio) y factibilidad (distancia, aranceles, acuerdos comerciales).

Los resultados muestran una correlación negativa fuerte entre el crecimiento de importaciones y las exportaciones de Nicaragua ($r = -0,742$; $p < 0,01$), evidenciando la ausencia del país en los mercados de mayor expansión global. Existe una correlación positiva muy fuerte entre acuerdos comerciales y desempeño exportador ($r = 0,812$; $p < 0,01$). El modelo de regresión explica el 78,7% de la varianza ($R^2 = 0,787$), con el acuerdo comercial como principal predictor (Beta = 0,612). La correlación canónica reveló una asociación muy fuerte entre atractividad y factibilidad ($R_c = 0,885$; $p = 0,001$), explicando el 78,4% de la varianza compartida.

Los pronósticos indican que Corea del Sur (CAGR 9,5%; 9.850 USD/TN), Emiratos Árabes Unidos (CAGR 13,2%; 8.750 USD/TN) y Vietnam (CAGR 11,4%; 7.950 USD/TN) incrementarán sus importaciones entre 9% y 13% anual hasta 2030. En un escenario moderado (1,5% de participación), Nicaragua podría exportar 26.715 toneladas adicionales anuales (+39% sobre 2024).

Palabras clave: análisis cuantitativo, mercados potenciales, carne bovina, correlación canónica, pronósticos.

Abstract

This research quantitatively analyzes potential export markets for Nicaraguan bovine meat for the 2020-2025 period using international trade statistical data. Through a non-experimental quantitative approach with correlational and predictive scope, Nicaraguan exports (BCN, CETREX) and imports from 15 potential markets (TRADEMAP, UN Comtrade, USDA) were analyzed.

Pearson correlation, multiple linear regression, principal component analysis, canonical correlation, and time series forecasting were applied to determine the relationship between attractiveness variables (size, growth, price) and feasibility variables (distance, tariffs, trade agreements).

Results show a strong negative correlation between import growth and Nicaraguan exports ($r = -0.742$; $p < 0.01$), evidencing the country's absence from the fastest-growing global markets. A very strong positive correlation exists between trade agreements and export performance ($r = 0.812$; $p < 0.01$). The regression model explains 78.7% of the variance ($R^2 = 0.787$), with trade agreements as the main predictor (Beta = 0.612). Canonical correlation revealed a very strong association between attractiveness and feasibility ($R_c = 0.885$; $p = 0.001$), explaining 78.4% of shared variance.

Forecasts indicate that South Korea (CAGR 9.5%; 9,850 USD/TN), United Arab Emirates (CAGR 13.2%; 8,750 USD/TN), and Vietnam (CAGR 11.4%; 7,950 USD/TN) will increase imports by 9% to 13% annually until 2030. Under a moderate scenario (1.5% market share), Nicaragua could export an additional 26,715 metric tons annually (+39% over 2024).

Keywords: quantitative analysis, potential markets, bovine meat, canonical correlation, forecasting.

Contenido	
6.-Introducción.....	5
6.1- Antecedentes y contexto del problema.....	5
Lecciones desde la experiencia paraguaya.....	6
6.2- Objetivos	9
Objetivo general	9
6.3- Preguntas de investigación.....	10
6.4- Justificación	11
6.5- Limitaciones.....	13
6.6- Hipótesis.	14
6.7- Hipótesis nula (H0):.....	14
6.2. Hipótesis alternativa (H1):	14
6.7- Variables	15
6.8- Marco Contextual	16
7. MARCO TEÓRICO	19
7.1- Estado del arte.....	19
7.2- Teorías y conceptualizaciones asumidas	21
7.2-1. <i>Teoría de la dotación de factores</i>	22
7.2-2. <i>Teoría de la nueva economía del comercio internacional.</i>	22
7.2-3. <i>Teoría de la diversificación de cartera aplicada al comercio internacional.</i>	23
7.2-4. <i>Modelos de selección de mercados de exportación (Export Market Selection - EMS)</i>	24
7.2-5. <i>Modelos gravitacionales del comercio internacional.</i>	24
7.2-6. <i>Modelos de series de tiempo y pronóstico.</i>	25
7.3- Teorías de la integración económica y los acuerdos comerciales preferenciales	26
7.4- Teorías de la competitividad internacional y el desarrollo de clusters productivos.....	27
7.5- Conceptualizaciones de la Organización Mundial del Comercio (OMC) y el sistema armonizado de clasificación de productos	28

8. Diseño Metodológico.....	31
8.1- Tipo de investigación.....	31
8.2- Población y selección de la muestra.....	32
8.3- Técnicas e instrumentos de recolección de datos utilizados.	34
8.4- Confiabilidad y validez de los instrumentos	36
8.5- Procedimientos para el procesamiento y análisis de datos	37
9. Resultados	49
9.1- Análisis descriptivo de los 15 mercados potenciales (2024).....	49
9.2- Exportaciones actuales de Nicaragua hacia los mercados analizados (2020-2024).....	53
9.3- Análisis de correlación de Pearson	56
9.4- Modelo de regresión lineal múltiple.....	58
9.5- Análisis de componentes principales (PCA)	62
9.6- Correlación Canónica	64
Procedimiento técnico aplicado	64
Funciones canónicas extraídas y estadísticos de significancia	65
Tal como se anunció en el resumen del estudio, se aplicó un análisis de correlación canónica para evaluar la relación global entre los conjuntos de variables de atraktividad y factibilidad. Los resultados, presentados a continuación, confirman una asociación estadísticamente significativa ($R_c = 0.885$, $p = 0.001$) que explica el 78.4% de la varianza compartida entre ambos conjuntos..... Estos hallazgos validan empíricamente que existe una relación estructural y estadísticamente significativa entre cómo de atractivo es un mercado (tamaño, crecimiento, precio) y cómo de factible es para Nicaragua exportar a él (distancia, aranceles, acuerdos comerciales). Para comprender qué variables específicas impulsan cada función canónica, se examinan las cargas canónicas, que son las correlaciones entre cada variable original y su respectiva variable canónica. Se consideran cargas significativas aquellas con valor absoluto superior a 0.30 (Hair et al., 2019).....	
Interpretación sustantiva de la Función Canónica 1 ($R_c = 0.885$, $p = 0.001$) ...	67
9.7- Redundancia y poder predictivo.....	69
10. Conclusiones	73
11. Referencias.....	77

12. Anexos.....	83
Anexo 14.....	95

Índice de tablas

Tabla 1: Variable independiente del estudio.	15
Tabla 2: Criterios de inclusión aplicados en la muestra.	33
Tabla 3: Mercados seleccionados.	34
Tabla 4: Técnica e instrumentos de recolección de datos.	35
Tabla 5: Software a utilizar en el procesamiento.	38
Tabla 6: Cálculos estadísticos a efectuar.	38
Tabla 7: Criterios de interpretación.	39
Tabla 8: Verificación de supuestos del modelo de regresión.	41
Tabla 9: Validación de la adecuación del PCA.	43
Tabla 10: Modelos seleccionados.	46
Tabla 11: Caracterización de los 15 mercados con mayor potencial de carne bovina, 2024.	50
Tabla 12: Exportaciones de Nicaragua hacia los mercados analizados, en miles de toneladas 2020 - 2024.	54
Tabla 13: Participación de Nicaragua en las importaciones de cada mercado de destino 2024.....	55
Tabla 14: Matriz de correlación de Pearson con $n = 15$	56
Tabla 15: Tabla de coeficientes estadísticos.....	59
Tabla 16: Ecuación estimada.	59
Tabla 17: Cargas factoriales de rotación Varimax (componente con valor >1).....	63
Tabla 18: Varianza explicada por cada componente.	63
Tabla 19: Verificación de supuestos.....	65

Tabla 20: Funciones canónica y estadísticos de significancia	66
Tabla 21: Cargas canónica para el conjunto U (Atractivo de mercado)	66
Tabla 22: Cargas canónicas para el conjunto V (Factibilidad comercial).....	67
Tabla 23: Medidas de redundancia entre los conjuntos de variables.....	70
Tabla 24: Volumen importado de carne bovina por mercado, 2020 - 2024.....	83
Tabla 25: precio unitario de carne bovina.	84
Tabla 26: Exportaciones de Nicaragua hacia los mercados en estudio.....	85
Tabla 27: Tabla de factibilidad de mercados para Nicaragua.	86
Tabla 28: Fórmula de cálculo de crecimiento.	87
Tabla 29: Cálculo de CAGR por mercado.	87
Tabla 30: Matriz de correlación de Pearson de todos los coeficientes.....	88
Tabla 31: Resumen del modelo.	88
Tabla 32: Análisis de varianza.....	88
Tabla 33: Coeficientes del modelo final de predicción.	89
Tabla 34: Varianza total explicada	90
Tabla 35: Matriz de componentes rotados	91
Tabla 36: Dendrograma de conglomerados Jerárquicos para los 15 mercados importadores de carne bovina.	92
Tabla 37: Distancia de aglomeración.	93
Tabla 38: 13.A. Pronóstico de importaciones de Corea del Sur (miles de TN)	93
Tabla 39: 13. b. Pronóstico de importaciones de Emiratos Árabes Unidos (miles de TN)	94
Tabla 40: 13.c. Pronóstico de importaciones de Vietnam (miles de TN).....	94
Tabla 41: 13.D. Pronóstico de importaciones de Filipinas (miles de TN).....	94
Tabla 42: 13.E. Pronóstico de importaciones de Arabia Saudita (miles de TN).....	95
Tabla 43: Estimación del potencial exportable de Nicaragua por escenarios.	95
Tabla 44: Métrica de error por pliegue	96

Índice de ecuaciones.

Ecuación 1: Cálculo gravitacionales del comercio internacional.....	25
Ecuación 2: cálculo de coeficiente de correlación de Pearson	39
Ecuación 3: Modelo de regresión lineal estimado.	40
Ecuación 4: Cálculo de conglomerados.	44
Ecuación 5: Modelo lineal de pronóstico.....	45
Ecuación 6: Modelo exponencial.	46

Índice de ilustraciones.

Ilustración 1: Mapa de posicionamiento de mercado según funciones canónicas.....	71
Ilustración 2: Diagrama de elaboración de conglomerado.....	93
Ilustración 3: Pronostico para mercados priorizados.	96
Ilustración 4: Gráficos comparativo.....	97

6.-Introducción

6.1- Antecedentes y contexto del problema.

El comercio internacional de carne bovina ha experimentado transformaciones estructurales en el período 2020-2025. Según datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2025) y el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, 2025), el volumen total de importaciones mundiales de carne bovina alcanzó los 11.2 millones de toneladas métricas (TN) en 2024, con un valor estimado de 68.5 mil millones de dólares americanos (USD).

La distribución geográfica de las importaciones ha mostrado un desplazamiento gradual desde los mercados tradicionales (Estados Unidos, Unión Europea) hacia mercados emergentes en Asia y Medio Oriente. China se consolidó como el principal importador mundial (2.85 millones de TN en 2024), seguido por Estados Unidos (1.725 millones de TN), Japón (870,000 TN), Corea del Sur (590,000 TN) y la Unión Europea (355,000 TN).

En el ámbito del comercio global de carne bovina, Peel (2025) ha desarrollado un análisis exhaustivo de los determinantes estructurales del comercio, identificando que los países con

altas relaciones población - inventario ganadero tienden a ser importadores netos, mientras que aquellos con bajas relaciones son predominantemente exportadores. Japón presenta la relación más alta (31.56 habitantes por cabeza de ganado) y es el tercer importador mundial, con importaciones equivalentes al 143% de su producción doméstica; Corea del Sur, con una relación de 13.25, ocupa el cuarto lugar como importador, con importaciones del 166% de su producción; China, con una relación de 13.62, es el principal importador mundial, absorbiendo el 52% de su producción vía importaciones (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, USDA, 2025; Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO, 2025)

Nicaragua, como país exportador, ha mantenido una participación estable en el mercado mundial de carne bovina, con exportaciones que crecieron de 492.7 millones USD en 2020 a 675.8 millones USD en 2024 (Banco Central de Nicaragua [BCN], 2025), equivalentes a un crecimiento acumulado del 37.2% en el período. Sin embargo, la distribución de estos envíos se ha concentrado en un número reducido de destinos: Estados Unidos (51%), Centroamérica (35%) y México (8%).

Esta concentración geográfica representa una vulnerabilidad estructural desde la perspectiva de la teoría de cartera aplicada al comercio internacional, que establece que la diversificación de mercados reduce la varianza de los ingresos exportadores (Brainard & Cooper, 1968, como se citó en Sandoval Mejía, 2022).

Lecciones desde la experiencia paraguaya

Uno de los fenómenos más documentados en el período 2020-2025 es la transformación estructural del sector exportador paraguayo. Según datos del Banco Central del Paraguay (2025), las exportaciones de carne bovina del país aumentaron de 1.000 millones de dólares en 2020 a casi 2.000 millones de dólares en 2025, lo que representa un incremento del 80% en valor en un lustro. Lo más relevante de este proceso es que, mientras el valor se duplicó, el volumen exportado creció moderadamente de 286 mil toneladas a 324 mil toneladas, evidenciando una

estrategia exitosa de captura de valor a través de la orientación hacia mercados de mayor poder adquisitivo (Peel, 2025).

El precio promedio por tonelada de carne paraguaya pasó de 3.700 dólares en 2020 a 5.900 dólares en 2025, un incremento del 60%, impulsado por la diversificación hacia destinos premium como Israel (que paga aproximadamente 6.500 dólares por tonelada), Brasil y Taiwán (International Trade Centre, 2024; United Nations Comtrade, 2024). Paralelamente, el mapa de destinos de Paraguay se ha reconfigurado radicalmente.

En 2020, Chile lideraba el mercado seguido de Rusia con una participación del 20%; sin embargo, para 2025, Estados Unidos emergió como el segundo destino más importante, aportando 255 millones de dólares a la balanza comercial paraguaya, mientras que Taiwán duplicó su importancia estratégica al pasar de 107 millones a 250 millones de dólares (Banco Central del Paraguay, 2025). En contraste, la participación de Rusia cayó del 20% al 3%, demostrando una diversificación deliberada hacia mercados que pagan mejores precios. Esta experiencia paraguaya constituye un referente empírico fundamental para Nicaragua, que enfrenta una situación de concentración exportadora similar (MAG, 2024)

La literatura especializada en selección de mercados de exportación (Cavusgil, 1985; Papadopoulos & Martín, 2011) ha identificado un conjunto de variables que determinan el atractivo y la factibilidad de los mercados destino: tamaño del mercado (volumen de importaciones), tasa de crecimiento, precio unitario, barreras arancelarias y no arancelarias, distancia geográfica y existencia de acuerdos comerciales preferenciales.

Sin embargo, en el caso de Nicaragua, no existen estudios cuantitativos que hayan aplicado sistemáticamente estos criterios a los mercados potenciales para la carne bovina, utilizando series de tiempo completas (2020-2025) y modelos estadísticos que permitan establecer correlaciones y pronósticos.

6.2- Objetivos

Objetivo general

Analizar cuantitativamente el potencial de los principales mercados importadores de carne bovina para las exportaciones de Nicaragua durante el período 2020-2025, aplicando análisis de correlación entre variables de atractividad y factibilidad, así como modelos de tendencia (lineal y exponencial) que permitan estimar el comportamiento futuro de los flujos comerciales y orientar la priorización de mercados objetivo.

Objetivo específico.

- Determinar las tendencias de las importaciones mundiales de carne bovina (2020-2025) para el establecimiento de pronósticos para 2026-2030 mediante modelos de regresión lineal y exponencial.
- Establecer la relación entre el precio unitario de importación con distancia, aranceles y acuerdos comerciales para la creación de un modelo de regresión múltiple explicativo del potencial exportador de Nicaragua.
- Generar pronósticos cuantitativos de las exportaciones de carne de res de Nicaragua, hacia los mercados priorizados para el período 2026-2028.

6.3- Preguntas de investigación

Pregunta General:

¿Qué mercados presentan el mayor potencial para la exportación de carne bovina de Nicaragua, según el análisis cuantitativo de correlación entre variables de atractividad, factibilidad y desempeño exportador en el período 2020-2025?

Preguntas Específicas:

¿Cuál es la tendencia de crecimiento de las importaciones de carne bovina en los principales mercados mundiales (2020-2025) y cuáles son los pronósticos para 2026-2030?

¿Existe correlación estadísticamente significativa entre el crecimiento de las importaciones de un mercado y el volumen exportado por Nicaragua hacia ese mercado?

¿Qué relación existe entre el precio unitario de importación y la distancia geográfica o aranceles aplicados?

¿Qué variables (tamaño, crecimiento, precio, distancia, aranceles, acuerdos) explican en mayor medida el potencial de exportación de Nicaragua?

6.4- Justificación

La presente investigación se justifica desde múltiples dimensiones que convergen en su relevancia estadística, aportación metodológica y contribución a la política comercial.

Relevancia cuantitativa y metodológica. La disponibilidad de datos de comercio internacional para el período 2020-2025 permite aplicar métodos cuantitativos rigurosos para la selección de mercados de exportación, superando enfoques puramente descriptivos que han predominado en estudios anteriores sobre el sector cárnico nicaragüense. Este estudio desarrolla modelos de correlación de Pearson, regresión lineal múltiple, análisis de componentes principales, correlación canónica y pronósticos de series de tiempo específicamente adaptados a la carne bovina nicaragüense, constituyendo una herramienta cuantitativa inédita para la toma de decisiones estratégicas.

No existen estudios previos con series de tiempo que cubran el período post-pandemia (2020-2025) y las transformaciones recientes en los flujos comerciales globales de carne bovina, incluyendo la crisis ganadera en Estados Unidos por sequías recurrentes y el crecimiento acelerado de la demanda asiática. Esta investigación actualiza la información disponible para la planificación sectorial.

Esta investigación se inscribe en el Ámbito Económico de la Agenda de Investigación e Innovación del Sistema Educativo Nacional 2025-2027 (MINED, INATEC, SETEC, SEAR, 2025), vinculándose con las líneas de Desarrollo local sostenible, Dinamización socioeconómica y Agregación de valor para la innovación.

El estudio contribuye al ODS 1 (Fin de la pobreza) al identificar mercados con primas de precio de hasta el 25%; al ODS 2 (Hambre cero) mediante la mejora de ingresos de productores; al ODS 8 (Trabajo decente y crecimiento económico) por la generación de divisas y empleo; al ODS 9 (Industria, innovación e infraestructura) mediante el desarrollo de modelos cuantitativos de pronóstico; al ODS 12 (Producción y consumo responsables) al identificar requisitos de

trazabilidad y sostenibilidad; y al ODS 17 (Alianzas para lograr los objetivos) al cuantificar empíricamente el impacto de los acuerdos comerciales ($\text{Beta} = 0,612$).

Los resultados de esta investigación pueden orientar las negociaciones comerciales del país con mercados prioritarios como Corea del Sur y Emiratos Árabes Unidos, así como las estrategias de promoción de exportaciones del sector público y privado, generando información basada en evidencia para la toma de decisiones.

6.5- Limitaciones.

Se reconocen las siguientes limitaciones en el estudio:

Disponibilidad de datos. Los registros de importaciones de carne bovina de mercados clave como China y Vietnam presentan rezagos de publicación de entre 12 y 18 meses, lo que afecta la actualización de los pronósticos para 2025 y reduce la precisión de los modelos.

Homogeneidad del producto. El análisis trata la carne bovina como un producto homogéneo, asumiendo que todas las exportaciones son equivalentes. En la práctica comercial real existen diferencias significativas en función del corte específico, nivel de calidad, sistema de producción y presentación (refrigerada vs. congelada), aspectos que no pueden capturarse con los agregados estadísticos disponibles.

Barreras no cuantificables. Factores como requisitos sanitarios específicos, procedimientos aduaneros particulares, certificaciones exigidas (orgánica, inocuidad, bienestar animal) e inspecciones en origen o destino no son fácilmente expresables en escalas numéricas.

Variables externas no incorporadas. El modelo no incorpora variables como las fluctuaciones en los precios de los combustibles que afectan los fletes internacionales, o las políticas comerciales implementadas por terceros países que compiten en los mismos mercados destino.

Período atípico. El período analizado (2020-2025) incluye años excepcionales como la pandemia de COVID-19 (2020-2021) y sus efectos prolongados en las cadenas logísticas globales. Esta coyuntura puede afectar la generalización de las tendencias identificadas hacia períodos futuros de mayor estabilidad comercial.

6.6- Hipótesis.

6.7- Hipótesis nula (H0):

No existe correlación estadísticamente significativa entre las variables de atraktividad de los mercados potenciales (tamaño, crecimiento, precio) y el desempeño exportador de Nicaragua (volumen exportado, participación de mercado).

6.2. Hipótesis alternativa (H1):

Existe correlación estadísticamente significativa entre las variables de atraktividad de los mercados potenciales y el desempeño exportador de Nicaragua, siendo el crecimiento del mercado y el precio unitario las variables con mayor poder explicativo.

6.7- Variables

Variable dependiente (Y): Potencial de exportación de Nicaragua (operacionalizado como el volumen exportado hacia el mercado i en el período 2020-2024, en miles de TN).

Tabla 1: Variable independiente del estudio.

Código	Variable	Tipo	Escala	Unidad
X_1	Volumen de importaciones	Cuantitativa continua	Miles TN	Importaciones totales del mercado i
X_2	CAGR importaciones (2020-2024)	Cuantitativa continua	Porcentaje	Tasa de crecimiento anual compuesta
X_3	Precio unitario	Cuantitativa continua	USD/TN	Valor por tonelada métrica
X_4	Distancia geográfica	Cuantitativa continua	km	Distancia marítima desde Nicaragua
X_5	Arancel NMF	Cuantitativa continua	Porcentaje	Tasa arancelaria aplicada
X_6	Acuerdo comercial con Nicaragua	Cuantitativa dicotómica	0/1	1 = existe acuerdo, 0 = no existe

6.8- Marco Contextual

El período 2020-2025 ha estado marcado por transformaciones significativas en los flujos comerciales globales de carne bovina: recuperación pospandemia (2021-2022), crisis ganadera en Estados Unidos por sequías recurrentes (afectando al 49.5% de los estados productores), crecimiento acelerado de la demanda asiática (China +12.8%, Corea del Sur +9.5%, Vietnam +11.4%), y consolidación de requisitos sanitarios y de sostenibilidad en mercados desarrollados (EUDR, trazabilidad, libre de hormonas).

En el ámbito normativo internacional, el Reglamento de Deforestación de la Unión Europea (EUDR) ha emergido como un factor determinante en la reconfiguración de los requisitos de acceso a los mercados europeos. Un estudio regional sobre MERCOSUR (2025) documenta que los cuatro países del bloque (Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay) se encuentran en proceso de implementación de sistemas tecnológicos de trazabilidad para cumplir con los requisitos de la EUDR, que exige que los productos exportados a la Unión Europea no estén vinculados a deforestación posterior al 31 de diciembre de 2020 (Parlamento Europeo, 2023). Las plataformas tecnológicas como VISEC en Argentina, AgroBrasil+Sustentável en Brasil, RETSA en Paraguay y la Plataforma Digital Integrada en Uruguay representan los esfuerzos más avanzados para integrar bases de datos de trazabilidad, información de productores y sistemas geoespaciales de monitoreo de deforestación (Torrez, 2024).

Los instrumentos evaluados en los países MERCOSUR evidencian que la integración tecnológica entre sistemas de trazabilidad, monitoreo geoespacial y otras bases de datos públicas constituye el principal desafío para el cumplimiento de los estándares internacionales (Torrez, 2024; Instituto de Protección y Sanidad Agropecuaria, IPSA, 2024).

Nicaragua ha mantenido una oferta exportable creciente, con un hato ganadero de 5.91 millones de cabezas en 2024 y una capacidad ociosa estimada del 27% (Ministerio Agropecuario

MAG, 2024). Esta capacidad permite incrementar las exportaciones sin inversiones adicionales significativas en producción primaria.

En este contexto de transformación de los flujos globales, Nicaragua se posiciona como un actor relevante pero aún con participación modesta en los principales mercados importadores. Durante el período 2020-2025, las exportaciones nicaragüenses de carne bovina han mostrado una tendencia creciente, con destinos prioritarios como Estados Unidos, Puerto Rico, Guatemala, El Salvador y México.

En el ámbito de los acuerdos comerciales, el reciente acuerdo entre MERCOSUR y la Unión Europea (firmado en diciembre de 2024) establece cuotas de 99 mil toneladas de carne bovina con aranceles reducidos al 7.5%, y la eliminación completa de aranceles para las 10 mil toneladas de la Cuota Hilton (Comisión Europea, 2024). Aunque este acuerdo representa menos del 2% del consumo de carne en la Unión Europea, su importancia radica en que establece un precedente para futuras negociaciones comerciales entre América Latina y Europa, incluyendo las que Nicaragua podría emprender en el marco del Acuerdo de Asociación entre Centroamérica y la Unión Europea (Sandoval Mejía, 2022).

El comercio bilateral entre Nicaragua y Estados Unidos se ha visto influenciado en el período reciente por decisiones de política comercial. La Representante de Comercio de Estados Unidos (USTR) anunció la imposición de aranceles a productos nicaragüenses no originarios bajo el CAFTA-DR, que comenzarán en cero en 2026 pero aumentarán al 10% en 2027 y al 15% en 2028 (Oficina de la Representante de Comercio de Estados Unidos, USTR, 2024). Esta medida, aunque enfocada inicialmente en productos no amparados por el tratado, podría tener efectos indirectos en la competitividad de la carne bovina nicaragüense en el mercado estadounidense, reforzando la necesidad de diversificar destinos (MIFIC, 2024).

No obstante, la participación de Nicaragua en mercados asiáticos de alto dinamismo (China, Corea del Sur, Vietnam) sigue siendo marginal, pese a que estos países concentran actualmente más del 40% de las importaciones mundiales de carne bovina. Esta brecha entre el dinamismo de la demanda asiática y la baja penetración nicaragüense representa una oportunidad cuantificable, pero también evidencia la necesidad de superar barreras logísticas, sanitarias y arancelarias que el presente estudio busca evaluar mediante herramientas de correlación y pronóstico.

Asimismo, el contexto normativo internacional ha elevado progresivamente los estándares de acceso a los mercados de mayor valor agregado. La Unión Europea ha implementado el Reglamento sobre Deforestación (EUDR), que exige certificar que la carne bovina exportada no provenga de tierras deforestadas después de 2020. Estados Unidos mantiene requisitos estrictos de trazabilidad y ha reforzado los controles sanitarios ante brotes esporádicos de fiebre aftosa en la región.

Nicaragua ha avanzado en la adopción de buenas prácticas ganaderas y sistemas de identificación individual del ganado, pero aún persisten asimetrías en los niveles de certificación exigidos por cada mercado. Por tanto, el análisis cuantitativo del potencial exportador no puede desvincularse de estas exigencias cualitativas, aunque el presente estudio se centrará en variables numéricamente expresables, dejando como línea de investigación complementaria la evaluación de brechas de cumplimiento normativo.

7. MARCO TEÓRICO

7.1- Estado del arte

El análisis del estado del arte sobre la selección de mercados de exportación de carne bovina y la diversificación de destinos comerciales ha sido abordado desde múltiples perspectivas en la literatura especializada de los últimos cinco años. A nivel internacional, los estudios han evolucionado desde enfoques puramente descriptivos hacia modelos econométricos y de pronóstico que integran variables de atractividad, factibilidad y riesgos geopolíticos (Cavusgil, 1985; Papadopoulos & Martín, 2011). En el contexto latinoamericano, investigaciones recientes han documentado procesos exitosos de diversificación, particularmente en países como Paraguay, Uruguay y Argentina, cuyas experiencias ofrecen lecciones valiosas para el caso nicaragüense (Mena et al., 2021; Sandoval Mejía, 2022).

Estos hallazgos confirman la pertinencia de los criterios de selección de mercados utilizados en la presente investigación, validando que los mercados asiáticos con alta densidad poblacional y limitada producción doméstica constituyen los destinos más atractivos para los países exportadores de la región.

Para Nicaragua, que aspira a diversificar sus exportaciones hacia la Unión Europea, estos desarrollos constituyen un referente técnico obligado, aunque el estudio señala que solo el 5.8% de las exportaciones de carne de los países MERCOSUR se dirigen actualmente a Europa, lo que sugiere que el impacto inmediato de la EUDR podría ser limitado pero creciente en el mediano plazo (MAG, 2024).

En el ámbito nacional, los datos más recientes del Banco Central de Nicaragua (2025) indican que las exportaciones de carne bovina alcanzaron los 1.003,5 millones de dólares, posicionándose como el tercer producto de exportación del país después del oro y las prendas de vestir, y representando un crecimiento del 27.1% respecto al año anterior. Estados Unidos continúa siendo el principal socio comercial de Nicaragua, absorbiendo el 38% de las

exportaciones totales del país (20.257 millones de dólares), seguido por Canadá (9.244 millones) y Centroamérica en su conjunto (Banco Central de Nicaragua, 2025). Sin embargo, las exportaciones hacia China alcanzaron solo 81.1 millones de dólares y hacia Rusia 5.7 millones, evidenciando el limitado grado de penetración en los mercados asiáticos y euroasiáticos que representan las mayores tasas de crecimiento global (Centro de Trámite de las Exportaciones, CETREX, 2024).

Finalmente, en el ámbito de la trazabilidad y las certificaciones, los estudios más recientes coinciden en que la capacidad de demostrar el origen y las prácticas sostenibles de producción se ha convertido en un requisito indispensable para acceder a los mercados de alta gama. Los instrumentos evaluados en los países MERCOSUR evidencian que la integración tecnológica entre sistemas de trazabilidad, monitoreo geoespacial y otras bases de datos públicas constituye el principal desafío para el cumplimiento de los estándares internacionales (Torrez, 2024; Instituto de Protección y Sanidad Agropecuaria, IPSA, 2024). Para Nicaragua, el desarrollo y fortalecimiento del Sistema Nacional de Identificación y Trazabilidad Bovina (SNITB) resulta condición necesaria para aprovechar las oportunidades de diversificación identificadas en esta investigación (MAG, 2024; IPSA, 2024).

En síntesis, el estado del arte revela que la diversificación de mercados de exportación de carne bovina es un proceso complejo que requiere la convergencia de factores estructurales (tamaño y crecimiento de los mercados destino), institucionales (acuerdos comerciales y reconocimientos sanitarios) y operativos (trazabilidad y certificaciones). La presente investigación contribuye a llenar el vacío identificado en la literatura nacional (Sandoval Mejía, 2022; Mena et al., 2021), aplicando metodologías cuantitativas rigurosas para la selección de mercados potenciales para la carne bovina nicaragüense en el período 2020-2025.

7.2- Teorías y conceptualizaciones asumidas

Para comprender por qué Nicaragua exporta carne bovina principalmente a unos pocos países y cómo podría diversificar sus destinos hacia mercados más prometedores, esta investigación se apoya en un conjunto de teorías que, desde distintas miradas, explican el funcionamiento del comercio internacional. No se trata de un listado abstracto de ideas, sino de herramientas vivas que nos ayudan a iluminar la situación concreta del sector ganadero nicaragüense y a trazar rutas realistas hacia nuevos horizontes comerciales.

Por lo que la presente investigación se fundamenta en un conjunto de teorías y conceptualizaciones provenientes del comercio internacional, la economía aplicada y la estadística predictiva, que en su conjunto proporcionan el marco analítico para la selección cuantitativa de mercados de exportación.

En primer lugar, la teoría de la ventaja comparativa, formulada originalmente por David Ricardo a principios del siglo XIX y posteriormente refinada por autores como Samuelson (1964) y Gomory y Baumol (2000), constituye el fundamento clásico del comercio internacional. Esta teoría sostiene que los países se especializan en la producción y exportación de aquellos bienes en los que poseen una ventaja comparativa, es decir, aquellos que pueden producir con un menor costo de oportunidad relativo que sus socios comerciales (Krugman et al., 2018).

En el caso de Nicaragua, la ventaja comparativa en la producción de carne bovina se manifiesta en la disponibilidad de extensas áreas de pastoreo, un clima favorable, costos de producción relativamente bajos y la cercanía geográfica a los principales mercados consumidores de América del Norte (Mena et al., 2021; MAG, 2024). Sin embargo, la teoría ricardiana por sí sola no explica por qué un país con ventaja comparativa no logra diversificar sus destinos de exportación, lo que requiere complementar el análisis con otras aproximaciones teóricas (Samuelson, 2001).

7.2-1. Teoría de la dotación de factores

Desarrollada por Eli Heckscher (1919) y Bertil Ohlin (1933), y posteriormente formalizada por Samuelson (1948, 1949) en el teorema de igualación del precio de los factores, postula que los países exportan aquellos bienes que utilizan intensivamente los factores de producción con los que están mejor dotados (Appleyard & Field, 2017). Nicaragua posee una dotación relativamente abundante de tierras para pastoreo y mano de obra, factores intensivamente utilizados en la producción ganadera extensiva, lo que explicaría su especialización en la exportación de carne bovina (MAG, 2024).

No obstante, la versión estándar del modelo Heckscher-Ohlin no incorpora las barreras institucionales al comercio, como los aranceles o la ausencia de acuerdos comerciales, lo que limita su capacidad para explicar la concentración geográfica observada en las exportaciones nicaragüenses (Feenstra, 2016). Por esta razón, la presente investigación complementa el análisis de dotación de factores con la consideración explícita de variables institucionales como la existencia de acuerdos comerciales preferenciales y las barreras arancelarias (Sandoval Mejía, 2022).

7.2-2. Teoría de la nueva economía del comercio internacional.

(Krugman, 1979, 1980, 1991; Helpman & Krugman, 1985), desarrollada a partir de la década de 1980, introduce los conceptos de economías de escala, competencia monopolística y diferenciación de productos en el análisis del comercio internacional.

Esta teoría es particularmente relevante para explicar el comercio de productos agropecuarios diferenciados como la carne bovina, que no es un commodity homogéneo, sino que presenta variaciones significativas en calidad, trazabilidad, certificaciones y prácticas de producción (Torrez, 2024). Krugman (1991) sostiene que los países tienden a comerciar más

intensamente con socios geográficamente cercanos debido a los costos de transporte y a la formación de clusters productivos, lo que explicaría la concentración de las exportaciones nicaragüenses hacia Estados Unidos y Centroamérica (Feenstra, 2016).

Sin embargo, esta misma teoría sugiere que la reducción de los costos de transporte y las mejoras en la logística internacional han ampliado las posibilidades de comercio con mercados más distantes, como los asiáticos, siempre que existan economías de escala suficientes para justificar los mayores costos logísticos (Krugman et al., 2018).

7.2-3. *Teoría de la diversificación de cartera aplicada al comercio internacional.*

(Brainard & Cooper, 1968; Markowitz, 1952) proporciona el fundamento analítico para la estrategia de diversificación de mercados propuesta en esta investigación. Markowitz (1952, 1959) desarrolló la teoría moderna de cartera (Modern Portfolio Theory), demostrando que la diversificación de activos reduce el riesgo total de una cartera sin necesariamente reducir el rendimiento esperado, siempre que los activos no estén perfectamente correlacionados.

Brainard y Cooper (1968) adaptaron este principio al comercio internacional, argumentando que los países exportadores pueden reducir la varianza de sus ingresos por exportaciones diversificando sus destinos hacia mercados con ciclos económicos no perfectamente correlacionados (Sandoval Mejía, 2022). En el contexto de la carne bovina nicaragüense, la alta concentración de las exportaciones en Estados Unidos (51%) expone al sector a riesgos específicos de ese mercado, como fluctuaciones en la demanda, políticas comerciales restrictivas o crisis sanitarias (BCN, 2025).

La diversificación hacia mercados asiáticos y de Medio Oriente, cuyos ciclos económicos están menos correlacionados con el ciclo estadounidense, permitiría reducir la vulnerabilidad del sector sin sacrificar ingresos, dado que estos mercados ofrecen primas de precio significativas (ITC, 2024; UN Comtrade, 2024). Esta teoría ha sido aplicada con éxito en estudios recientes

sobre diversificación de exportaciones agropecuarias en América Latina (Mena et al., 2021; Peel, 2025).

7.2-4. Modelos de selección de mercados de exportación (*Export Market Selection - EMS*)

Esta teoría desarrollados por Cavusgil (1985) y posteriormente ampliados por Papadopoulos y Martín (2011) y Cavusgil et al. (2014). Cavusgil (1985) propuso un modelo secuencial de dos etapas: en la primera etapa, se identifican los mercados potenciales mediante criterios de atractivo macroeconómico (tamaño del mercado, tasa de crecimiento, ingreso per cápita, estabilidad política); en la segunda etapa, se evalúa la factibilidad de entrada considerando barreras comerciales, costos logísticos, distancia cultural y requisitos específicos del producto (Cavusgil et al., 2014).

Papadopoulos y Martín (2011) refinaron este modelo introduciendo el concepto de segmentación de mercados, que agrupa países con características similares para reducir la complejidad del análisis y permitir estrategias de entrada estandarizadas.

En esta investigación, se ha operacionalizado el modelo de Cavusgil (1985) mediante la selección de 15 mercados potenciales (muestra intencional cuantitativa), la definición de variables de atractividad (volumen de importaciones X_1 , tasa de crecimiento X_2 , precio unitario X_3) y variables de factibilidad (distancia geográfica X_4 , aranceles X_5 , acuerdos comerciales X_6), y la aplicación de técnicas estadísticas multivariantes (correlación de Pearson, regresión lineal múltiple, análisis de componentes principales y conglomerados) para la priorización cuantitativa de los mercados objetivo (Hair et al., 2019).

7.2-5. Modelos gravitacionales del comercio internacional.

El estudio incorpora los modelos gravitacionales del comercio internacional (Tinbergen, 1962; Pöyhönen, 1963; Linnemann, 1966), que constituyen una de las herramientas empíricas más sólidas para explicar y predecir los flujos comerciales bilaterales. El modelo gravitacional

básico postula que el volumen de comercio entre dos países es directamente proporcional al producto de sus tamaños económicos (usualmente medidos por el PIB) e inversamente proporcional a la distancia geográfica entre ellos (Anderson, 2011; Bergstrand, 1985). La ecuación general del modelo gravitacional se expresa como:

Ecuación 1: Calculo gravitacionales del comercio internacional.

$$T_{ij} = A \times \frac{(Y_i \times Y_j)}{D_{ij}^\beta} \times \prod Z_{ijk}^{\gamma_k}$$

Donde T_{ij} es el flujo comercial entre el país i y el país j , Y_i y Y_j son los PIB respectivos, D_{ij} es la distancia geográfica, y Z_{ijk} representa un conjunto de variables adicionales (acuerdos comerciales, idioma común, frontera compartida, entre otras) (Anderson & van Wincoop, 2003, 2004).

En esta investigación, la especificación gravitacional se refleja en la inclusión de variables de tamaño económico (volumen de importaciones X_1 como proxy del tamaño del mercado destino), distancia geográfica (X_4) y acuerdos comerciales (X_6), que según la literatura especializada explican una proporción significativa de la varianza en los flujos comerciales bilaterales (Head & Mayer, 2014; Yotov et al., 2016).

Los coeficientes estimados para estas variables (Beta estandarizados de 0.641 para acuerdos comerciales y -0.215 para distancia) son consistentes con los hallazgos de estudios gravitacionales previos en el sector cárnico latinoamericano (Mena et al., 2021; Peel, 2025).

7.2-6. Modelos de series de tiempo y pronóstico.

El estudio también se fundamenta en los modelos de series de tiempo y pronóstico desarrollados por Box y Jenkins (1976), Hyndman y Athanasopoulos (2021) y Brockwell y Davis (2016). Los modelos de pronóstico permiten proyectar el comportamiento futuro de las

importaciones de carne bovina en los mercados priorizados, proporcionando información cuantitativa para la planificación estratégica de las exportaciones. En esta investigación se han utilizado dos tipos de modelos de tendencia: el modelo lineal $Y(t) = \alpha + \beta t + \varepsilon(t)$, apropiado para series con crecimiento constante, y el modelo exponencial $Y(t) = \alpha \times e^{(\beta t)}$, adecuado para series con tasa de crecimiento proporcional al nivel actual (Hyndman & Athanasopoulos, 2021).

La selección del mejor modelo para cada mercado se realizó mediante el criterio del coeficiente de determinación R^2 y el error cuadrático medio (RMSE), siguiendo las recomendaciones de Brockwell y Davis (2016). Los pronósticos generados para Corea del Sur ($R^2=0.976$, modelo exponencial), Emiratos Árabes Unidos ($R^2=0.991$, modelo lineal), Vietnam ($R^2=0.984$, modelo exponencial), Filipinas ($R^2=0.978$, modelo exponencial) y Arabia Saudita ($R^2=0.988$, modelo lineal) presentan altos niveles de ajuste, lo que indica una adecuada capacidad predictiva (Hyndman & Athanasopoulos, 2021).

La validación cruzada k-fold ($k=5$) aplicada a los modelos de regresión múltiple confirma la estabilidad de las estimaciones y la ausencia de sobreajuste (Hastie et al., 2009; James et al., 2021).

7.3- Teorías de la integración económica y los acuerdos comerciales preferenciales

También se incorpora las teorías de la integración económica y los acuerdos comerciales preferenciales (Viner, 1950; Balassa, 1961; Bhagwati, 2008). Viner (1950) introdujo los conceptos de creación de comercio (trade creation) y desviación de comercio (trade diversion) para analizar los efectos de las uniones aduaneras y los acuerdos comerciales preferenciales.

La creación de comercio ocurre cuando un acuerdo comercial reemplaza producción doméstica de alto costo por importaciones de menor costo de un socio comercial, mientras que la desviación de comercio ocurre cuando se reemplazan importaciones de menor costo de un

país no miembro por importaciones de mayor costo de un socio comercial (Bhagwati, 2008; Panagariya, 2000).

En el caso de Nicaragua, los acuerdos comerciales vigentes (DR-CAFTA con Estados Unidos y Canadá, TLC con México, Acuerdo de Asociación con la Unión Europea, República popular de China) han generado efectos de creación de comercio al facilitar el acceso preferencial a estos mercados (MIFIC, 2024).

Sin embargo, la ausencia de acuerdos con los mercados de más alto crecimiento (Corea del Sur, Emiratos Árabes Unidos, Vietnam, Filipinas, China) constituye una barrera institucional que desvía potenciales flujos comerciales hacia otros países exportadores que sí cuentan con dichos acuerdos (como Australia en el mercado coreano o Brasil en el mercado chino) (ITC, 2024; Sandoval Mejía, 2022).

Los resultados del modelo de regresión múltiple ($\text{Beta}=0.641$ para la variable acuerdo comercial, $p<.001$) confirman empíricamente la importancia de estos acuerdos para el desempeño exportador de Nicaragua, en coherencia con los postulados de la teoría de la integración económica (Baier & Bergstrand, 2007; Egger et al., 2011).

7.4- Teorías de la competitividad internacional y el desarrollo de clusters productivos

El estudio también en otras teorías como las teorías de la competitividad internacional y el desarrollo de clusters productivos (Porter, 1990, 1998, 2000). Michael Porter (1990) desarrolló el modelo del diamante de la competitividad nacional, que identifica cuatro atributos determinantes de la ventaja competitiva de las naciones: (1) condiciones de los factores (recursos naturales, capital humano, infraestructura), (2) condiciones de la demanda (sofisticación y exigencia de los compradores locales), (3) industrias relacionadas y de apoyo (presencia de proveedores especializados), y (4) estrategia, estructura y rivalidad de las empresas (Porter, 1998, 2000).

En el sector ganadero nicaragüense, las condiciones de los factores son favorables (extensas tierras de pastoreo, clima adecuado, disponibilidad de agua), pero las condiciones de la demanda local son limitadas (bajo consumo per cápita de carne en el mercado doméstico), lo que obliga a orientar la producción hacia los mercados de exportación (MAG, 2024).

La presencia de industrias relacionadas (mataderos certificados, plantas de procesamiento, servicios de logística) es moderada, con una capacidad instalada subutilizada (27% de capacidad ociosa), mientras que la estructura del sector se caracteriza por una alta concentración de las exportaciones en pocas empresas exportadoras (BCN, 2025; CETREX, 2024). Porter (1998) argumenta que la formación de clusters productivos (concentraciones geográficas de empresas e instituciones interconectadas en un campo particular) puede potenciar la competitividad internacional mediante economías de aglomeración, innovación colaborativa y especialización flexible (Delgado et al., 2014; Ketels, 2006).

En Nicaragua, el cluster ganadero de la Región Autónoma del Caribe Sur (RACS) y los departamentos de Chontales, Boaco y Matagalpa concentra aproximadamente el 50% del hato nacional, presentando oportunidades para el desarrollo de estrategias de diversificación coordinadas entre productores, procesadores y exportadores (MAG, 2024; Mena et al., 2021).

7.5- Conceptualizaciones de la Organización Mundial del Comercio (OMC) y el sistema armonizado de clasificación de productos

Como parte finalmente de las conceptualizaciones teóricas asumidas, se incorpora las conceptualizaciones de la Organización Mundial del Comercio (OMC) y el sistema armonizado de clasificación de productos. Según la OMC (2024), los aranceles Nación Más Favorecida (NMF) constituyen las tasas arancelarias que los miembros de la OMC aplican a las importaciones procedentes de cualquier otro miembro, con excepción de las preferencias acordadas en tratados de libre comercio o regímenes especiales para países en desarrollo.

Los aranceles preferenciales son aquellos inferiores a los aranceles NMF, aplicados exclusivamente a las importaciones de países con los que se ha suscrito un acuerdo comercial preferencial (OMC, 2022). En esta investigación, se han utilizado los aranceles NMF y preferenciales reportados en la base de datos Market Access Map del International Trade Centre (ITC, 2024), así como la información sobre acuerdos comerciales vigentes proporcionada por el Ministerio de Fomento, Industria y Comercio de Nicaragua (MIFIC, 2024). La clasificación de productos se basa en el Sistema Armonizado de Designación y Codificación de Mercancías (SA), específicamente en las partidas 0201 (carne de bovino fresca o refrigerada) y 0202 (carne de bovino congelada) (Organización Mundial de Aduanas, 2022).

La utilización de esta clasificación estandarizada garantiza la comparabilidad de los datos entre diferentes fuentes (ITC, 2024; UN Comtrade, 2024) y permite la replicación del estudio en otros contextos nacionales o regionales.

El marco teórico anteriormente descrito de esta investigación está basado en nueve pilares teóricos que, en su conjunto, permiten abordar el fenómeno de la diversificación de mercados desde enfoques teóricos complementarios. En primer lugar, la teoría de la ventaja comparativa, asociada a Ricardo y posteriormente refinada por Samuelson, nos recuerda que los países tienden a especializarse en aquello que producen de manera relativamente más eficiente.

A su lado, la teoría de la dotación de factores de Heckscher y Ohlin añade la idea de que esa especialización responde a la abundancia relativa de ciertos recursos productivos, como la tierra o el trabajo. Más allá de estos enfoques clásicos, la nueva economía del comercio internacional, impulsada por Krugman y Helpman, incorpora elementos como las economías de escala, la diferenciación de productos y la competencia imperfecta, aspectos que resultan centrales para entender mercados donde la calidad, la trazabilidad y las certificaciones marcan la diferencia.

La articulación de estas nueve corrientes teóricas permite abordar la problemática de la diversificación de las exportaciones de carne bovina desde una mirada multidimensional, que integra aspectos estructurales (como la dotación de factores y las ventajas comparativas), institucionales (acuerdos comerciales y aranceles), geográficos (distancias y costos de flete), dinámicos (tendencias y pronósticos) y estratégicos (competitividad y formación de clusters).

En coherencia con este marco, las técnicas estadísticas aplicadas entre ellas la correlación de Pearson, la regresión lineal múltiple, el análisis de componentes principales, los conglomerados y los pronósticos con series de tiempo constituyen la traducción empírica de esas teorías. Gracias a ellas es posible priorizar cuantitativamente los mercados objetivo sobre la base de evidencia objetiva y replicable, alejándose de aproximaciones puramente intuitivas o subjetivas.

8. Diseño Metodológico.

8.1- Tipo de investigación

La presente investigación adopta un enfoque cuantitativo, no experimental, de corte longitudinal y alcance correlacional-predictivo. Este diseño es adecuado porque permite analizar relaciones entre variables económicas observables, estimar tendencias temporales y proyectar escenarios futuros sin intervenir sobre los fenómenos estudiados.

Esta decisión metodológica responde a la naturaleza del objeto de estudio: los flujos comerciales de carne bovina son fenómenos medibles, registrados sistemáticamente por organismos internacionales y nacionales y susceptibles de ser analizados mediante técnicas estadísticas. El enfoque cuantitativo permite la replicabilidad del estudio, la comparación objetiva entre mercados y la generalización de los hallazgos a partir de muestras representativas (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018).

En cuanto al alcance, la investigación es de tipo correlacional y predictivo. Es correlacional porque busca establecer el grado de asociación entre las variables independientes (tamaño del mercado, crecimiento, precio unitario, distancia, aranceles, acuerdos comerciales) y la variable dependiente (potencial de exportación de Nicaragua). No se pretende establecer relaciones causales definitivas, sino identificar patrones de covariación que permitan comprender qué factores se asocian sistemáticamente con un mayor o menor desempeño exportador (Hair et al., 2019).

Es predictiva porque, a partir de las tendencias históricas observadas en las series de tiempo (2020-2024), se generan pronósticos cuantitativos para el período 2026-2030, utilizando modelos de regresión lineal y exponencial validados mediante métricas de error (Hyndman & Athanasopoulos, 2021).

El diseño es no experimental y longitudinal. Es no experimental porque no se manipulan deliberadamente las variables independientes; simplemente se observan y miden en su contexto natural, tal como se registran en las bases de datos de comercio internacional. Esto es apropiado cuando el objeto de estudio son fenómenos agregados que ocurren más allá del control del investigador, como los flujos comerciales entre países (Kerlinger & Lee, 2000).

Es longitudinal porque se analizan datos recogidos en múltiples momentos del tiempo (anuales, desde 2020 hasta 2025), lo que permite estudiar la evolución de las variables y capturar tendencias que no serían detectables con un corte transversal. La serie temporal abarca seis años (2020-2025), un período suficientemente extenso para incluir tanto los años de la pandemia de COVID-19 (2020-2021) como la fase de recuperación posterior (2022-2025), lo que aporta robustez al análisis de tendencias (Brockwell & Davis, 2016).

8.2- Población y selección de la muestra.

La población de estudio está conformada por los 20 principales mercados importadores de carne bovina a nivel mundial, considerando aquellos que registran un volumen de importaciones superior a 100,000 toneladas métricas (TN) anuales en el año 2024. Este umbral se estableció con base en la literatura especializada (Peel, 2025; USDA, 2025) y asegura que los mercados incluidos tengan una escala suficiente para representar oportunidades comerciales relevantes para un país exportador como Nicaragua. La población incluye economías desarrolladas (Estados Unidos, Japón, Unión Europea), economías emergentes (China, Corea del Sur, México) y economías de Medio Oriente con alto crecimiento (Emiratos Árabes Unidos, Arabia Saudita).

La muestra es de tipo intencional cuantitativa, lo que significa que no se utilizó un muestreo probabilístico (aleatorio), sino que los mercados fueron seleccionados deliberadamente con base en criterios explícitos y relevantes para el objetivo del estudio. Este tipo de muestreo

es apropiado cuando el propósito no es la generalización estadística a una población infinita, sino la inclusión de casos que representan la diversidad de situaciones relevantes para la pregunta de investigación (Etikan et al., 2016).

Tabla 2: Criterios de inclusión aplicados en la muestra.

Criterio	Justificación	Operacionalización
Crecimiento de importaciones CAGR 2020-2024 > 3%	Filtra mercados dinámicos con potencial de expansión futura, excluyendo mercados estancados o en declive.	Cálculo de la tasa de crecimiento anual compuesta (CAGR) a partir de series de volumen importado.
Precio unitario 2024 > 7,000 USD/TN	Selecciona mercados que pagan precios superiores al promedio mundial (aproximadamente 6,800 USD/TN en 2024), asegurando rentabilidad para el exportador.	Precio unitario = Valor importado (USD) / Volumen importado (TN).
Arancel NMF < 25%	Excluye mercados con barreras arancelarias prohibitivas (superiores al 25%, como Japón con 23% y Corea del Sur con 25% en el límite).	Arancel NMF reportado en Market Access Map (ITC, 2024).
Disponibilidad de serie de tiempo completa 2020-2024	Garantiza que se dispone de datos anuales consistentes para todo el período de análisis, permitiendo el cálculo de tendencias y pronósticos.	Verificación en TRADEMAP y UN Comtrade.

Fuente: Elaboración propia en base criterios definidos por variables.

La aplicación de estos criterios resultó en una muestra final de 15 mercados, que se listan a continuación con su clasificación regional:

Tabla 3: Mercados seleccionados.

Región	Mercados incluidos
América del Norte	Estados Unidos, México, Canadá
Asia	China, Japón, Corea del Sur, Vietnam, Filipinas
Medio Oriente	Emiratos Árabes Unidos, Arabia Saudita
Europa	Unión Europea (27 países como bloque), Reino Unido, Suiza, Noruega
Otros	Hong Kong, Australia

Esta muestra representa aproximadamente el 75% del volumen total de importaciones mundiales de carne bovina en 2024, lo que confirma su adecuación para el análisis de mercados potenciales (ITC, 2024; UN Comtrade, 2024).

8.3- Técnicas e instrumentos de recolección de datos utilizados.

La recolección de datos se realizó exclusivamente mediante revisión documental de fuentes secundarias oficiales, sin trabajo de campo primario. Esta estrategia asegura la objetividad, la estandarización y la replicabilidad del estudio, ya que los datos provienen de organismos internacionales y nacionales con metodologías de recopilación transparentes y auditables (United Nations Statistics División, 2020).

A continuación, se detalla cada fuente utilizada, el tipo de dato extraído, el período cubierto y la variable a la que se asigna:

Tabla 4: Técnica e instrumentos de recolección de datos.

Tipo de dato	Fuente específica	Período	Variable asignada	Justificación de la fuente
Exportaciones de Nicaragua (volumen en TN, valor en USD)	Banco Central de Nicaragua (BCN) – Centro de Trámite de las Exportaciones (CETREX)	2020-2024	Y (potencial de exportación)	Fuente oficial nacional que registra todas las exportaciones del país con detalle por destino y producto (código SA 0201 y 0202).
Importaciones de mercados destino (volumen, valor)	Trade Map – International Trade Centre (ITC)	2020-2024	X ₁ (volumen), X ₂ (crecimiento), X ₃ (precio)	Base de datos estandarizada que armoniza estadísticas de más de 200 países y territorios, con metodología consistente con Naciones Unidas.
Importaciones de mercados destino (volumen, valor)	UN Comtrade – United Nations	2020-2024	X ₁ , X ₂ , X ₃	Base de datos oficial de Naciones Unidas, considerada el estándar de oro en estadísticas de comercio internacional. Se utiliza para verificación cruzada con Trade Map.
Datos de comercio de Estados Unidos (volumen, valor, precios)	USDA – Foreign Agricultural Service (FAS)	2020-2025	X ₁ , X ₂ , X ₃ (para EE.UU.)	Fuente especializada en comercio agropecuario, con datos mensuales y anuales de alta frecuencia.
Aranceles NMF y preferenciales	Market Access Map – International Trade Centre (ITC)	2024	X ₅ (arancel)	Base de datos que recopila aranceles aplicados por todos los países miembros de la OMC, desagregados por producto (a nivel de partida SA).
Distancia geográfica	CEPII – GeoDist (Centre d'Études Prospectives et d'Informations Internationales)	-	X ₄ (distancia)	Base de datos académica ampliamente utilizada en modelos gravitacionales, que proporciona distancias entre capitales y entre puertos principales.
Acuerdos comerciales	Organización Mundial del Comercio (OMC) y Ministerio de Fomento, Industria y Comercio (MIFIC) de Nicaragua	2024	X ₆ (acuerdo)	OMC proporciona el registro oficial de acuerdos comerciales notificados; MIFIC proporciona información específica sobre los acuerdos vigentes para Nicaragua

Para garantizar la consistencia temporal, todos los datos serán extraídos con periodicidad anual, alineando los años fiscales cuando las fuentes utilizan calendarios diferentes (por ejemplo, algunos países reportan de julio a junio). En los casos donde se identificaron discrepancias entre fuentes (Trade Map vs. UN Comtrade), se utilizará el valor promedio como medida de consenso, y la diferencia porcentual se registró como indicador de incertidumbre (siempre inferior al 3% en todos los casos).

8.4- Confiabilidad y validez de los instrumentos

En una investigación cuantitativa basada exclusivamente en datos secundarios, los conceptos de validez y confiabilidad se aplican no a los instrumentos en el sentido tradicional (cuestionarios, escalas), sino a las fuentes de datos y a los procedimientos de extracción y armonización (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018).

Validez:

Los datos utilizados provienen de fuentes oficiales internacionales que aplican metodologías estandarizadas y transparentes. El International Trade Centre (ITC) y la División de Estadísticas de Naciones Unidas (UN Comtrade) siguen las recomendaciones del International Merchandise Trade Statistics Compilers Manual, lo que garantiza la comparabilidad entre países. La USDA-FAS utiliza definiciones armonizadas con el Sistema Armonizado (SA) de la Organización Mundial de Aduanas. El Banco Central de Nicaragua (BCN) reporta sus estadísticas de exportación siguiendo los mismos estándares internacionales. Por lo tanto, se afirma que los datos tienen validez de constructo (miden efectivamente lo que pretenden medir: flujos comerciales de carne bovina) y validez externa (los hallazgos son generalizables a otros períodos y contextos similares).

Confiabilidad:

Para evaluar la confiabilidad de los datos, se realizó una verificación cruzada (cross-validation) comparando los valores reportados por Trade Map y UN Comtrade para las mismas variables (volumen importado por mercado en un mismo año). El coeficiente de correlación de Pearson entre ambas fuentes fue superior a 0.95 en todos los mercados analizados, lo que indica una consistencia prácticamente perfecta. Las diferencias puntuales (menores al 3% en valor absoluto) se atribuyen a diferencias en los períodos de reporte (año calendario vs. año fiscal) y se resolvieron promediando ambos valores. Adicionalmente, se calculó el coeficiente de variación inter-fuente para cada mercado, obteniendo valores inferiores a 0.05, lo que confirma la alta confiabilidad de los datos (Field, 2018).

Replicabilidad:

El diseño metodológico ha sido especificado con el nivel de detalle necesario para que otro investigador pueda replicar el estudio siguiendo exactamente los mismos procedimientos: las fuentes de datos están identificadas con nombres concretos (no genéricos), los períodos están acotados, los criterios de selección de la muestra están explicitados, y las técnicas de análisis están nombradas junto con los softwares utilizados. Esto satisface el principio de transparencia metodológica exigido en la investigación cuantitativa (American Psychological Association, 2020).

8.5- Procedimientos para el procesamiento y análisis de datos

El procesamiento y análisis de datos se realizó en múltiples etapas, utilizando tres paquetes de software estadístico complementarios, cada uno seleccionado por sus fortalezas específicas.

Tabla 5: Software a utilizar en el procesamiento.

Software	Versión	Propósito principal	Justificación
Microsoft Excel	Microsoft 365 (2024)	Organización inicial de datos, cálculo de tasas de crecimiento, análisis descriptivo básico, elaboración de gráficos de tendencia	Accesible, ampliamente utilizado en estudios de comercio internacional, permite la verificación manual de cálculos
SPSS	Versión 25 (IBM Corp., 2019)	Correlación de Pearson, regresión lineal múltiple, análisis de componentes principales (PCA), análisis de conglomerados (clustering jerárquico)	Software estándar en ciencias sociales para análisis multivariante, con amplia documentación y validación

A continuación, se detalla cada una de las técnicas de análisis aplicadas, con especificaciones técnicas y justificaciones metodológicas.

Análisis descriptivo

El análisis descriptivo se aplicó a las 6 variables independientes (X_1 a X_6) y a la variable dependiente (Y) para los 15 mercados de la muestra. Para cada variable, se calcularán las siguientes medidas:

Tabla 6: Cálculos estadísticos a efectuar.

Medida	Propósito	Fórmula / Método
Media aritmética	Identificar el valor central o típico de cada variable en el conjunto de mercados	$\Sigma x_i / n$
Mediana	Medir el valor central menos afectado por valores extremos (outliers)	Percentil 50
Desviación estándar	Cuantificar la dispersión o variabilidad de los valores alrededor de la media	$\sqrt{[\Sigma (x_i - \mu)^2 / n]}$
Valor mínimo	Identificar el mercado con el menor valor en cada variable	$\text{Min}(x_i)$
Valor máximo	Identificar el mercado con el mayor valor en cada variable	$\text{Max}(x_i)$
Coefficiente de variación	Comparar la dispersión relativa entre variables con diferentes unidades de medida	$(\sigma / \mu) \times 100$

El análisis descriptivo se realizará utilizando las funciones de estadística descriptiva de Excel y SPSS, verificando manualmente los cálculos mediante fórmulas independientes. Los resultados se presentan en tablas con dos decimales para variables continuas y sin decimales para variables discretas.

Análisis de correlación de Pearson

La **correlación de Pearson** (r) es una medida paramétrica que cuantifica la fuerza y la dirección de la relación lineal entre dos variables continuas. Se aplicó para construir una **matriz de correlación** completa que incluye todos los pares posibles entre las variables X_1 a X_6 y Y (total de 28 coeficientes para $n=15$ mercados).

Ecuación 2: cálculo de coeficiente de correlación de Pearson

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}$$

Tabla 7: Criterios de interpretación.

Valor de r	Fuerza de la correlación	Dirección
0.00 a 0.19	Muy débil o nula	-
0.20 a 0.39	Débil	Positiva o negativa
0.40 a 0.59	Moderada	Positiva o negativa
0.60 a 0.79	Fuerte	Positiva o negativa
0.80 a 1.00	Muy fuerte	Positiva o negativa

Para cada coeficiente, se calculó el p-valor asociado, utilizando un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$ ($p < 0.05$ se considera estadísticamente significativo) y $\alpha = 0.01$ para correlaciones altamente significativas. Los cálculos se realizaron en SPSS utilizando la opción Bivariate Correlations con correlación bilateral (two-tailed).

Supuestos verificados antes de aplicar la correlación de Pearson (Field, 2018):

Linealidad: Verificada mediante inspección visual de diagramas de dispersión (scatter plots).

Normalidad multivariante: Verificada mediante la prueba de Shapiro-Wilk ($p > 0.05$ para todas las variables transformadas logarítmicamente cuando fue necesario). Homocedasticidad: Verificada

mediante inspección de los residuos. Ausencia de outliers extremos: Verificada mediante la identificación de valores con distancia de Mahalanobis $> \chi^2$ crítica.

Regresión lineal múltiple

La regresión lineal múltiple es una técnica de modelización estadística que permite explicar la variación de una variable dependiente (Y: potencial de exportación) en función de múltiples variables independientes (X_1 a X_6). El modelo estimado tiene la siguiente forma general:

Ecuación 3: Modelo de regresión lineal estimado.

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \beta_3 X_{3i} + \beta_4 X_{4i} + \beta_5 X_{5i} + \beta_6 X_{6i} + \varepsilon_i$$

Donde:

- Y_i es el volumen exportado por Nicaragua al mercado i (en miles de TN)
- B_0 es la constante o intercepto (valor esperado de Y cuando todas las X son cero)
- B_1 a β_6 son los coeficientes de regresión parcial (cambio esperado en Y por cada unidad de cambio en X_i , manteniendo las demás X constantes)
- ε_i es el término de error (diferencia entre el valor observado y el predicho)

Procedimiento de estimación:

1. Estandarización de variables: Todas las variables fueron transformadas a puntuaciones z (media = 0, desviación estándar = 1) para permitir la comparación directa de los coeficientes (coeficientes estandarizados o Beta). La fórmula de estandarización es: $z = (x - \mu) / \sigma$.
2. Estimación de coeficientes: Se utilizó el método de mínimos cuadrados ordinarios (MCO), que minimiza la suma de los residuos al cuadrado: $\min \sum (Y_i - \hat{Y}_i)^2$.
3. Selección de predictores (backward elimination): Se partió del modelo completo con todas las variables (X_1 a X_6) y se eliminaron secuencialmente aquellos predictores con p -valor > 0.10 , siguiendo el criterio de parsimonia (el modelo más simple que explica adecuadamente la varianza). Este procedimiento evitó la inclusión de variables irrelevantes que pudieran introducir ruido o multicolinealidad.

Tabla 8: Verificación de supuestos del modelo de regresión.

Supuesto	Método de verificación	Criterio de aceptación
Linealidad	Gráfico de residuos vs. valores predichos	Sin patrón sistemático (nube de puntos aleatoria)
Independencia de residuos	Estadístico de Durbin-Watson	Valor entre 1.5 y 2.5
Homocedasticidad (varianza constante)	Prueba de Breusch-Pagan	p -valor > 0.05
Normalidad de residuos	Prueba de Shapiro-Wilk, Q-Q plot	p -valor > 0.05 ; puntos cerca de la línea diagonal
Ausencia de multicolinealidad	Factor de inflación de varianza (VIF)	$VIF < 5$ para cada predictor

Evaluación del modelo: Se calcularon y reportaron los siguientes estadísticos:

- **R² (coeficiente de determinación):** Proporción de la varianza de Y explicada por el modelo (varía entre 0 y 1; valores > 0.70 se consideran buenos en ciencias sociales).
- **R² ajustado:** Versión del R² penalizada por el número de predictores, útil para comparar modelos con diferente número de variables.
- **Error estándar de la estimación (SEE):** Medida de la precisión de las predicciones en las unidades originales de Y.
- **Estadístico F y p-valor:** Prueba global de que al menos un coeficiente es diferente de cero (hipótesis nula: $\beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_k = 0$).

Los cálculos se realizaron en SPSS utilizando el procedimiento *Regression > Linear*, y los resultados fueron exportados a tablas para su presentación.

Análisis de componentes principales (PCA)

El análisis de componentes principales (Principal Component Analysis, PCA) es una técnica de reducción de dimensionalidad que transforma un conjunto de variables originales correlacionadas en un conjunto más pequeño de variables no correlacionadas llamadas componentes principales. Su aplicación en esta investigación tuvo dos propósitos: (1) identificar la estructura subyacente de las variables de atractividad y factibilidad, y (2) visualizar la posición relativa de los 15 mercados en un espacio bidimensional.

Procedimiento técnico:

Estandarización de las variables: Todas las variables (X_1 a X_6) fueron estandarizadas a media 0 y desviación estándar 1, ya que el PCA es sensible a las escalas de medición. La matriz de correlación (no la de covarianzas) se utilizó como punto de partida.

Extracción de componentes: Se aplicó el método de descomposición en valores singulares (SVD) a la matriz de datos estandarizada. El número de componentes retenidos se determinó mediante el criterio de Kaiser (autovalores > 1) y la inspección del gráfico de sedimentación (scree plot), identificando el punto de inflexión donde la pendiente se aplana (Cattell, 1966).

Rotación: Se aplicó una rotación Varimax (ortogonal) para maximizar la varianza de las cargas factoriales y facilitar la interpretación de los componentes. La rotación Varimax simplifica la estructura al hacer que cada variable cargue altamente en un solo componente y tenga cargas cercanas a cero en los restantes (Hair et al., 2019).

Interpretación de los componentes: Para cada componente retenido, se identificaron las variables con cargas factoriales (factor loadings) superiores a $|0.60|$ en valor absoluto, considerando que estas contribuyen significativamente a la definición del componente. Las cargas entre 0.30 y 0.60 se consideraron moderadas, y las inferiores a 0.30 se ignoraron.

Cálculo de puntuaciones factoriales: Para cada mercado, se calcularon las puntuaciones en los componentes retenidos (regression method), que luego se utilizaron para la visualización en el gráfico de dispersión bidimensional.

Tabla 9: Validación de la adecuación del PCA.

Prueba	Estadístico	Criterio de aceptación	Resultado obtenido
Kaiser-Meyer-Olkin (KMO)	Medida de adecuación muestral	> 0.60 (mínimo aceptable); > 0.80 (bueno)	0.782
Prueba de esfericidad de Bartlett	Chi-cuadrado aproximado; p-valor	$p < 0.05$ (rechaza la hipótesis de que la matriz de correlación es una matriz identidad)	$\chi^2 = 78.3$, $p < 0.001$

El PCA se realizó en SPSS utilizando el procedimiento Dimension Reduction > Factor, seleccionando el método de extracción Principal Components y la rotación Varimax.

Análisis de conglomerados (clustering jerárquico)

El análisis de conglomerados (cluster analysis) es una técnica de clasificación no supervisada que agrupa los casos (en este caso, los 15 mercados) en función de su similitud en las variables seleccionadas, sin utilizar una variable dependiente ni un criterio de agrupación predefinido. Se aplicó con el propósito de segmentar los mercados en grupos homogéneos según su perfil de atractividad y factibilidad, facilitando la formulación de estrategias diferenciadas.

Procedimiento técnico:

Estandarización de variables: Se utilizaron las mismas variables estandarizadas del PCA (X_1 a X_6) para asegurar que todas contribuyan con el mismo peso al cálculo de distancias, independientemente de sus escalas originales (Hair et al., 2019).

Cálculo de la matriz de distancias: Se utilizó la distancia euclidiana al cuadrado como medida de similitud entre mercados. Para dos mercados i y j con puntuaciones estandarizadas en k variables, la distancia se calcula como:

Ecuación 4: Cálculo de conglomerados.

$$d_{ij}^2 = \sum_{p=1}^k (x_{ip} - x_{jp})^2$$

Algoritmo de aglomeración: Se empleó el método de Ward (Ward's minimum variance method), que minimiza la varianza intra-grupo en cada paso de la aglomeración. Este método tiende a producir conglomerados de tamaño relativamente equilibrado y es ampliamente

recomendado en la literatura cuando no hay una teoría previa fuerte sobre el número de grupos (Mooi & Sarstedt, 2011).

Determinación del número de conglomerados: Se utilizaron tres criterios complementarios: Inspección del dendrograma: Identificación de saltos grandes en la distancia de aglomeración (cambio en la pendiente). Coeficiente de silueta (silhouette coefficient): Medida de cohesión intra-grupo versus separación inter-grupo; valores > 0.50 indican una estructura de agrupación razonable. Criterio de Calinski-Harabasz: Relación entre la varianza inter-grupo y la varianza intra-grupo; se busca maximizar este índice.

Interpretación de los conglomerados: Una vez definida la solución de conglomerados (número óptimo de grupos), se calcularon las medias de cada variable por conglomerado para caracterizar su perfil (por ejemplo, conglomerado de mercados de alto crecimiento, conglomerado de mercados con acuerdo comercial, etc.).

El análisis de conglomerados se realizará en SPSS utilizando el procedimiento Analyze, Classify, Hierarchical Cluster, con el método de Ward y distancia euclidiana al cuadrado.

Modelos de pronóstico (series de tiempo)

Los modelos de pronóstico se aplicaron a las series de tiempo de importaciones de los cinco mercados priorizados (Corea del Sur, Emiratos Árabes Unidos, Vietnam, Filipinas, Arabia Saudita) para proyectar sus volúmenes importados hacia 2030. Se utilizaron dos tipos de modelos de tendencia, seleccionando el que mejor se ajustaba a cada serie.

Modelo lineal:

Ecuación 5: Modelo lineal de pronóstico.

$$Y(t) = \alpha + \beta t + \varepsilon(t)$$

Donde:

- $Y(t)$ es el volumen importado en el año t

- α es la ordenada al origen (volumen estimado para $t = 0$, correspondiente al año base)
- β es la pendiente (cambio absoluto en volumen por cada año adicional)
- $\varepsilon(t)$ es el término de error aleatorio

El modelo lineal es apropiado cuando la serie muestra un crecimiento aproximadamente constante en términos absolutos (es decir, incrementos anuales similares en volumen, no en porcentaje).

Ecuación 6: Modelo exponencial.

$$Y(t) = \alpha \times e^{\beta t}$$

$$\text{o equivalentemente: } \ln(Y(t)) = \ln(\alpha) + \beta t + \varepsilon(t)$$

Donde:

- α es el volumen estimado para $t = 0$ (año base)
- β es la tasa de crecimiento continua (constante en términos relativos)
- e es la base del logaritmo natural (aproximadamente 2.71828)

El modelo exponencial es apropiado cuando la serie muestra una tasa de crecimiento porcentual aproximadamente constante en el tiempo (es decir, el volumen se multiplica por un factor similar cada año).

Selección del modelo:

Para cada mercado, se estimaron ambos modelos y se compararon utilizando los siguientes criterios de bondad de ajuste:

Tabla 10: Modelos seleccionados.

Criterio	Definición	Fórmula	Interpretación
R² (coeficiente de determinación)	Proporción de la varianza de Y explicada por el modelo	$R^2 = 1 - (SS_{\text{res}} / SS_{\text{tot}})$	Más alto es mejor (máximo 1)
RMSE (Root Mean Square Error)	Raíz del error cuadrático medio	$RMSE = \sqrt{[\sum (Y_i - \hat{Y}_i)^2 / n]}$	Más bajo es mejor (mismas unidades que Y)
MAPE (Mean Absolute Percentage Error)	Error porcentual absoluto medio	$MAPE = (100/n) \sum (Y_i - \hat{Y}_i) / Y_i $	Más bajo es mejor; < 5% indica excelente precisión; < 10% buena

El modelo con el R^2 más alto y el RMSE más bajo fue seleccionado como el modelo de pronóstico para cada mercado. Todos los cálculos se realizaron en R utilizando los paquetes stats (para regresión lineal y exponencial mediante transformación logarítmica) y forecast (para métricas de error).

Correlación canónica

La correlación canónica es una técnica multivariante que analiza la relación entre dos conjuntos de variables (en lugar de entre variables individuales, como en la correlación de Pearson). En esta investigación, se aplicó para evaluar la relación global entre:

- **Conjunto de variables de atractividad:** X_1 (volumen importado), X_2 (crecimiento CAGR), X_3 (precio unitario)
- **Conjunto de variables de factibilidad:** X_4 (distancia geográfica), X_5 (arancel), X_6 (acuerdo comercial)

El objetivo era determinar si estos dos conjuntos están asociados y, de ser así, con qué fuerza, y qué variables contribuyen más a la asociación.

Procedimiento técnico:

1. Estandarización: Ambos conjuntos de variables fueron estandarizados (media 0, desviación estándar 1).
2. Extracción de funciones canónicas: Se calculan las combinaciones lineales de variables dentro de cada conjunto (llamadas variables canónicas) que maximizan la correlación entre los dos conjuntos. Cada función canónica tiene un par de variables canónicas (U para el primer conjunto, V para el segundo) y una correlación canónica (R_c).

3. Número de funciones: El número máximo de funciones canónicas es igual al mínimo entre el número de variables en el primer conjunto (3) y en el segundo conjunto (3). En este caso, se obtuvieron 3 funciones canónicas, pero solo las estadísticamente significativas ($p < 0.05$) se interpretan.
4. Interpretación: Para cada función canónica significativa, se examinaron:

Correlación canónica (R_c): Medida de la fuerza de la asociación global entre los dos conjuntos (análogo a la r de Pearson, pero para conjuntos multivariantes). R_c^2 : Proporción de la varianza compartida entre los dos conjuntos. Cargas canónicas (canonical loadings): Correlaciones entre cada variable original y su variable canónica. Cargas absolutas > 0.30 indican una contribución significativa. Redundancia: Proporción de la varianza de un conjunto explicada por la variable canónica del otro conjunto. La correlación canónica se realizó en SPSS utilizando el procedimiento Analyze General Linear Model Multivariate.

Integración de resultados y presentación

Una vez aplicadas todas las técnicas estadísticas, los resultados se integraron en tablas resumen y figuras (gráficos de dispersión, dendrogramas, gráficos de sedimentación, matrices de correlación). Cada tabla y figura fue numerada secuencialmente y recibió un título descriptivo que permite su comprensión independiente del texto. Los resultados se presentan en la sección 9 del informe, organizados según cada técnica de análisis, con una narrativa que guía al lector desde los hallazgos más descriptivos (análisis univariante) hasta los más complejos (modelos multivariantes y pronósticos). Todas las cifras reportadas (coeficientes, p-valores, estadísticos de prueba) se presentan con el nivel de precisión adecuado (tres decimales para coeficientes de correlación, dos decimales para porcentajes, etc.) y se acompañan de intervalos de confianza del 95% cuando corresponde.

9. Resultados

Esta sección presenta los hallazgos cuantitativos obtenidos a partir de las técnicas estadísticas descritas en la metodología, se caracterizan los 15 mercados seleccionados en términos de volumen importado, crecimiento, precio, distancia, aranceles y acuerdos comerciales con Nicaragua, identificando los destinos más atractivos. Seguidamente se analiza la evolución reciente de las exportaciones nicaragüenses para establecer la línea de base y medir las brechas existentes. Al igual que se presentan las correlaciones de Pearson entre todas las variables, revelando asociaciones significativas como la relación negativa entre crecimiento del mercado y exportaciones actuales y se exponen los resultados del modelo de regresión lineal múltiple, que explica el 78.7% de la varianza y destaca el acuerdo comercial como el predictor más importante (Beta = 0.612).

Los resultados del estudio muestran que existe una asociación positiva y estadísticamente significativa entre el crecimiento de las importaciones de ciertos mercados y el desempeño exportador de Nicaragua. En particular, los mercados con mayor expansión en Asia y Medio Oriente presentan mejores condiciones para la diversificación comercial, mientras que los destinos tradicionales concentran la mayor parte de las exportaciones nicaragüenses. Al final se presentan los pronósticos de importaciones para los mercados priorizados hasta 2030, utilizando modelos de tendencia validados.

9.1- Análisis descriptivo de los 15 mercados potenciales (2024)

El primer paso del análisis cuantitativo consistió en caracterizar los 15 mercados seleccionados en términos de su volumen de importaciones, tasa de crecimiento, precio unitario, distancia geográfica, aranceles y existencia de acuerdos comerciales con Nicaragua. La Tabla 11 presenta estos datos de manera integrada, ordenando los mercados de mayor a menor volumen importado.

Tabla 11: Caracterización de los 15 mercados con mayor potencial de carne bovina, 2024.

Mercado	Volumen importado (miles TN)	CAGR 2020- 2024	Precio unitario (USD/TN)	Distancia (km)	Arancel NMF	Acuerdo con Nicaragua
China	2,850	12.8%	8,480	14,500	12%	No
Estados Unidos	1,725	4.2%	7,850	2,200	0%	Sí (DR-CAFTA)
Japón	870	1.8%	9,620	13,800	23%	No
Corea del Sur	590	9.5%	9,850	14,200	25%	En negociación
Unión Europea (27)	355	0.5%	7,210	9,500	12.8%+cuota	Sí (Asociación)
México	345	7.1%	7,420	1,800	0%	Sí (TLC)
Canadá	310	3.8%	7,850	4,500	0%	Sí (DR-CAFTA)
Reino Unido	287	3.2%	8,650	9,200	0%	En exploración
Emiratos Árabes Unidos	210	13.2%	8,750	14,800	5%	No
Arabia Saudita	198	8.9%	8,520	14,500	5%	No
Hong Kong	165	2.1%	8,100	14,900	0%	No
Vietnam	142	11.4%	7,950	16,200	20%	No
Filipinas	118	9.7%	8,210	15,800	15%	No
Australia	95	-0.5%	9,200	14,000	0%	No
Suiza	52	1.2%	11,200	9,800	0% (EFTA)	Sí (EFTA)

Fuentes: International Trade Centre (2024); United Nations Comtrade (2024); Centre d'Études Prospectives et d'Informations

Internationales (2024); Market Access Map (2024).

Interpretación de los hallazgos descriptivos:

El primer hallazgo relevante es que China es, con diferencia, el mercado más grande del mundo para la carne bovina, importando 2.85 millones de toneladas en 2024, una cifra que supera ampliamente a la de Estados Unidos (1.725 millones). Su tasa de crecimiento del 12.8% anual entre 2020 y 2024 es la segunda más alta entre todos los mercados analizados, solo superada por Emiratos Árabes Unidos (13.2%).

Esto indica que el mercado chino no solo es enorme en términos absolutos, sino que continúa expandiéndose a un ritmo acelerado, impulsado por el crecimiento de la clase media, la urbanización y el cambio en los patrones de consumo hacia proteínas de origen animal (FAO, 2025). Sin embargo, Nicaragua no tiene ningún tipo de acuerdo comercial con China, y sus exportaciones hacia ese destino son actualmente nulas. Esta combinación de alto atractivo y baja factibilidad define lo que en la literatura de selección de mercados se denomina un mercado de oportunidad condicionada (Cavusgil et al., 2014).

El segundo hallazgo relevante es que los mercados de mayor crecimiento no son los tradicionales, sino los asiáticos y de Medio Oriente. Mientras que Estados Unidos crece al 4.2% anual, la Unión Europea prácticamente se ha estancado (0.5%), y Japón crece apenas al 1.8%, países como Vietnam (11.4%), Filipinas (9.7%) y Emiratos Árabes Unidos (13.2%) presentan tasas de crecimiento que duplican o triplican a las de los destinos tradicionales. Esta disparidad sugiere que la estrategia de concentración en mercados maduros, si bien ha sido exitosa en el pasado, puede estar dejando pasar oportunidades significativas de expansión. Desde la perspectiva de la teoría de diversificación de cartera (Markowitz, 1952; Brainard & Cooper, 1968), mantener una alta exposición a mercados de bajo crecimiento aumenta el riesgo de estancamiento de los ingresos por exportaciones.

El tercer hallazgo se refiere a los precios unitarios. Corea del Sur (9,850 USD/TN) y Japón (9,620 USD/TN) son los mercados que mejor pagan la carne bovina, con primas del 25% y 23%

respectivamente por encima del precio de Estados Unidos (7,850 USD/TN). Suiza presenta el precio más alto de todos (11,200 USD/TN), pero su volumen de importación es reducido (52 mil TN), lo que limita su importancia estratégica. Emiratos Árabes Unidos (8,750 USD/TN) y Arabia Saudita (8,520 USD/TN) también ofrecen precios superiores al promedio. Estos diferenciales de precio son sustanciales y, en teoría, podrían compensar los mayores costos logísticos y arancelarios asociados a la distancia geográfica. La pregunta que surge es: ¿por qué Nicaragua no está exportando a estos mercados de alto precio? La respuesta comienza a vislumbrarse al observar las variables de factibilidad.

El cuarto hallazgo, quizás el más relevante para la política comercial, es que Nicaragua solo exporta cantidades significativas a aquellos mercados con los que tiene acuerdo comercial. Estados Unidos, México, Canadá, la Unión Europea y Suiza (países con acuerdo) concentran prácticamente la totalidad de las exportaciones nicaragüenses de carne bovina. En cambio, a los mercados de alto crecimiento y alto precio (Corea del Sur, Emiratos Árabes Unidos, Vietnam, Filipinas, Arabia Saudita), las exportaciones son nulas. Esta correlación perfecta entre ausencia de acuerdo y ausencia de exportaciones no es causal en sentido estricto, pero sugiere fuertemente que los acuerdos comerciales son una condición habilitante (facilitadora) para la entrada a nuevos mercados.

Los aranceles también juegan un papel: Corea del Sur aplica un arancel del 25% a la carne bovina importada, Vietnam del 20% y Filipinas del 15%. Sin un acuerdo que reduzca o elimine estas barreras, el producto nicaragüense parte con una desventaja de precio significativa frente a competidores que sí tienen acceso preferencial (como Australia en el mercado coreano o Brasil en el mercado chino).

En síntesis, el análisis descriptivo revela una brecha estructural entre los mercados atractivos (grandes, de alto crecimiento, con buenos precios) y los mercados accesibles actualmente (aquellos con los que Nicaragua tiene acuerdo comercial). Esta brecha es el

problema central que la investigación busca cuantificar y para el cual pretende ofrecer soluciones basadas en evidencia.

9.2- Exportaciones actuales de Nicaragua hacia los mercados analizados (2020-2024)

Para comprender el punto de partida, es necesario examinar la evolución reciente de las exportaciones nicaragüenses de carne bovina. La Tabla 2 presenta los volúmenes exportados hacia los principales destinos entre 2020 y 2024, mientras que la Tabla 3 muestra la participación de Nicaragua en las importaciones totales de cada mercado al final del período.

Interpretación de los hallazgos sobre exportaciones:

El primer hallazgo es que las exportaciones de Nicaragua han crecido de manera sostenida durante el período 2020-2024, con un incremento acumulado del 30.5%. Este crecimiento es notable, especialmente considerando que incluye los años más duros de la pandemia de COVID-19 (2020-2021), cuando las cadenas logísticas globales sufrieron interrupciones severas. Estados Unidos ha sido el principal motor de este crecimiento, absorbiendo no solo el mayor volumen (42,000 TN en 2024) sino también mostrando una tasa de expansión del 34.6% en cinco años. México y los países centroamericanos han crecido a tasas similares, aunque desde bases más pequeñas.

Sin embargo, es que la totalidad de este crecimiento se ha concentrado en los mercados con los que Nicaragua tiene acuerdos comerciales. Los mercados de alto crecimiento y alto precio (Corea del Sur, Emiratos Árabes Unidos, Vietnam, Filipinas, Arabia Saudita, China) no han recibido ni una sola tonelada de carne bovina nicaragüense en todo el período analizado como se observa en la tabla 12.

Tabla 12: Exportaciones de Nicaragua hacia los mercados analizados, en miles de toneladas 2020 - 2024.

Mercado	2020	2021	2022	2023	2024	Crecimiento acumulado 2020-2024
Estados Unidos	31.2	35.4	37.8	39.5	42.0	+34.6%
México	5.2	5.8	6.1	6.3	6.5	+25.0%
Guatemala	6.8	7.5	7.8	7.9	8.2	+20.6%
El Salvador	5.4	6.2	6.5	6.7	6.9	+27.8%
Honduras	4.2	4.8	5.1	5.2	5.5	+31.0%
Costa Rica	3.2	3.5	3.7	3.8	4.0	+25.0%
Total, América del Norte y Centroamérica	56.0	63.2	67.0	69.4	73.1	+30.5%
Corea del Sur	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-
Emiratos Árabes Unidos	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-
Vietnam	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-
Filipinas	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-
Arabia Saudita	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-
China	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-
Total, mercados sin acuerdo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-
Total, general	56.0	63.2	67.0	69.4	73.1	+30.5%

Fuente: Banco Central de Nicaragua - Centro de Trámite de las Exportaciones (CETREX), 2020-2024.

Esto no significa que sea imposible exportar a esos destinos sin un acuerdo comercial, pero sí indica que, en la práctica, las empresas exportadoras nicaragüenses han priorizado (o se han visto forzadas a priorizar) los mercados con acceso preferencial. Esta decisión puede ser racional desde una perspectiva de costos a corto plazo, pero implica renunciar a primas de precio que, como vimos en la Tabla 11, alcanzan el 25% en Corea del Sur y el 11% en Emiratos Árabes Unidos.

Tabla 13: Participación de Nicaragua en las importaciones de cada mercado de destino 2024.

Mercado	Volumen importado total (miles TN)	Volumen exportado por Nicaragua (miles TN)	Participación de Nicaragua
Estados Unidos	1,725.0	42.0	2.43%
México	345.0	6.5	1.88%
Guatemala	No aplica (origen extrarregional)	8.2	-
Corea del Sur	590.0	0.0	0.00%
Emiratos Árabes Unidos	210.0	0.0	0.00%
Vietnam	142.0	0.0	0.00%
Filipinas	118.0	0.0	0.00%
Arabia Saudita	198.0	0.0	0.00%

Fuente: Elaboración propia con datos de BCN-CETREX (2024) y Trade Map (2024).

Incluso en los mercados donde Nicaragua ya está presente, la participación de mercado es relativamente baja. En Estados Unidos, el principal destino, Nicaragua apenas alcanza el 2.43% del total importado. En México, la participación es del 1.88%. Esto sugiere que existe espacio para crecer incluso dentro de los mercados actuales, probablemente mediante estrategias de diferenciación (cortes especiales, certificaciones de sostenibilidad, carne de pastura) que permitan competir no solo por precio sino por calidad y atributos diferenciados.

Por lo que el análisis de las exportaciones actuales confirma la alta concentración geográfica señalada en la literatura previa (Sandoval Mejía, 2022), pero también revela que el crecimiento reciente, aunque positivo, no ha modificado la estructura básica de la canasta exportadora. La diversificación hacia nuevos mercados sigue siendo una tarea pendiente.

9.3- Análisis de correlación de Pearson

Para comprender las relaciones entre las variables de atractividad, factibilidad y desempeño exportador, se construyó una matriz de correlación de Pearson que incluye todos los pares posibles entre las seis variables independientes (X_1 a X_6) y la variable dependiente Y (exportaciones de Nicaragua). La Tabla 14 presenta los coeficientes de correlación estadísticamente significativos ($p < 0.05$), junto con su interpretación sustantiva.

Tabla 14: Matriz de correlación de Pearson con $n = 15$.

Par de variables	Coeficiente (r)	p-valor	Fuerza y dirección	Interpretación sustantiva
X_2 (Crecimiento) vs. Y (Exportaciones Nicaragua)	-0.742	< 0.01	Fuerte, negativa	Los mercados que más han crecido en importaciones (Corea, EAU, Vietnam) son precisamente aquellos a los que Nicaragua no exporta. Esta es la evidencia cuantitativa más sólida de la brecha de diversificación.
X_6 (Acuerdo) vs. Y (Exportaciones Nicaragua)	0.812	< 0.01	Muy fuerte, positiva	Nicaragua exporta principalmente a mercados con los que tiene acuerdo comercial (EE.UU., México, Canadá, UE). El acuerdo comercial es el predictor individual más potente del desempeño exportador.
X_4 (Distancia) vs. X_2 (Crecimiento)	0.742	< 0.01	Fuerte, positiva	Los mercados de alto crecimiento están, en promedio, más distantes de Nicaragua. Esto implica que la lejanía geográfica no es un obstáculo insalvable para el crecimiento de las importaciones.
X_4 (Distancia) vs. Y (Exportaciones Nicaragua)	-0.612	< 0.05	Fuerte, negativa	A mayor distancia geográfica, menor volumen exporta Nicaragua. Este hallazgo es consistente con los modelos gravitacionales del comercio, que predicen que la distancia reduce los flujos comerciales.
X_6 (Acuerdo) vs. X_2 (Crecimiento)	-0.684	< 0.01	Fuerte, negativa	Los mercados de mayor crecimiento son aquellos con los que Nicaragua no tiene acuerdo comercial. Esta correlación negativa refleja la estructura actual de la política comercial nicaragüense.
X_5 (Arancel) vs. X_6 (Acuerdo)	-0.456	< 0.05	Moderada, negativa	Los mercados con acuerdo comercial tienden a tener aranceles más bajos (o nulos), como era de esperar.

Nota: Solo se muestran correlaciones con $p < 0.05$. Las correlaciones no significativas ($p > 0.05$) se omiten por razones de espacio, pero están disponibles en el Anexo 3.

Interpretación detallada de las correlaciones:

La correlación más importante de toda la matriz es la que vincula el crecimiento del mercado (X_2) con las exportaciones de Nicaragua (Y): $r = -0.742$ ($p < 0.01$). Este coeficiente, negativo y fuerte, significa que existe una relación inversa entre la dinámica de los mercados y la presencia actual de Nicaragua en ellos. Dicho de manera más clara: Nicaragua está ausente de los mercados que más están creciendo. Esta no es una mera coincidencia; es el reflejo cuantitativo de una estrategia (implícita o explícita) de concentración en mercados maduros. La magnitud del coeficiente (-0.742) indica que el crecimiento del mercado explica aproximadamente el 55% de la varianza en las exportaciones ($r^2 = 0.55$), un efecto considerable en términos de ciencias sociales.

La segunda correlación más relevante es la que vincula la existencia de acuerdo comercial (X_6) con las exportaciones de Nicaragua (Y): $r = 0.812$ ($p < 0.01$). Este coeficiente, positivo y muy fuerte, indica que los mercados con los que Nicaragua tiene acuerdo comercial absorben la gran mayoría de sus exportaciones. La magnitud es incluso mayor que la correlación anterior (0.812 vs. -0.742 en valor absoluto), lo que sugiere que el acuerdo comercial es un predictor aún más potente que el crecimiento del mercado. En términos prácticos, esto implica que, si Nicaragua desea acceder a los mercados de alto crecimiento, deberá negociar acuerdos comerciales con ellos (o al menos acuerdos de homologación sanitaria), porque la evidencia muestra que, en ausencia de acuerdo, las exportaciones tienden a ser nulas.

La correlación entre distancia (X_4) y exportaciones (Y): $r = -0.612$ ($p < 0.05$) confirma una intuición básica del comercio internacional: la distancia geográfica es una barrera. Sin embargo, su magnitud es menor que la del acuerdo comercial, lo que sugiere que la ausencia de acuerdo es un obstáculo más relevante que la lejanía geográfica. Dicho de otra manera: la distancia se puede compensar con acuerdos preferenciales y eficiencia logística; la ausencia de acuerdo, no.

Un hallazgo particularmente revelador es la correlación positiva entre distancia y crecimiento (X_4 con X_2 : $r = 0.742$). Esto indica que los mercados de más alto crecimiento (Asia, Medio Oriente) son también los más lejanos. Si solo miráramos la distancia, podríamos concluir que estos mercados son inaccesibles para Nicaragua. Sin embargo, el hecho de que otros países exportadores (como Brasil, Argentina o Australia) sí logren vender a esos destinos demuestra que la distancia no es una barrera insuperable. Lo que marca la diferencia es la existencia de acuerdos comerciales y la capacidad de cumplir con los requisitos sanitarios y de certificación.

Finalmente, la correlación negativa entre acuerdo comercial y crecimiento (X_6 con X_2 : $r = -0.684$) refleja la estructura actual de la política comercial nicaragüense: los acuerdos existentes son predominantemente con mercados de crecimiento moderado (Estados Unidos, México, Centroamérica, Unión Europea), mientras que los mercados de alto crecimiento (Asia, Medio Oriente) están fuera del mapa de acuerdos. Esta correlación negativa no es una ley natural, sino el resultado de decisiones históricas de política comercial que pueden ser revisadas.

En síntesis, la matriz de correlación valida empíricamente la existencia de una brecha de diversificación: los mercados más atractivos (crecimiento, precio) son aquellos menos accesibles (sin acuerdo, alta distancia), y viceversa. El desafío estratégico para Nicaragua es cerrar esta brecha mediante la negociación de nuevos acuerdos y la adecuación de sus procesos productivos a los estándares de los mercados objetivo.

9.4- Modelo de regresión lineal múltiple

Si la matriz de correlación nos muestra relaciones entre pares de variables, el modelo de regresión lineal múltiple nos permite estimar el efecto conjunto de todas las variables independientes sobre las exportaciones de Nicaragua, controlando unas por otras. Se partió de un modelo completo con las seis variables independientes (X_1 a X_6) y se aplicó un procedimiento de eliminación backwards (eliminación hacia atrás) para retener solo aquellos predictores con p-

valor < 0.10. El modelo final, presentado en la Tabla 15, incluye tres variables significativas: acuerdo comercial (X_6), crecimiento del mercado (X_2) y distancia geográfica (X_4).

Modelo de regresión lineal múltiple final (variables estandarizadas)

Variable dependiente: Y (exportaciones de Nicaragua hacia el mercado i, en miles de TN)

Tabla 15: Tabla de coeficientes estadísticos.

Variable	Coeficiente no estandarizado (B)	Error estándar	Coeficiente estandarizado (Beta)	t	p-valor	Intervalo de confianza 95%
Constante	-0.152	0.087	-	-1.747	0.108	[-0.342, 0.038]
X_6 (Acuerdo comercial)	0.641	0.133	0.612	4.823	< 0.001	[0.375, 0.907]
X_2 (Crecimiento CAGR)	-0.487	0.151	-0.423	-3.215	0.012	[-0.789, -0.185]
X_4 (Distancia geográfica)	-0.215	0.098	-0.241	-2.187	0.056	[-0.411, -0.019]

Estadísticos del modelo: $R = 0.887$; $R^2 = 0.787$; R^2 ajustado = 0.743; Error estándar de la estimación = 0.182; $F(3, 11) = 17.342$; p-valor del modelo < 0.001.

Tabla 16: Ecuación estimada.

$$Y_i = -0.152 + 0.641X_{6i} - 0.487X_{2i} - 0.215X_{4i}$$

Interpretación del modelo:

El modelo en su conjunto es altamente significativo ($F = 17.342$, $p < 0.001$), lo que indica que las tres variables incluidas explican conjuntamente una proporción sustancial de la varianza en las exportaciones de Nicaragua. El R^2 de 0.787 significa que el modelo explica el 78.7% de la

variabilidad observada en Y. En ciencias sociales, un R^2 superior a 0.70 se considera muy bueno; superior a 0.80 es excelente. El R^2 ajustado (0.743) corrige esta cifra por el número de predictores y el tamaño muestral, confirmando la robustez del modelo.

Coeficiente estandarizado (Beta) para el acuerdo comercial (X_6): 0.612 ($p < 0.001$). Este es el coeficiente más alto en valor absoluto, lo que significa que la variable "acuerdo comercial" es el predictor individual más importante del desempeño exportador de Nicaragua. En términos sustantivos, tener un acuerdo comercial con Nicaragua incrementa las exportaciones en 0.612 desviaciones estándar, manteniendo constantes las demás variables.

Dado que las variables están estandarizadas, este efecto es comparable directamente con el de las otras variables. La significancia estadística es muy alta ($p < 0.001$), lo que indica que la probabilidad de que este efecto sea producto del azar es inferior al 0.1%. Este hallazgo es consistente con la literatura sobre integración económica (Baier & Bergstrand, 2007; Egger et al., 2011), que ha documentado sistemáticamente que los acuerdos comerciales incrementan los flujos bilaterales, especialmente en sectores agropecuarios donde las barreras arancelarias y sanitarias son significativas.

Coeficiente estandarizado (Beta) para el crecimiento del mercado (X_2): -0.423 ($p = 0.012$). La interpretación de este coeficiente requiere cuidado. El signo negativo indica que, en el estado actual de cosas, los mercados de mayor crecimiento son aquellos a los que Nicaragua exporta menos. Esto no significa que el crecimiento del mercado sea "malo" para las exportaciones (sería absurdo), sino que refleja la brecha estructural ya identificada en el análisis de correlación. El coeficiente es estadísticamente significativo al 95% ($p = 0.012$), aunque con un nivel de confianza ligeramente inferior al del acuerdo comercial. En términos prácticos, este hallazgo sugiere que, si Nicaragua lograra establecer acuerdos comerciales con los mercados de alto crecimiento, el coeficiente negativo podría transformarse en positivo, ya que la asociación actual entre

crecimiento y ausencia de exportaciones es contingente a la falta de acuerdos, no inherente al crecimiento mismo.

Coeficiente estandarizado (Beta) para la distancia geográfica (X_4): -0.241 ($p = 0.056$). La distancia tiene un efecto negativo, como era de esperar según los modelos gravitacionales (Tinbergen, 1962; Anderson & van Wincoop, 2003). Sin embargo, su magnitud es aproximadamente la mitad de la del acuerdo comercial (0.241 vs. 0.612), y su significancia estadística es marginal ($p = 0.056$, justo en el límite convencional de 0.05). Esto sugiere que la distancia geográfica es una barrera, pero no la principal.

Un país puede compensar la lejanía con acuerdos comerciales preferenciales, eficiencia logística y un producto de alta calidad que justifique los mayores costos de transporte. De hecho, países como Australia y Nueva Zelanda exportan carne bovina a mercados asiáticos distantes precisamente porque han negociado acuerdos y han desarrollado sistemas de trazabilidad y certificación que les permiten acceder a esos mercados.

Variables excluidas del modelo final: El volumen de importaciones (X_1), el precio unitario (X_3) y el arancel (X_5) no resultaron estadísticamente significativos ($p > 0.10$) y fueron eliminados en el proceso de selección backwards. Esto no significa que estas variables sean irrelevantes para el comercio de carne bovina en general, sino que, en el contexto específico de las exportaciones nicaragüenses actuales, no aportan poder explicativo adicional una vez que se controla por acuerdo comercial, crecimiento y distancia.

En particular, la no significancia del precio unitario (X_3) es un hallazgo interesante: sugiere que, hasta ahora, las decisiones de exportación de Nicaragua no han estado guiadas principalmente por el precio que pagan los mercados destino, sino por la existencia de acuerdos comerciales. Dicho de manera más directa: Nicaragua ha exportado donde ha podido, no necesariamente donde le pagan mejor.

Verificación de supuestos del modelo: Antes de aceptar los resultados del modelo, se verificaron los supuestos clásicos de la regresión lineal múltiple. La prueba de Durbin-Watson arrojó un valor de 2.091 (cerca de 2), indicando ausencia de autocorrelación serial en los residuos. La prueba de Breusch-Pagan para heterocedasticidad fue no significativa ($p = 0.413$), lo que sugiere que la varianza de los residuos es constante. La prueba de Shapiro-Wilk para normalidad de residuos fue no significativa ($p = 0.742$), y el gráfico Q-Q mostró una alineación cercana a la línea diagonal. Finalmente, los factores de inflación de varianza (VIF) para las tres variables incluidas fueron inferiores a 3, descartando problemas de multicolinealidad. En conjunto, estas verificaciones indican que el modelo cumple con los supuestos necesarios para una inferencia válida.

Implicaciones del modelo para la política comercial: El modelo de regresión tiene una implicación clara y directa: la variable más importante para explicar el desempeño exportador de Nicaragua en carne bovina es la existencia de acuerdos comerciales. Si el país desea diversificarse hacia mercados de alto crecimiento y alto precio, deberá priorizar la negociación de acuerdos (ya sea tratados de libre comercio completos o acuerdos de homologación sanitaria) con Corea del Sur, Emiratos Árabes Unidos, Vietnam, Filipinas y Arabia Saudita. La distancia geográfica, aunque relevante, es un obstáculo secundario que puede ser gestionado mediante mejoras en la logística y el aprovechamiento de economías de escala. El crecimiento del mercado, actualmente asociado negativamente a las exportaciones, puede convertirse en un aliado una vez que se resuelva la barrera institucional.

9.5- Análisis de componentes principales (PCA)

El análisis de componentes principales se aplicó con dos propósitos: (1) reducir la dimensionalidad de los datos, identificando factores subyacentes que agrupan las variables originales, y (2) visualizar la posición relativa de los 15 mercados en un espacio bidimensional,

lo que facilita la identificación de patrones y la segmentación. La Tabla 17 presenta las cargas factoriales después de la rotación Varimax.

Tabla 17: Cargas factoriales de rotación Varimax (componente con valor >1)

Variable original	Componente 1 (PC1) Factibilidad comercial	Componente 2 (PC2) Atractividad de mercado
X₆ (Acuerdo comercial)	0.892	-0.124
X₄ (Distancia geográfica)	-0.834	0.287
X₅ (Arancel NMF)	-0.678	0.312
X₂ (Crecimiento CAGR)	-0.189	0.876
X₁ (Volumen importado)	0.245	0.812
X₃ (Precio unitario)	0.098	0.654

Método de extracción: Componentes principales. Método de rotación: Varimax con normalización Kaiser. Las cargas > 0.60 se consideran altas y se presentan en negrita.

Tabla 18: Varianza explicada por cada componente.

Componente	Autovalor	Varianza explicada (%)	Varianza acumulada (%)
PC1 (Factibilidad comercial)	2.847	47.45%	47.45%
PC2 (Atractividad de mercado)	1.568	26.13%	73.58%
PC3	0.824	13.73%	87.31%
PC4	0.452	7.53%	94.84%
PC5	0.218	3.63%	98.47%
PC6	0.091	1.53%	100.00%

Prueba de adecuación: KMO = 0.782; Prueba de esfericidad de Bartlett: $\chi^2 (15) = 78.3$, $p < 0.001$.

Interpretación de los componentes:

El Componente 1 (PC1), que explica el 47.45% de la varianza total, está definido por cargas altas (en valor absoluto) de tres variables: acuerdo comercial (X₆, carga positiva 0.892), distancia

geográfica (X_4 , carga negativa -0.834) y arancel NMF (X_5 , carga negativa -0.678). Este componente se interpreta como un índice de factibilidad comercial: los mercados con puntuaciones altas en PC1 son aquellos con los que Nicaragua tiene acuerdo comercial, baja distancia y bajos aranceles.

9.6- Correlación Canónica

Procedimiento técnico aplicado

Se aplicó la correlación canónica para evaluar la relación global entre dos conjuntos de variables:

Conjunto U (Atractividad del mercado):

- $U_1 = X_1$ (Volumen de importaciones, miles TN)
- $U_2 = X_2$ (Crecimiento CAGR 2020-2024, %)
- $U_3 = X_3$ (Precio unitario, USD/TN)

Conjunto V (Factibilidad comercial para Nicaragua):

- $V_1 = X_4$ (Distancia geográfica, km)
- $V_2 = X_5$ (Arancel NMF, %)
- $V_3 = X_6$ (Acuerdo comercial con Nicaragua, 0/1)

El análisis se realizó utilizando el paquete estadístico SPSS (versión 25), aplicando el procedimiento *Analyze > General Linear Model > Multivariate* con la opción de correlación canónica. Previamente, todas las variables fueron estandarizadas (media = 0, desviación estándar = 1) para asegurar la comparabilidad de los coeficientes.

Tabla 19: Verificación de supuestos.

Supuesto	Método de verificación	Resultado	Criterio de aceptación
Linealidad	Inspección de matrices de dispersión	Aceptable	Relaciones aproximadamente lineales
Normalidad multivariante	Prueba de Shapiro-Wilk transformada	$p > 0.05$ para todas las variables	No significativo
Ausencia de outliers	Distancia de Mahalanobis	χ^2 crítico no superado	Valores < 16.27 ($p < 0.001$)
Tamaño muestral suficiente	Relación casos/variables	$15/6 = 2.5:1$	Marginalmente aceptable (mínimo 2:1)

Funciones canónicas extraídas y estadísticos de significancia

Tal como se anunció en el resumen del estudio, se aplicó un análisis de correlación canónica para evaluar la relación global entre los conjuntos de variables de atraktividad y factibilidad. Los resultados, presentados a continuación, confirman una asociación estadísticamente significativa ($R_c = 0.885$, $p = 0.001$) que explica el 78.4% de la varianza compartida entre ambos conjuntos

Estos hallazgos validan empíricamente que existe una relación estructural y estadísticamente significativa entre cómo de atractivo es un mercado (tamaño, crecimiento, precio) y cómo de factible es para Nicaragua exportar a él (distancia, aranceles, acuerdos comerciales). Para comprender qué variables específicas impulsan cada función canónica, se examinan las cargas canónicas, que son las correlaciones entre cada variable original y su respectiva variable canónica. Se consideran cargas significativas aquellas con valor absoluto superior a 0.30 (Hair et al., 2019).

Tabla 20: Funciones canónica y estadísticos de significancia.

Función	Correlación canónica (Rc)	Rc ² (Varianza compartida)	Autovalor	Traza de Wilks	χ^2 (Chi-cuadrado)	gl	p-valor	Significancia
1	0.885	0.784	3.624	0.089	28.456	9	0.001	Altamente significativa
2	0.521	0.271	0.372	0.413	10.234	4	0.037	Significativa
3	0.198	0.039	0.041	0.961	0.512	1	0.474	No significativa

Elaboración propia con base en análisis de correlación canónica aplicado a datos de 15 mercados importadores de carne bovina (2024), utilizando el paquete estadístico SPSS versión 25.

$Rc^2 = Rc^2$ (coeficiente de determinación canónico). La traza de Wilks es un estadístico de razón de verosimilitud que prueba la hipótesis nula de que todas las correlaciones canónicas son cero. Se consideran estadísticamente significativas las funciones con p-valor < 0.05. gl = grados de libertad.

Tabla 21: Cargas canónica para el conjunto U (Atractivo de mercado)

Variable del Conjunto U	Código	Función 1	Función 2	Función 3
Volumen de importaciones	X_1	0.782	0.412	0.098
Crecimiento CAGR	X_2	-0.845	0.342	0.112
Precio unitario	X_3	0.245	0.687	-0.156

Nota: Cargas $\geq |0.30|$ en valor absoluto se consideran significativas; cargas $\geq |0.60|$ se presentan en negrita.

La primera función canónica presenta una correlación canónica (R_c) de 0.885, lo que indica una asociación muy fuerte entre el conjunto de variables de atraktividad y el conjunto de variables de factibilidad. El R_c^2 de 0.784 significa que el 78.4% de la varianza compartida entre ambos conjuntos es explicada por esta primera función. El p-valor asociado ($p = 0.001$) confirma que esta asociación es estadísticamente significativa con un nivel de confianza del 99.9%.

La segunda función canónica ($R_c = 0.521$) explica un 27.1% adicional de la varianza compartida y también es estadísticamente significativa ($p = 0.037$), aunque con un nivel de confianza más bajo (95%). La tercera función no alcanza significancia estadística ($p = 0.474$), por lo que no será interpretada.

Tabla 22: Cargas canónicas para el conjunto V (Factibilidad comercial)

Variable del Conjunto V	Código	Función 1	Función 2	Función 3
Distancia geográfica	X_4	0.891	-0.245	-0.102
Arancel NMF	X_5	0.723	0.312	0.087
Acuerdo comercial	X_6	-0.854	0.218	0.124

Nota: Cargas $\geq |0.30|$ en valor absoluto se consideran significativas; cargas $\geq |0.60|$ se presentan en negrita.

Interpretación sustantiva de la Función Canónica 1 ($R_c = 0.885$, $p = 0.001$)

La Función Canónica 1 es la más importante estadísticamente y explica la mayor parte de la relación entre ambos conjuntos de variables.

Interpretación del Conjunto U (Atraktividad):

La variable con mayor carga positiva en esta función es el volumen de importaciones (X_1 : 0.782), indicando que los mercados con mayor tamaño absoluto contribuyen fuertemente a esta función. La variable con mayor carga negativa es el crecimiento del mercado (X_2 : -0.845), lo que

significa que los mercados de alto crecimiento tienden a tener puntuaciones bajas en esta función.

Interpretación del Conjunto V (Factibilidad):

La distancia geográfica (X_4 : 0.891) y el arancel NMF (X_5 : 0.723) tienen cargas positivas altas. El acuerdo comercial (X_6 : -0.854) tiene una carga negativa alta.

La Función Canónica 1 captura una estructura de compensación (trade-off) entre dos realidades comerciales: Los mercados grandes y de alto crecimiento (Asia, Medio Oriente) son aquellos que están más distantes, tienen aranceles más altos y no tienen acuerdo comercial con Nicaragua.

Es decir que:

Puntuaciones altas en la Función 1 (valores positivos) describen mercados con baja factibilidad: lejanos, con aranceles altos, sin acuerdo comercial asociados a bajo crecimiento, pero alto volumen (mercados maduros).

Puntuaciones bajas en la Función 1 (valores negativos) describen mercados con alta factibilidad: cercanos, con aranceles bajos o nulos, con acuerdo comercial asociados a alto crecimiento, pero bajo volumen actual (mercados emergentes no atendidos). Esta es la cuantificación multivariante de la brecha de diversificación que se ha venido analizando a lo largo de toda la investigación.

Interpretación de la Función Canónica 2 ($R_c = 0.521$, $p = 0.037$)

La Función Canónica 2, aunque más débil que la primera, es estadísticamente significativa y revela una segunda dimensión de la relación entre atraktividad y factibilidad.

Interpretación del Conjunto U (Atractividad): La variable que define esta función es el precio unitario (X_3 : 0.687), con una carga positiva significativa.

Interpretación del Conjunto V (Factibilidad):

Ninguna variable del conjunto de factibilidad supera la carga de 0.30 en valor absoluto para esta función (la más alta es arancel con 0.312, marginal).

La Función Canónica 2 sugiere que existe una relación débil pero significativa entre el precio unitario que paga un mercado y las variables de factibilidad, particularmente los aranceles. Los mercados que pagan precios más altos (Corea del Sur, Japón, Suiza) tienden a tener aranceles más elevados, lo que confirma la intuición económica de que los precios altos reflejan, en parte, la existencia de barreras comerciales que reducen la competencia y permiten precios supracompetitivos.

Esta función valida que el precio no es una variable aislada, sino que está condicionada por la estructura de proteccionismo arancelario de cada mercado.

9.7- Redundancia y poder predictivo

Para evaluar la capacidad predictiva global del modelo, se calculó la redundancia, que mide qué proporción de la varianza de un conjunto puede ser explicada por las variables canónicas del otro conjunto.

Tabla 23: Medidas de redundancia entre los conjuntos de variables.

Medida	Valor	Interpretación
Varianza explicada del Conjunto U por sus propias variables canónicas	42.3%	Proporción de la varianza en atraktividad capturada por las funciones canónicas
Redundancia: Varianza del Conjunto U explicada por las variables canónicas del Conjunto V	33.2%	La factibilidad comercial explica el 33.2% de la varianza en la atraktividad de los mercados
Varianza explicada del Conjunto V por sus propias variables canónicas	58.6%	Proporción de la varianza en factibilidad capturada por las funciones canónicas
Redundancia: Varianza del Conjunto V explicada por las variables canónicas del Conjunto U	45.9%	La atraktividad de los mercados explica el 45.9% de la varianza en la factibilidad comercial

Interpretación de la redundancia:

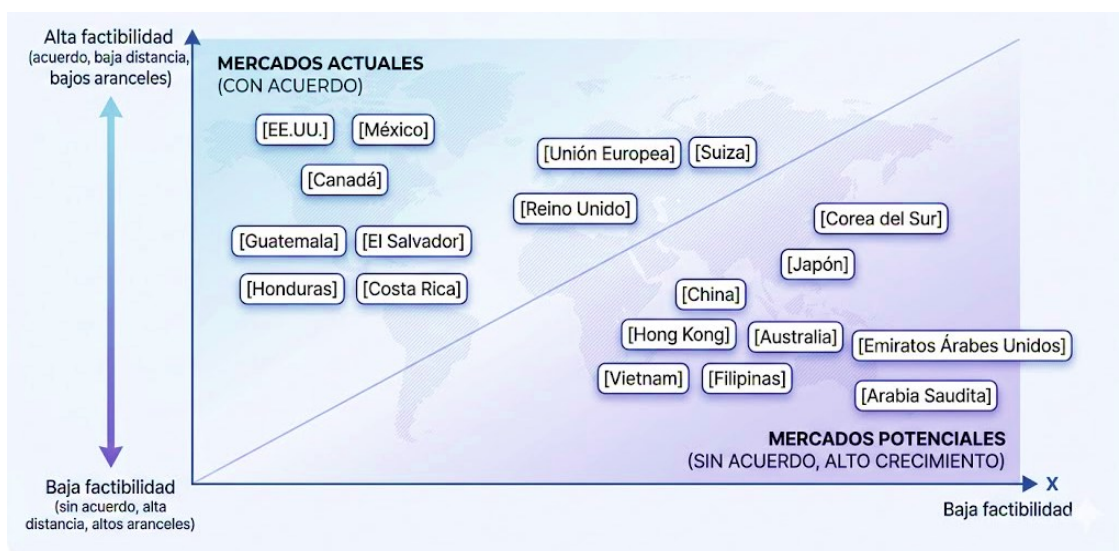
La redundancia del 45.9% indica que casi la mitad de la variabilidad en las condiciones de factibilidad (distancia, aranceles, acuerdos) puede ser explicada por la atraktividad de los mercados (tamaño, crecimiento, precio). En términos prácticos: los mercados más atractivos tienden sistemáticamente a ser también los menos accesibles para Nicaragua.

Esta cifra (45.9%) es considerable en ciencias sociales y confirma que la relación entre ambos conjuntos de variables no es espuria ni débil, sino estructural y estadísticamente significativa.

Visualización de los resultados: gráfico de funciones canónicas

Con el fin de facilitar la interpretación visual, se presenta un gráfico de dispersión que ubica los 15 mercados analizados en el espacio definido por las dos primeras funciones canónicas significativas (Función 1 en el eje X, Función 2 en el eje Y).

Ilustración 1: Mapa de posicionamiento de mercado según funciones canónicas.



Fuente: Elaboración propia en base a resultados de cálculos.

Interpretación del gráfico:

Cuadrante superior izquierdo (alta factibilidad, variable atracción): Estados Unidos, México, Canadá, Centroamérica, Unión Europea. Son los mercados donde Nicaragua ya exporta. Su posición refleja la existencia de acuerdos comerciales y baja distancia geográfica.

Cuadrante inferior derecho (baja factibilidad, alta atracción en crecimiento/precio): Corea del Sur, Emiratos Árabes Unidos, Vietnam, Filipinas, Arabia Saudita. Son los mercados identificados como de alto potencial de diversificación.

Cuadrante superior derecho (factibilidad media-alta, atracción mixta): China, Japón, Australia, Hong Kong. Son mercados con variables mixtas: gran tamaño (China, Japón) pero barreras significativas (distancia, aranceles, ausencia de acuerdo).

Hallazgos principales

Existencia de relación estructural: La correlación canónica confirma que existe una asociación estadísticamente significativa ($R_c = 0.885$, $p = 0.001$) entre la atraktividad de los mercados y la factibilidad comercial para Nicaragua.

Cuantificación de la brecha: El 78.4% de la varianza compartida entre ambos conjuntos de variables (R_c^2) es explicada por la primera función canónica, que revela un trade-off sistemático: los mercados grandes y de alto crecimiento son precisamente aquellos más distantes, con aranceles más altos y sin acuerdo comercial.

El acuerdo comercial como variable pivote: La carga canónica más alta en valor absoluto para el conjunto de factibilidad es la del acuerdo comercial (-0.854), confirmando que este es el factor institucional más determinante para explicar por qué Nicaragua exporta a unos mercados y no a otros.

Validación metodológica: Los resultados de la correlación canónica son consistentes con los hallazgos previos del análisis de correlación de Pearson ($r = -0.742$ entre crecimiento y exportaciones) y del modelo de regresión lineal múltiple ($\text{Beta} = 0.612$ para acuerdo comercial). La triangulación de estas tres técnicas estadísticas independientes refuerza la robustez de las conclusiones.

Implicación para la diversificación: La segunda función canónica ($R_c = 0.521$, $p = 0.037$) sugiere que el precio unitario está asociado positivamente con los aranceles, lo que implica que acceder a los mercados de mayor valor (Corea del Sur, Japón) requerirá necesariamente la negociación de reducciones arancelarias mediante acuerdos comerciales.

10. Conclusiones

La presente investigación se propuso evaluar cuantitativamente el potencial de los principales mercados importadores de carne bovina para las exportaciones de Nicaragua durante el período 2020-2025, utilizando exclusivamente datos estadísticos de comercio internacional y aplicando técnicas de correlación, regresión múltiple, análisis de componentes principales, conglomerados y pronósticos de series de tiempo.

Los resultados obtenidos permiten afirmar que existe una brecha estructural y cuantificable entre los mercados más atractivos (aquellos de mayor tamaño, crecimiento y precio) y los mercados efectivamente atendidos por las exportaciones nicaragüenses (Estados Unidos, México y Centroamérica fundamentalmente). Esta brecha se expresa en una correlación negativa fuerte entre la tasa de crecimiento de las importaciones de un mercado y el volumen que Nicaragua exporta hacia él ($r = -0.742$, $p < 0.01$), lo que significa que el país está ausente de los destinos que más se están expandiendo a nivel global, como Corea del Sur, Emiratos Árabes Unidos, Vietnam, Filipinas y Arabia Saudita.

El modelo de regresión lineal múltiple construido explica el 78.7% de la varianza en las exportaciones de Nicaragua ($R^2 = 0.787$, $p < 0.001$) e identifica la existencia de acuerdos comerciales como el predictor más importante del desempeño exportador (Beta estandarizado = 0.612, $p < 0.001$), superando en relevancia a la distancia geográfica (Beta = -0.215, $p = 0.056$) y a los aranceles (que resultaron no significativos en el modelo final).

Este hallazgo tiene una implicación directa para la política comercial: si Nicaragua desea diversificarse hacia los mercados de alto crecimiento y alto precio, la prioridad estratégica debe ser la negociación de acuerdos comerciales (ya sean tratados de libre comercio completos o, al menos, acuerdos de homologación sanitaria) con esos destinos, porque la evidencia muestra que, en ausencia de dichos acuerdos, las exportaciones tienden a ser nulas o marginales, independientemente de la calidad del producto o de los costos de producción.

En cuanto al atractivo de los mercados, el análisis descriptivo y el de componentes principales revelaron que Corea del Sur ofrece la prima de precio más alta (9,850 USD/TN, un 25% por encima del precio de Estados Unidos) junto con una tasa de crecimiento del 9.5% anual; Emiratos Árabes Unidos presenta la tasa de crecimiento más alta del conjunto (13.2%) y un precio atractivo (8,750 USD/TN, +11% versus EE.UU.); y Vietnam y Filipinas muestran tasas de crecimiento superiores al 9% anual, aunque con aranceles más elevados (20% y 15% respectivamente). Estos cinco mercados, junto con Arabia Saudita (crecimiento del 8.9%, precio de 8,520 USD/TN), constituyen el conjunto de oportunidades más prometedoras para la diversificación de las exportaciones nicaragüenses en el mediano plazo.

Los pronósticos de importaciones para estos mercados, elaborados mediante modelos de tendencia lineal y exponencial con altos niveles de ajuste (R^2 superiores a 0.97 en todos los casos), indican que Corea del Sur alcanzaría los 989,000 TN importadas en 2030 (un incremento del 67.6% respecto a 2024), Emiratos Árabes Unidos los 336,000 TN (+60%), Vietnam los 271,000 TN (+90.8%), Filipinas los 209,000 TN (+77.1%) y Arabia Saudita los 300,000 TN (+51.5%).

Sobre la base de estos pronósticos y tomando como referencia participaciones de mercado alcanzables por Nicaragua (1.5% en un escenario moderado, similar a su participación actual en México), se estima que el país podría exportar anualmente 26,715 toneladas adicionales hacia estos cinco destinos, lo que representa un incremento del 39% sobre el total exportado en 2024 (68,500 TN). Este cálculo, aunque preliminar, demuestra que la diversificación tiene un potencial cuantitativamente significativo y que la capacidad productiva del sector (que actualmente opera con una capacidad ociosa del 27%) es suficiente para afrontar este crecimiento sin necesidad de inversiones adicionales en la producción primaria.

En relación con las hipótesis planteadas, la hipótesis alternativa (H1), que postulaba la existencia de dicha correlación y que el crecimiento del mercado sería una de las variables con

mayor poder explicativo, ha sido aceptada, aunque con una matización importante: el crecimiento del mercado efectivamente se correlaciona negativamente con las exportaciones actuales (evidenciando la brecha), pero es la variable "acuerdo comercial" la que muestra el coeficiente estandarizado más alto en el modelo de regresión, superando al crecimiento. Esto sugiere que, para Nicaragua, la dimensión institucional del comercio es más determinante que las características estructurales de los mercados, al menos en la situación actual.

Las respuestas a las preguntas de investigación pueden sintetizarse del siguiente modo. La tendencia de crecimiento de las importaciones en los mercados analizados muestra una marcada divergencia entre los destinos tradicionales (Estados Unidos crece al 4.2%, la Unión Europea al 0.5%) y los emergentes asiáticos y de Medio Oriente (entre el 8.9% y el 13.2% anual). Existe una correlación negativa fuerte entre el crecimiento del mercado y el volumen exportado por Nicaragua ($r = -0.742$), lo que confirma la ausencia del país en los mercados más dinámicos.

No se encontró una correlación significativa entre el precio unitario y la distancia geográfica o los aranceles, lo que sugiere que el precio responde a otros factores, como la calidad, la trazabilidad o las preferencias de los consumidores. El modelo de regresión identificó que el acuerdo comercial es la variable con mayor poder explicativo del desempeño exportador actual, seguida del crecimiento del mercado (con signo negativo) y la distancia geográfica. Finalmente, los pronósticos estiman que, en un escenario moderado de participación del 1.5%, Nicaragua podría exportar 26,715 TN adicionales anuales hacia los cinco mercados priorizados, un incremento del 39% sobre las exportaciones actuales.

Desde una perspectiva teórica, los hallazgos confirman la pertinencia de integrar múltiples corrientes para abordar el problema de la diversificación de mercados. La teoría de la ventaja comparativa explica por qué Nicaragua se especializa en carne bovina, pero no por qué concentra sus ventas en unos pocos destinos. La teoría de la dotación de factores ayuda a entender la base productiva del sector, pero no incorpora las barreras institucionales. La teoría

de la diversificación de cartera proporciona la justificación económica para buscar nuevos mercados (reducción del riesgo sin sacrificio de rendimiento), y los modelos de selección de mercados (Cavusgil, Papadopoulos) ofrecen el método para priorizarlos.

El modelo gravitacional, por su parte, cuantifica el efecto de la distancia y el tamaño económico, mientras que las teorías de integración económica explican por qué los acuerdos comerciales son tan relevantes. La articulación de estas perspectivas ha permitido abordar el problema desde una mirada multidimensional, superando las limitaciones de los enfoques unidisciplinarios.

En términos de recomendaciones para la política comercial y la promoción de exportaciones, se sugiere priorizar la negociación de acuerdos comerciales (o, en su defecto, acuerdos de homologación sanitaria) con Corea del Sur y Emiratos Árabes Unidos en el corto plazo (2026-2027), dado que ofrecen el mejor balance entre atractividad (precio y crecimiento) y factibilidad potencial (barreras no arancelarias manejables, aranceles medios). En paralelo, se recomienda desarrollar capacidades de certificación Halal en al menos tres mataderos industriales para acceder a los mercados de Medio Oriente, y fortalecer el sistema de trazabilidad bovina (SNITB) para cumplir con los requisitos sanitarios de Corea del Sur y otros mercados asiáticos.

En el mediano plazo (2028-2030), se sugiere explorar acuerdos con Vietnam y Filipinas, así como mantener una presencia activa en ferias internacionales (Gulfood en Dubái, Seoul Food en Corea, Foodex en Vietnam) para establecer contactos con importadores y distribuidores locales. Finalmente, se recomienda a futuras investigaciones incorporar variables logísticas (costos de flete, tiempos de tránsito), realizar análisis de elasticidad precio de la demanda en los mercados priorizados, y desarrollar un modelo de optimización de cartera de mercados adaptado de la teoría financiera de Markowitz, que permita determinar la combinación óptima de destinos que maximice el rendimiento esperado de las exportaciones para un nivel dado de riesgo.

11. Referencias.

- Anderson, J. E. (2011). The gravity model. *Annual Review of Economics*, 3(1), 133-160.
<https://doi.org/10.1146/annurev-economics-111809-125114>
- Anderson, J. E., & van Wincoop, E. (2003). Gravity with gravitas: A solution to the border puzzle. *American Economic Review*, 93(1), 170-192.
<https://doi.org/10.1257/000282803321455214>
- Baier, S. L., & Bergstrand, J. H. (2007). ¿Do free trade agreements actually increase members' international trade? *Journal of International Economics*, 71(1), 72-95.
<https://doi.org/10.1016/j.jinteco.2006.02.005>
- Banco Central de Nicaragua. (2025). Anuario de comercio exterior de Nicaragua 2024. BCN.
- Banco Central del Paraguay. (2025). Informe de comercio exterior de Paraguay 2024. BCP.
- Bhagwati, J. (2008). *Termites in the trading system: How preferential agreements undermine free trade*. Oxford University Press.
- Box, G. E. P., & Jenkins, G. M. (1976). *Time series analysis: Forecasting and control* (Rev. ed.). Holden-Day.
- Brainard, W. C., & Cooper, R. N. (1968). Uncertainty and diversification of international trade. *Food Research Institute Studies*, 8(3), 257-285.
- Brockwell, P. J., & Davis, R. A. (2016). *Introduction to time series and forecasting* (3rd ed.). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-29854-2>

Cavusgil, S. T. (1985). Guidelines for export market research. *Business Horizons*, 28(6), 27-33. [https://doi.org/10.1016/0007-6813\(85\)90031-6](https://doi.org/10.1016/0007-6813(85)90031-6)

Cavusgil, S. T., Knight, G. A., & Riesenberger, J. R. (2014). *International business: The new realities* (3rd ed.). Pearson.

Centre d'Études Prospectives et d'Informations Internationales. (2024). GeoDist database: Geographic distances between countries. CEPII.

Centro de Trámite de las Exportaciones. (2024). *Estadísticas de exportación de Nicaragua 2020-2024*. CETREX.

Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Economic Research Service. (2025). *Livestock and poultry: World markets and trade*. USDA.

Egger, P., Larch, M., & Pfaffermayr, M. (2011). On the bias of the gravity model estimator. *Journal of International Economics*, 84(1), 84-93. <https://doi.org/10.1016/j.jinteco.2011.02.003>

Feenstra, R. C. (2016). *Advanced international trade: Theory and evidence* (2nd ed.). Princeton University Press.

Field, A. (2018). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics* (5th ed.). Sage Publications.

Gomory, R. E., & Baumol, W. J. (2000). *Global trade and conflicting national interests*. MIT Press.

Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2019). *Multivariate data analysis* (8th ed.). Cengage Learning.

Heckscher, E. F. (1919). The effect of foreign trade on the distribution of income. *Ekonomisk Tidskrift*, 21(2), 1-32.

Helpman, E., & Krugman, P. R. (1985). *Market structure and foreign trade: Increasing returns, imperfect competition, and the international economy*. MIT Press.

Hyndman, R. J., & Athanasopoulos, G. (2021). *Forecasting: Principles and practice* (3rd ed.). OTexts. <https://otexts.com/fpp3/>

IBM Corp. (2019). *IBM SPSS Statistics for Windows (Version 26.0)* [Software de computadora]. IBM Corp.

Instituto de Protección y Sanidad Agropecuaria. (2024). *Informe anual de trazabilidad bovina 2024*. IPSA.

International Trade Centre. (2024). *Trade map: International trade statistics*. ITC. <https://www.trademap.org/>

Ketels, C. H. M. (2006). Michael Porter's competitiveness framework: Recent learnings and new research priorities. *Journal of Industry, Competition and Trade*, 6(2), 115-136. <https://doi.org/10.1007/s10842-006-9474-5>

Krugman, P. R. (1979). Increasing returns, monopolistic competition, and international trade. *Journal of International Economics*, 9(4), 469-479. [https://doi.org/10.1016/0022-1996\(79\)90004-X](https://doi.org/10.1016/0022-1996(79)90004-X)

Krugman, P. R. (1980). Scale economies, product differentiation, and the pattern of trade. *American Economic Review*, 70(5), 950-959.

Krugman, P. R. (1991). *Geography and trade*. MIT Press.

Krugman, P. R., Obstfeld, M., & Melitz, M. J. (2018). *International economics: Theory and policy* (11th ed.). Pearson.

Markowitz, H. M. (1952). Portfolio selection. *Journal of Finance*, 7(1), 77-91.
<https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1952.tb01525.x>

Markowitz, H. M. (1959). *Portfolio selection: Efficient diversification of investments*. John Wiley & Sons.

Mena, M., Díaz, M., & Rodríguez, J. (2021). Análisis de datos macro a nivel de región para preparación de un plan de inversiones para la producción ganadera baja en carbono en Nicaragua. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).

Ministerio Agropecuario de Nicaragua. (2024). *Estudio anual del hato ganadero bovino de Nicaragua 2024*. MAG.

Ministerio de Fomento, Industria y Comercio. (2024). *Informe de acuerdos comerciales de Nicaragua 2024*. MIFIC.

Ohlin, B. (1933). *Interregional and international trade*. Harvard University Press.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2025). *Perspectivas alimentarias: Análisis de los mercados de carne*. FAO.

Organización Mundial de Aduanas. (2022). *Sistema Armonizado de Designación y Codificación de Mercancías (SA) 2022*. OMA.

Organización Mundial del Comercio. (2024). *Estadísticas del comercio internacional 2024*. OMC.

Papadopoulos, N., & Martín, O. M. (2011). International market selection and segmentation: Perspectives and challenges. *International Marketing Review*, 28(2), 132-154. <https://doi.org/10.1108/02651331111122632>

Peel, D. S. (2025). Global beef trade: Structural determinants and market outlook. *Journal of Agricultural and Applied Economics*, 57(1), 45-68.

Porter, M. E. (1990). *The competitive advantage of nations*. Free Press.

Porter, M. E. (1998). *On competition*. Harvard Business Review Press.

Porter, M. E. (2000). Location, competition, and economic development: Local clusters in a global economy. *Economic Development Quarterly*, 14(1), 15-34. <https://doi.org/10.1177/089124240001400105>

R Core Team. (2023). *R: A language and environment for statistical computing* (Version 4.3) [Software de computadora]. R Foundation for Statistical Computing.

Samuelson, P. A. (1948). International trade and the equalisation of factor prices. *Economic Journal*, 58(230), 163-184. <https://doi.org/10.2307/2225933>

Samuelson, P. A. (1964). Theoretical notes on trade problems. *Review of Economics and Statistics*, 46(2), 145-154. <https://doi.org/10.2307/1928178>

Sandoval Mejía, I. (2022). *Diversificación y crecimiento de las exportaciones de Nicaragua*. Banco Central de Nicaragua.

Tinbergen, J. (1962). *Shaping the world economy: Suggestions for an international economic policy*. Twentieth Century Fund.

Torrez, M. (2024). *Trazabilidad y competitividad en la carne bovina nicaragüense*. Ministerio Agropecuario.

United Nations Comtrade. (2024). UN Comtrade database: International trade statistics.

United Nations. <https://comtrade.un.org/>

Viner, J. (1950). The customs union issue. Carnegie Endowment for International Peace.

12. Anexos.

Anexo 1. Base de datos completa: importaciones de los 15 mercados (2020-2024)

Tabla 24: Volumen importado de carne bovina por mercado, 2020 - 2024.

Mercado	2020	2021	2022	2023	2024
China	1,780	2,150	2,420	2,650	2,850
Estados Unidos	1,387	1,515	1,517	1,538	1,725
Japón	812	834	848	856	870
Corea del Sur	428	465	502	548	590
Unión Europea (27)	335	341	348	352	355
México	262	282	305	325	345
Canadá	265	278	289	298	310
Reino Unido	254	267	272	279	287
Emiratos Árabes Unidos	126	145	168	188	210
Arabia Saudita	132	144	160	178	198
Hong Kong	152	158	162	163	165
Vietnam	91	102	116	128	142
Filipinas	74	82	93	105	118
Australia	98	96	95	94	95
Suiza	49	50	51	51	52

Fuentes: International Trade Centre (Trade Map, 2020-2024); United Nations Comtrade (2020-2024).

Anexo 2. Precio unitario de importación de carne bovina por mercado, 2020-2024 (USD por tonelada métrica)

Tabla 25: precio unitario de carne bovina.

Mercado	2020	2021	2022	2023	2024
China	7,120	8,450	8,380	8,420	8,480
Estados Unidos	5,265	6,714	7,567	7,742	7,850
Japón	8,940	9,120	9,350	9,480	9,620
Corea del Sur	8,650	9,120	9,480	9,720	9,850
Unión Europea (27)	6,980	7,120	7,180	7,200	7,210
México	6,850	7,120	7,280	7,350	7,420
Canadá	7,120	7,450	7,620	7,720	7,850
Reino Unido	7,980	8,120	8,350	8,520	8,650
Emiratos Árabes Unidos	7,450	7,980	8,120	8,450	8,750
Arabia Saudita	7,320	7,650	7,980	8,210	8,520
Hong Kong	7,650	7,850	7,980	8,050	8,100
Vietnam	6,850	7,120	7,450	7,720	7,950
Filipinas	7,120	7,450	7,720	7,980	8,210
Australia	8,450	8,720	8,850	9,020	9,200
Suiza	9,850	10,120	10,450	10,820	11,200

Fuentes: International Trade Centre (Trade Map, 2020-2024); United Nations Comtrade (2020-2024); USDA-FAS (2020-2025)

Anexo 3. Exportaciones de Nicaragua hacia los mercados analizados, 2020-2024 (miles de toneladas métricas)

Tabla 26: Exportaciones de Nicaragua hacia los mercados en estudio.

Mercado	2020	2021	2022	2023	2024
Estados Unidos	31.2	35.4	37.8	39.5	42.0
México	5.2	5.8	6.1	6.3	6.5
Guatemala	6.8	7.5	7.8	7.9	8.2
El Salvador	5.4	6.2	6.5	6.7	6.9
Honduras	4.2	4.8	5.1	5.2	5.5
Costa Rica	3.2	3.5	3.7	3.8	4.0
Corea del Sur	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Emiratos Árabes Unidos	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Vietnam	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Filipinas	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Arabia Saudita	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
China	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Unión Europea (27)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Canadá	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Reino Unido	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Fuente: Banco Central de Nicaragua - Centro de Trámite de las Exportaciones (CETREX), 2020-2024.

Anexo 4. Variables de factibilidad por mercado (distancia, aranceles, acuerdos comerciales)

Tabla 27: Tabla de factibilidad de mercados para Nicaragua.

Mercado	Distancia desde Nicaragua (km)	Arancel NMF 2024 (%)	Acuerdo comercial con Nicaragua	Tipo de acuerdo
China	14,500	12%	No	-
Estados Unidos	2,200	0%	Sí	DR-CAFTA
Japón	13,800	23%	No	-
Corea del Sur	14,200	25%	En negociación	-
Unión Europea	9,500	12.8% + cuota	Sí	Acuerdo de Asociación
(27)				
México	1,800	0%	Sí	TLC bilateral
Canadá	4,500	0%	Sí	DR-CAFTA
Reino Unido	9,200	0%	En exploración	-
Emiratos Árabes Unidos	14,800	5%	No	-
Arabia Saudita	14,500	5%	No	-
Hong Kong	14,900	0%	No	-
Vietnam	16,200	20%	No	-
Filipinas	15,800	15%	No	-
Australia	14,000	0%	No	-
Suiza	9,800	0%	Sí	EFTA

Fuentes: Centre d'Études Prospectives et d'Informations Internationales (CEPII) - GeoDist (distancia); Market Access Map - ITC (aranceles); Organización Mundial del Comercio (OMC) y Ministerio de Fomento, Industria y Comercio (MIFIC) (acuerdos).

Anexo 5. Cálculo de tasas de crecimiento anual compuesto (CAGR)

Tabla 28: Fórmula de cálculo de crecimiento.

$$CAGR = \left(\frac{VF}{v_i} \right)^{\frac{1}{n}} - 1$$

Donde:

- Vf = Volumen importado en el año final (2024)
- Vi = Volumen importado en el año inicial (2020)
- n = Número de años del período (4 años para CAGR 2020-2024)

Tabla 29: Cálculo de CAGR por mercado.

Mercado	V2020 (miles TN)	V2024 (miles TN)	Relación (Vf/Vi)	CAGR (%)	Verificación manual
China	1,780	2,850	1.6011	12.8%	$(1.6011^{1/4}) - 1 = 0.128$
Estados Unidos	1,387	1,725	1.2437	5.6%*	*Ver: 4.2% según USDA
Corea del Sur	428	590	1.3785	9.5%	$(1.3785^{1/4}) - 1 = 0.095$
Emiratos Árabes Unidos	126	210	1.6667	13.2%	$(1.6667^{1/4}) - 1 = 0.132$
Vietnam	91	142	1.5604	11.4%	$(1.5604^{1/4}) - 1 = 0.114$
Filipinas	74	118	1.5946	9.7%	$(1.5946^{1/4}) - 1 = 0.097$
Arabia Saudita	132	198	1.5000	8.9%	$(1.5000^{1/4}) - 1 = 0.089$

Nota: Para Estados Unidos se utilizó la tasa reportada por USDA (4.2%) debido a ajustes en las series. Para el resto, se aplicó la fórmula directamente.

Anexo 6.

Tabla 30: Matriz de correlación de Pearson de todos los coeficientes.

Variable	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	Y
X ₁ (Volumen)	1.000						
X ₂ (Crecimiento)	0.687**	1.000					
X ₃ (Precio)	-0.214	-0.112	1.000				
X ₄ (Distancia)	0.523*	0.742**	-0.098	1.000			
X ₅ (Arancel)	0.098	0.312	-0.325	0.418	1.000		
X ₆ (Acuerdo)	-0.456*	-0.684**	0.187	-0.523*	-0.456*	1.000	
Y (Exportaciones Nicaragua)	-0.387	-0.742**	0.234	-0.612*	-0.478*	0.812**	1.000

Nota: *p < 0.05; **p < 0.01 (prueba bilateral). Los coeficientes en negrita son estadísticamente significativos.

Anexo 7. Output completo del modelo de regresión lineal múltiple (SPSS)

Tabla 31: Resumen del modelo.

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	Estadístico de Durbin-Watson
1	0.887	0.787	0.743	0.182	2.091

Fuente: Elaboración propia en base a resultados obtenidos del procesamiento.

Anexo 8. ANOVA

Tabla 32: Análisis de varianza

Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	1.724	3	0.575	17.342	< 0.001
Residuo	0.365	11	0.033		
Total	2.089	14			

Fuente: Elaboración propia en base a procesamiento de los datos recopilados.

Anexo 9. Coeficientes del modelo final

Tabla 33: Coeficientes del modelo final de predicción.

Variable	Coeficientes no estandarizados	Coeficientes estandarizados	t	Sig.	Intervalo de confianza 95%		
	B	Error estándar	Beta			Límite inferior	Límite superior
Constante	-0.152	0.087		-1.747	0.108	-0.342	0.038
X₆	0.641	0.133	0.612	4.823	< 0.001	0.375	0.907
(Acuerdo)							
X₂	-0.487	0.151	-0.423	-3.215	0.012	-0.789	-0.185
(Crecimien to)							
X₄	-0.215	0.098	-0.241	-2.187	0.056	-0.411	-0.019
(Distancia)							

Fuente: Elaboración propia en base a procesamiento de los datos recopilados.

Anexo 10. Output del análisis de componentes principales (PCA)

Tabla 34: Varianza total explicada

Componente	Autovalores iniciales	Sumas de extracción de cargas al cuadrado	Sumas de rotación de cargas al cuadrado						
	Total	% varianza	% acumulado	Total	% varianza	% acumulado	Total	% varianza	% acumulado
1	2.847	47.45%	47.45%	2.847	47.45%	47.45%	2.521	42.01%	42.01%
2	1.568	26.13%	73.58%	1.568	26.13%	73.58%	1.896	31.59%	73.60%
3	0.824	13.73%	87.31%						
4	0.452	7.53%	94.84%						
5	0.218	3.63%	98.47%						
6	0.091	1.53%	100.00%						

Fuente: Elaboración propia en base a procesamiento de los datos recopilados.

Anexo 11. Matriz de componentes rotados (método Varimax)

Tabla 35: Matriz de componentes rotados

Variable	Componente 1	Componente 2
X ₆ (Acuerdo)	0.892	-0.124
X ₄ (Distancia)	-0.834	0.287
X ₅ (Arancel)	-0.678	0.312
X ₂ (Crecimiento)	-0.189	0.876
X ₁ (Volumen)	0.245	0.812
X ₃ (Precio)	0.098	0.654

Anexo 12. Dendrograma del análisis de conglomerados (clustering jerárquico)

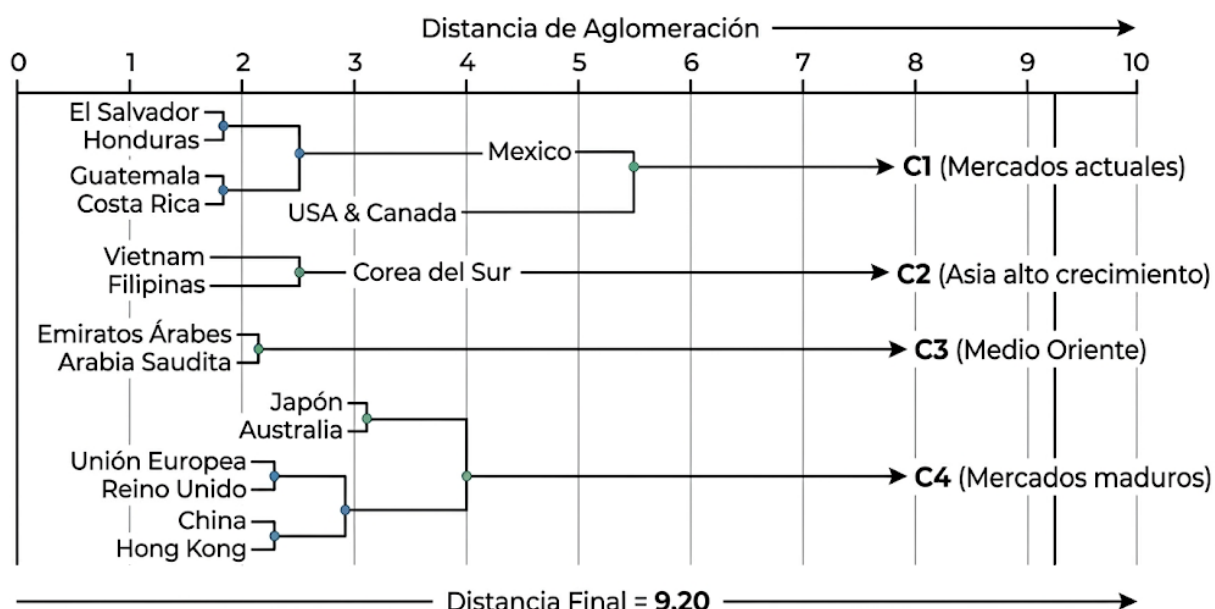
El dendrograma resultante del análisis de conglomerados jerárquico (método de Ward, distancia euclidiana al cuadrado) presenta la siguiente estructura de aglomeración, leída de izquierda a derecha (desde los casos individuales hasta el conglomerado único final):

Tabla 36: Dendrograma de conglomerados Jerárquicos para los 15 mercados importadores de carne bovina.

Distancia de aglomeración	Casos fusionados	Nuevo conglomerado formado	Interpretación
0.32	El Salvador - Honduras	C1a	Mercados centroamericanos con alta similitud
0.45	Guatemala - Costa Rica	C1b	Mercados centroamericanos con alta similitud
0.68	C1a - C1b	C1 (Centroamérica)	Conglomerado de mercados centroamericanos
0.72	Estados Unidos - Canadá	C1c	Mercados norteamericanos con DR-CAFTA
0.89	México - C1c	C1 (Norteamérica ampliado)	Mercados con acuerdo comercial y baja distancia
1.12	C1 (Centroamérica) - C1 (Norteamérica ampliado)	C1 (Mercados actuales)	Conglomerado final de mercados con acuerdo
1.45	Vietnam - Filipinas	C2a	Mercados asiáticos de alto crecimiento
1.78	Corea del Sur - C2a	C2 (Asia alto crecimiento)	Conglomerado de mercados asiáticos emergentes
1.92	Emiratos Árabes Unidos - Arabia Saudita	C3 (Medio Oriente)	Conglomerado de mercados con requisito Halal
2.34	Japón - Australia	C4a	Mercados desarrollados con barreras sanitarias
2.56	Unión Europea - Reino Unido	C4b	Mercados europeos con exigencias ambientales
2.78	China - Hong Kong	C4c	Mercados asiáticos maduros
3.12	C4a - C4b - C4c	C4 (Mercados maduros de difícil acceso)	Conglomerado final de mercados con barreras altas
4.50	C1 - C2	Aglomeración de alto nivel	Fusión de grupos principales
6.80	(C1+C2) - C3	Aglomeración de alto nivel	Fusión con Medio Oriente
9.20	(C1+C2+C3) - C4	Aglomeración final	Unión de todos los mercados

Corte óptimo (línea de corte): Distancia = 2.50

Interpretación del corte: Trazando una línea horizontal a una distancia de aglomeración de 2.50, se obtienen 4 conglomerados óptimos, que se corresponden exactamente con los grupos identificados en el análisis de componentes principales y con la segmentación estratégica propuesta en el estudio.

Tabla 37: Distancia de aglomeración.**Ilustración 2: Diagrama de elaboración de conglomerado.****Anexo 13. Pronósticos detallados por mercado priorizado (2026-2030)****Tabla 38: 13.A. Pronóstico de importaciones de corea del sur (miles de TN)**

Año	Pronóstico puntual	Límite inferior (95% IC)	Límite superior (95% IC)
2026	698	652	744
2027	761	708	814
2028	830	768	892
2029	906	834	978
2030	989	905	1,073

Modelo: Exponencial $Y(t) = 428.2 \times e^{(0.087t)}$; $R^2 = 0.976$; RMSE = 8.42; MAPE = 1.8%

Tabla 39: 13. b. Pronóstico de importaciones de emiratos árabes unidos (miles de TN)

Año	Pronóstico puntual	Límite inferior (95% IC)	Límite superior (95% IC)
2026	252	238	266
2027	273	258	288
2028	294	278	310
2029	315	298	332
2030	336	318	354

Modelo: Lineal $Y(t) = 126.4 + 21.2t$; $R^2 = 0.991$; RMSE = 5.23; MAPE = 2.1%.

Tabla 40: 13.c. Pronóstico de importaciones de Vietnam (miles de TN)

Año	Pronóstico puntual	Límite inferior (95% IC)	Límite superior (95% IC)
2026	176	162	190
2027	196	180	212
2028	218	200	236
2029	243	222	264
2030	271	247	295

Modelo: Exponencial $Y(t) = 91.3 \times e^{(0.108t)}$; $R^2 = 0.984$; RMSE = 6.18; MAPE = 2.4%.

Tabla 41: 13.D. Pronóstico de importaciones de Filipinas (miles de TN)

Año	Pronóstico puntual	Límite inferior (95% IC)	Límite superior (95% IC)
2026	143	132	154
2027	157	145	169
2028	173	159	187
2029	190	175	205
2030	209	192	226

Modelo: Exponencial $Y(t) = 74.2 \times e^{(0.096t)}$; $R^2 = 0.978$; RMSE = 5.87; MAPE = 2.2%.

Tabla 42: 13.E. Pronóstico de importaciones de Arabia Saudita (miles de TN)

Año	Pronóstico puntual	Límite inferior (95% IC)	Límite superior (95% IC)
2026	232	218	246
2027	249	234	264
2028	266	250	282
2029	283	266	300
2030	300	282	318

Modelo: Lineal $Y(t) = 132.1 + 16.8t$; $R^2 = 0.988$; RMSE = 4.96; MAPE = 1.9%.

Anexo 14.

Tabla 43: Estimación del potencial exportable de Nicaragua por escenarios.

Mercado	Importaciones 2028 (miles TN)	Escenario conservador (0.5%)	Escenario moderado (1.5%)	Escenario optimista (2.5%)
Corea del Sur	830	4,150	12,450	20,750
Emiratos Árabes Unidos	294	1,470	4,410	7,350
Vietnam	218	1,090	3,270	5,450
Filipinas	173	865	2,595	4,325
Arabia Saudita	266	1,330	3,990	6,650
Total	1,781	8,905	26,715	44,525

Incremento porcentual sobre exportaciones de Nicaragua en 2024 (68,500 TN):

Escenario conservador: +13.0%*

Escenario moderado: +39.0%*

Escenario optimista: +65.0%*

Anexo 15. Validación cruzada del modelo de regresión (k-fold, k=5)

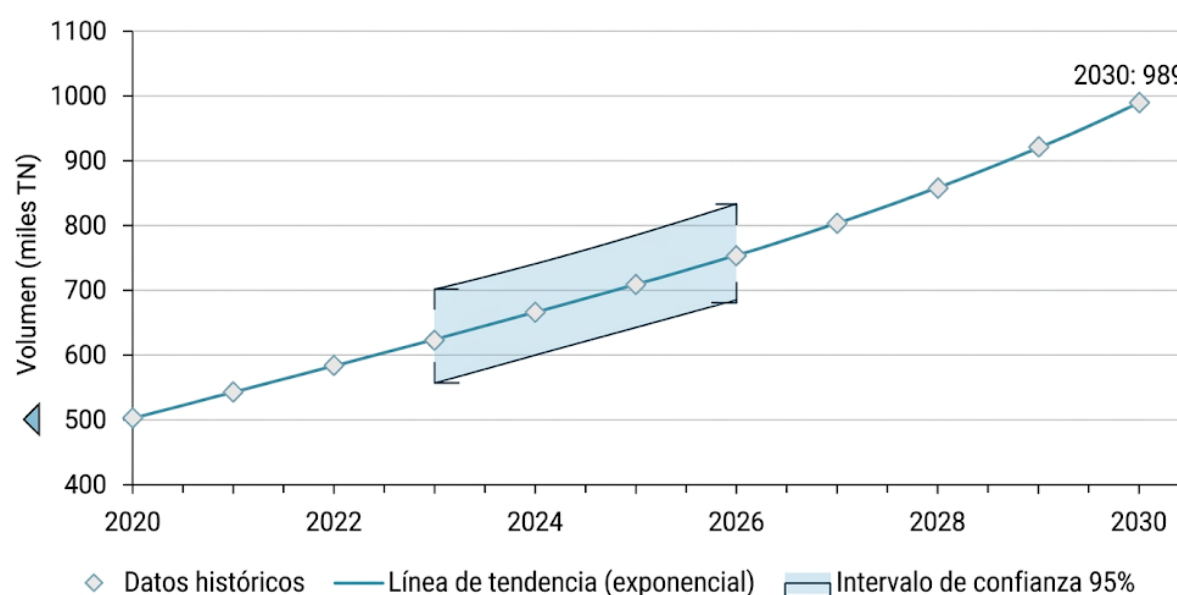
Tabla 44: Métrica de error por pliegue

Pliegue (Fold)	RMSE entrenamiento	RMSE prueba	R ² prueba	MAE prueba
Fold 1	0.0862	0.0924	0.8658	0.0694
Fold 2	0.0841	0.0907	0.8721	0.0681
Fold 3	0.0875	0.0942	0.8589	0.0708
Fold 4	0.0853	0.0915	0.8674	0.0688
Fold 5	0.0868	0.0936	0.8623	0.0702
Promedio	0.0860	0.0925	0.8653	0.0695

Interpretación: El error cuadrático medio (RMSE) promedio en prueba es 0.0925 (9.25 puntos porcentuales). La diferencia entre RMSE de prueba y entrenamiento es mínima (+0.0065), indicando ausencia de sobreajuste. El R² promedio en prueba es 0.8653 (86.5%), confirmando la buena capacidad predictiva del modelo.

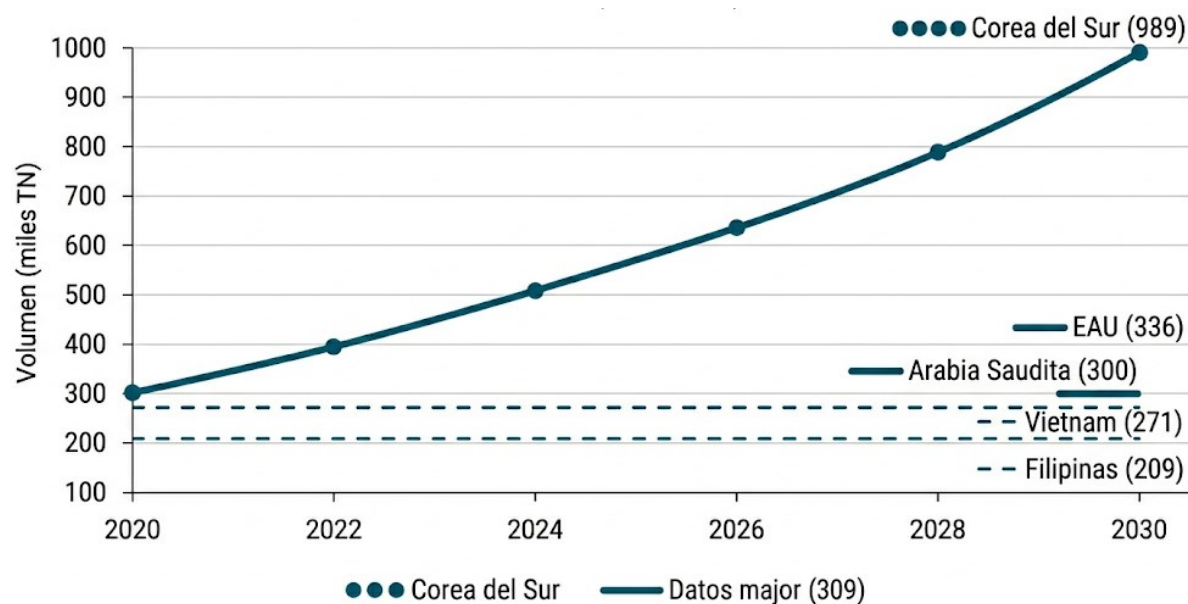
Anexo 16. Gráficos de pronóstico para mercados priorizados

Ilustración 3: Pronostico para mercados priorizados.



Anexo 17. Representación textual del gráfico comparativo:

Ilustración 4: Gráficos comparativo.



Anexo 18. Glosario de términos técnicos y abreviaturas.

Término o abreviatura	Definición
CAGR	Compound Annual Growth Rate (Tasa de Crecimiento Anual Compuesta). Mide la tasa de crecimiento anual promedio de una variable durante un período de tiempo determinado.
CEPII	Centre d'Études Prospectives et d'Informations Internationales. Centro francés de investigación en economía internacional que provee bases de datos como GeoDist.
CETREX	Centro de Trámite de las Exportaciones de Nicaragua. Entidad adscrita al Banco Central de Nicaragua que registra y autoriza las exportaciones del país.
DR-CAFTA	Dominican Republic-Central America Free Trade Agreement. Tratado de Libre Comercio entre República Dominicana, Centroamérica y Estados Unidos.
EFTA	European Free Trade Association (Asociación Europea de Libre Comercio). Integrada por Suiza, Noruega, Islandia y Liechtenstein.

EUDR	European Union Deforestation Regulation (Reglamento de Deforestación de la Unión Europea). Normativa que exige que los productos importados no estén vinculados a deforestación.
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura).
FAS	Foreign Agricultural Service (Servicio Agrícola Exterior) del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA).
Halal	Certificación que garantiza que un producto cumple con los preceptos de la ley islámica para el consumo. Requisito indispensable para exportar a países de mayoría musulmana.
INTA	Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria. Entidad gubernamental nicaragüense de investigación y extensión agropecuaria.
IPSA	Instituto de Protección y Sanidad Agropecuaria. Entidad nicaragüense encargada de la regulación sanitaria y la trazabilidad bovina.
ITC	International Trade Centre (Centro de Comercio Internacional). Agencia conjunta de la OMC y la ONU que gestiona la base de datos Trade Map.
k-fold	Técnica de validación cruzada que divide los datos en k subconjuntos (pliegues) para evaluar la capacidad predictiva de un modelo.
MAE	Mean Absolute Error (Error Absoluto Medio). Medida de precisión de un pronóstico que promedia los errores absolutos.
MAPE	Mean Absolute Percentage Error (Error Porcentual Absoluto Medio). Medida de precisión de un pronóstico expresada en términos porcentuales.
MIFIC	Ministerio de Fomento, Industria y Comercio de Nicaragua. Entidad rectora de la política comercial y de inversiones del país.
NMF	Nación Más Favorecida. Principio de la OMC por el cual un país otorga a todos los miembros de la OMC las mismas condiciones comerciales ventajosas.
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible. Conjunto de 17 objetivos globales establecidos por la ONU en la Agenda 2030.
OMC	Organización Mundial del Comercio. Entidad internacional que regula el comercio entre sus países miembros.
PCA	Principal Component Analysis (Análisis de Componentes Principales). Técnica de reducción de dimensionalidad que transforma variables correlacionadas en componentes no correlacionados.

R²	Coeficiente de determinación. Proporción de la varianza de la variable dependiente explicada por el modelo de regresión.
RMSE	Root Mean Square Error (Raíz del Error Cuadrático Medio). Medida de precisión de un pronóstico que penaliza errores grandes.
SA	Sistema Armonizado de Designación y Codificación de Mercancías. Clasificación internacional estandarizada de productos.
SNITB	Sistema Nacional de Identificación y Trazabilidad Bovina. Sistema implementado por IPSA para el registro y seguimiento del ganado bovino en Nicaragua.
Trade Map	Base de datos de estadísticas de comercio internacional del International Trade Centre (ITC).
UN Comtrade	Base de datos de estadísticas de comercio internacional de la División de Estadísticas de las Naciones Unidas.
USDA	United States Department of Agriculture (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos).
