



ESCUELA DE NEGOCIOS

**MAESTRÍA EN INTELIGENCIA DE NEGOCIOS
Y CIENCIA DE DATOS**

**ANALISIS DE LA EXPORTACION DE ROSAS ECUATORIANAS A
PRINCIPALES IMPORTADORES EN EL PERIODO 2019-2023**

**Profesor
Victor Manuel Gonzalez Holguin**

**Autor
Norian Norelis Pilco Bustamante
José André Játiva Ubillús**

2024

RESUMEN

El presente estudio aborda la estimación del valor Free On Board (FOB) de las exportaciones de rosas ecuatorianas, utilizando modelos de regresión Ridge para analizar las relaciones entre el volumen de unidades físicas comerciales y el valor FOB. Se centra en dos de los principales compradores de flores: Estados Unidos y Países Bajos, proporcionando un análisis comparativo de la eficacia predictiva de los modelos para cada mercado. La investigación se justifica por la importancia económica de la industria florícola en el contexto de las exportaciones y la necesidad de optimizar las estrategias comerciales basadas en la comprensión precisa de los factores que influyen en el valor de las exportaciones.

Los resultados muestran diferencias significativas en el rendimiento de los modelos para los dos mercados analizados. Para Estados Unidos, el modelo exhibe un coeficiente de determinación de 0.71, indicando un ajuste razonablemente bueno entre los valores predichos y reales. Por otro lado, el modelo para Países Bajos presenta un rendimiento considerablemente inferior, con un coeficiente de determinación de 0.29, lo que sugiere una correlación débil entre las variables estudiadas.

Esta investigación subraya la variabilidad en la relación entre el volumen de unidades comerciales y el valor FOB según el mercado de destino, resaltando la necesidad de enfoques personalizados para la predicción de valores de exportación. Se discuten las implicaciones de estos hallazgos para la formulación de estrategias de exportación y se sugiere la exploración de modelos alternativos que puedan capturar relaciones no lineales entre las variables. La investigación contribuye al cuerpo de conocimiento en el campo de la economía de las exportaciones y ofrece insights prácticos para los exportadores de rosas, enfatizando la importancia de adaptar las estrategias comerciales a las características específicas de cada mercado.

ABSTRACT

This study focuses on estimating the Free On Board (FOB) value of Ecuadorian rose exports, employing Ridge regression models to analyze the relationship between the volume of physical trade units and the FOB value. It targets two of the primary flower buyers: the United States and the Netherlands, providing a comparative analysis of the predictive efficacy of the models for each market. The research is justified by the economic significance of the floriculture industry in the export context and the necessity to optimize trade strategies based on a precise understanding of the factors influencing export values.

The findings reveal significant differences in the performance of the models for the two markets analyzed. For the United States, the model exhibits a determination coefficient of 0.71, indicating a reasonably good fit between the predicted and actual values. Conversely, the model for the Netherlands shows considerably lower performance, with a determination coefficient of 0.29, suggesting a weak correlation between the studied variables.

This research underscores the variability in the relationship between the volume of commercial units and the FOB value according to the target market, highlighting the need for customized approaches to export value prediction. The implications of these findings for the formulation of export strategies are discussed, and the exploration of alternative models that could capture nonlinear relationships between variables is suggested. The research contributes to the body of knowledge in the field of export economics and offers practical insights for rose exporters, emphasizing the importance of adapting trade strategies to the specific characteristics of each market.

ÍNDICE DEL CONTENIDO

RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	1
REVISIÓN DE LITERATURA	3
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	9
OBJETIVO GENERAL.....	10
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	11
JUSTIFICACIÓN Y APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA.....	12
RESULTADOS.....	23
DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS Y PROPUESTA DE SOLUCIÓN	25
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	31
REFERENCIAS.....	35

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Estudios previos relacionados con la estimación del FOB o variables similares en un mercado exportador.	5
Tabla 2 Variables más importantes del conjunto de datos iniciales.	13
Tabla 3 Resultados de los modelos de regresión lineal para la predicción del FOB.	23

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Estadísticas Descriptivas del dataset	14
Figura 2 Correlación de variables.....	15
Figura 3 FOB acumulado para los principales países compradores de flores. 16	
Figura 4 FOB acumulado para los años del periodo de estudio.....	17
Figura 5 FOB acumulado para los diferentes tipos de flores que se exportan. 18	
Figura 6 FOB acumulado para los distintos puntos de origen desde los cuales se exportan flores.....	19
Figura 7 Comparación del FOB real y predicho para el modelo de USA.....	24
Figura 8 Comparación del FOB real y predicho para el modelo de Países Bajos	24

INTRODUCCIÓN

Las exportaciones de rosas han representado tradicionalmente una de las principales fuentes de ingresos dentro del sector agrícola ecuatoriano, destacando por su calidad y belleza en el mercado internacional (Yulan Negrete et al., 2021). Este sector no solo es crucial para la economía del país por su aporte significativo al Producto Interno Bruto (PIB) y a la balanza comercial, sino que también juega un papel fundamental en la generación de empleo y en el desarrollo de las comunidades rurales (Guaita-Pradas et al., 2023). Sin embargo, el período 2019-2023 ha estado marcado por desafíos sin precedentes, incluyendo la pandemia global de COVID-19, cambios en las políticas comerciales internacionales, y fluctuaciones en la demanda global, que han impactado la dinámica de las exportaciones de flores en general (Hidalgo, 2022).

Un estudio destacado analiza el impacto de la pandemia de COVID-19 en el sector exportador no petrolero del Ecuador, incluyendo las exportaciones de rosas. Se menciona que, a pesar de las restricciones globales, las exportaciones no petroleras ecuatorianas alcanzaron cifras históricas en 2020, llegando a aproximadamente 15,000 millones de dólares (Hidalgo, 2022). Específicamente, se observó que las exportaciones de flores naturales, como las rosas, experimentaron una recuperación en 2021 tras un decrecimiento en 2020. Esta información subraya la resiliencia y la importancia del sector de exportación de flores en la economía ecuatoriana durante la pandemia.

El análisis de las exportaciones de rosas se convierte en un área de estudio fundamental para comprender los retos y oportunidades que enfrenta el sector florícola ecuatoriano en el contexto actual. La relevancia de este análisis radica no solo en su importancia económica, sino también en su capacidad para ofrecer insights estratégicos que permitan a los productores y exportadores ecuatorianos navegar mejor en un mercado global cada vez más competitivo (Khalid et al., 2023). Además, el estudio de este sector permite abordar

aspectos relacionados con la sostenibilidad ambiental y social de las prácticas de cultivo y comercialización de rosas, un tema de creciente interés para consumidores y stakeholders a nivel global (Carvalho et al., 2019).

Este proyecto busca analizar las exportaciones de rosas ecuatorianas a los principales mercados importadores durante el período 2019-2023, identificando patrones de comercio, evaluando el impacto de factores externos en el volumen y valor de las exportaciones, y proponiendo estrategias para fortalecer este sector clave de la economía ecuatoriana. A través de este análisis, el estudio contribuirá al entendimiento del estado actual del mercado de rosas, ofreciendo una base para la toma de decisiones informadas por parte de productores, exportadores, y formuladores de políticas.

REVISIÓN DE LITERATURA

El Ecuador se ha caracterizado por ser un país productor de materias primas a lo largo de su historia, empezando por el cacao, pasando por el banano, el camarón, el petróleo, y hoy en día incluyendo las flores. Solo respecto al camarón, en el 2021 Ecuador ha podido superar a grandes países como China o India.

De todos los productos no petroleros, las flores, el atún, la madera, y las frutas son parte de las exportaciones no tradicionales. Justamente este estudio se centra en el análisis de exportación de flores, cuando su actividad agrícola es de las tres más importantes, entre el banano y el cacao. De todas las flores que se pueden exportar, las rosas representan un 74%, de ahí su importancia por sobre otro tipo de flores como claveles o gypsophila.

Centrando el foco de atención sobre las rosas, es fundamental la localización geográfica donde se cultivan y la relevancia de las condiciones climáticas favorables de nuestro país, que dan lugar al cultivo de flores de alta calidad, especialmente en variedades de rosas.

Las fincas ecuatorianas de rosas están situadas principalmente en Pichincha (77%) y Cotopaxi (12%), donde la altitud varía entre los 2800 y 3000 msnm, de ahí por qué las rosas de Ecuador son de las mejores en el mundo en cuanto a calidad (Carvalho et al., 2019).

Entonces, siendo las flores parte crucial del mercado exportador agrícola, es necesario reconocer que es un sector que ha venido creciendo gradualmente desde los años 2000, reportando inicialmente en 2007, 2.9 billones USD Free on Board (FOB) mientras que en 2016 llegó a 7.2 billones USD FOB (Delgado Medina et al., 2020). En las últimas tres décadas la producción de flores ha experimentado un desarrollo significativo, convirtiéndose en una industria global y de rápido y cambiante crecimiento a nivel mundial. Las empresas

florícolas se encuentran siempre buscando incrementar sus beneficios por lo que procuran especializarse en cada fase de la cadena de valor.

Exportar por primera vez a mercados internacionales siempre plantea desafíos considerables para muchas de las empresas de estos países en desarrollo, por lo que se vuelve crucial la construcción de buenas relaciones entre proveedores y compradores para superar los desafíos competitivos dentro de una cadena de valor global, mejorar la oferta en términos de calidad y buscar preferencia en otros países se convierte en su principal objetivo

Dentro del contexto de las exportaciones de Ecuador y para medir el volumen transaccionado de ellas, se puede tomar como métrica el valor FOB, que se enfoca únicamente en el valor del producto sin incluir costos agregados como los relacionados con el transporte, el FOB nos da una visión precisa del valor real de los bienes exportados, Por lo tanto, contar con el valor FOB como referencia adquiere gran importancia para cualquier producto exportado en un volumen determinado. En la literatura académica ofrece numerosas estrategias para estimar el FOB en las exportaciones (ver Tabla 1).

Tabla 1 Estudios previos relacionados con la estimación del FOB o variables similares en un mercado exportador.

Autor	Objetivos de la investigación	Fuente de datos utilizados	Metodología implementada	Resultados	Conclusiones
(Dueñas et al., 2021)	Medir el impacto de la pandemia COVID-19 en las empresas colombianas.	Los datos de exportaciones de la Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales, donde se destaca el promedio de exportación, el país de destino y el valor FOB en USD.	Construir dos modelos para cada mes contrastando el 2019 y 2020, validando si se producirá o no lo mismo, considerando los efectos de la pandemia o no. Se valoran distintos algoritmos como SVM, RF, XGBoost, Logit-LASSO.	Se comprueba que Logit-LASSO es el que tiene mejor rendimiento por sobre todos los otros modelos. Además, existe mayor correspondencia cuando se consideran los efectos por la pandemia al momento de hacer alguna inferencia.	Se pudo introducir con éxito los efectos de la pandemia en un modelo que los interpreta y puede inferir un resultado mucho más cercano a la realidad.
(Menhaj & Kavoosi-Kalashami, 2022)	Desarrollar un modelo híbrido para predecir el precio FOB del arroz tailandés.	Datos como el precio FOB mensual del arroz, factores económicos y agrícolas, en el periodo 1987-2017.	Combinación de técnicas de clustering y una red neuronal MLP.	Sus resultados mejoraron frente a otros modelos de referencia. Obtuvieron un mejor RMSE, MAPE, y precisión.	Unificando métodos de machine learning y análisis de series temporales se alcanza una mejor eficacia en la predicción de bienes agrícolas.
(SRISUKSAI, 2020)	Establecer un modelo para determinar los precios del caucho natural tailandés, basado en la maximización de utilidades y la función de utilidad de los bienes de consumo.	Datos de encuesta a agricultores y datos mensuales de precios del caucho de 1999-2016.	Aplicar pruebas de raíz unitaria, causalidad de Granger, cointegración, y modelos de corrección de error para analizar la relación de los precios mundiales y de granja.	Hay una relación significativa entre estos precios, subrayando la importancia del precio mundial del caucho en la determinación de los precios locales. El modelo VECM es adecuado para eso.	Aunque los resultados son buenos se sugiere que investigaciones futuras podrían beneficiarse de aplicar un enfoque general dinámico estocástico.

Complementario a los trabajos centrados en la predicción del FOB en las exportaciones, existen otros trabajos anteriores que han estado enfocados en las exportaciones del sector florícola como tal (Herrera-Granda et al., 2020). El estudio realizado por (Choez, 2019) examina detalladamente la dinámica y el impacto de las exportaciones del sector florícola ecuatoriano en la balanza comercial no petrolera del país, entre 2015 y 2019. Destaca cómo la negociación entre exportadores e importadores se caracteriza por una relación de dependencia a largo plazo, donde el importador ejerce un mayor poder. A pesar de que algunos exportadores perciben la venta a grandes compradores internacionales como una necesidad ambivalente, dada la preferencia de muchos clientes por proveedores tradicionales y fiables, este canal sigue siendo crucial para acceder a mercados globales.

Por otro lado, (Robalino, 2019) analiza el acuerdo comercial entre Ecuador y la Unión Europea, resalta que la mayoría de las rosas ecuatorianas terminan reexportadas por los Países Bajos, lo que subraya la importancia de la cadena global de valor en la estabilización de precios y la creación de oportunidades para los exportadores ecuatorianos. Aunque existen desafíos significativos para la distribución directa en Europa, la estructura actual ofrece estabilidad y posibilidades de crecimiento.

Así también, (Salau, 2019) aborda cómo la competencia de países como Kenia y la cooperación en desarrollo de productos entre importadores y exportadores influyen en la evolución del mercado de flores ecuatorianas en Rusia, señalando la importancia de la innovación y la adaptación tecnológica para mantener la competitividad.

Y es que las rosas ecuatorianas, reconocidas globalmente por su superior calidad, han sido exportadas por más de dos décadas a compradores en Holanda, un centro neurálgico de distribución y experiencia en la cadena productiva floral con casi un siglo de trayectoria. La interacción directa y el intercambio regular entre gerentes de compras y ventas fortalecen la confianza y las relaciones interpersonales, fundamentales en un mercado maduro donde, aunque no se acostumbran acuerdos de exclusividad, sí se establecen pactos de precios estables a lo largo del año basados en la confianza mutua.

Esta práctica refleja la solidez de la confianza interorganizacional que sustenta los negocios en este sector. La demanda de estandarización, impulsada por la creciente expectativa de los consumidores por la seguridad y calidad de los productos, así como por una conciencia ambiental y social, representa un reto y una oportunidad para los proveedores.

En este contexto, los estándares de calidad y las certificaciones como Flor Ecuador juegan un papel crucial, aunque la decisión final de compra frecuentemente se basa más en la calidad que en la posesión de certificaciones específicas. La logística y la distribución de las rosas, especialmente en formatos como ramos, presentan desafíos adicionales por los costos y la eficiencia del transporte. La posición dominante de ciertos compradores globales y la coordinación cautiva en la cadena de valor resaltan la complejidad de la distribución en el mercado europeo y más allá. Los principales países productores, cada uno con sus ventajas competitivas, destacan en este escenario global, donde la calidad y los costos de producción son determinantes clave.

IDENTIFICACIÓN DEL OBJETO DE ESTUDIO

La industria de las flores en nuestro país ha experimentado un crecimiento significativo en las últimas décadas, reflejado en el aumento de la producción, el número de productores, así como en la generación de empleo e ingresos (EXPOFLORES, 2021). Este crecimiento se ha visto impulsado por indicadores económicos favorables en los mercados de nuestros principales compradores y también porque las flores en la actualidad no son vistas solamente como un elemento de decoración, sino como un símbolo de calidad de vida y acercamiento a la naturaleza. Ecuador se ha destacado como uno de los principales exportadores de flores a nivel internacional desde 1990, situándose entre las exportaciones más relevantes del país no vinculadas al sector petrolero (BCE, 2023).

La identificación del objeto de estudio en el proyecto se centra en analizar las exportaciones de rosas ecuatorianas a los principales mercados durante el período 2019-2023. Este análisis es crucial debido a la significativa contribución de este sector a la economía ecuatoriana y su vulnerabilidad ante desafíos globales, como la pandemia de COVID-19. Al evaluar cómo cambia el mercado exportador de rosas año a año, el estudio busca proporcionar insights para fortalecer el sector, aprovechando oportunidades y mitigando riesgos en un contexto cambiante.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Es crucial destacar que a pesar del éxito del negocio florícola, este sector se ve afectado por los continuos cambios en las condiciones de la política internacional, especialmente a Rusia que se encuentra dentro de los 5 países con más número de exportaciones desde Ecuador y que en la actualidad enfrenta desafíos económicos y sanciones internacionales por el conflicto armado con Ucrania.

Para esta etapa es importante comprender cómo las exportaciones de rosas ecuatorianas han enfrentado retos y oportunidades en el período 2019-2023, un periodo especial y marcado por la pandemia de COVID-19, y otros desafíos globales. Este período crítico ha influenciado significativamente la economía ecuatoriana, particularmente el sector de exportación de rosas, que es vital por su contribución al empleo y al PIB. La necesidad de analizar estas exportaciones radica en identificar factores que han afectado su desempeño y proponer estrategias para fortalecer este sector frente a futuros desafíos.

OBJETIVO GENERAL

Analizar las exportaciones de rosas ecuatorianas a los principales mercados exportadores durante el período 2019-2023, identificando los factores que han influenciado su desempeño y evolución y proponiendo estrategias para fortalecer el sector florícola del país.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Examinar las tendencias en el volumen y valor de las exportaciones de rosas ecuatorianas entre 2019 y 2023.
2. Identificar los principales mercados de destino para las rosas ecuatorianas y evaluar cómo ha variado económicamente durante el período de estudio.
3. Identificar los principales puntos de origen ecuatorianos para la exportación de rosas en el periodo de estudio señalado.
4. Analizar el impacto de la pandemia de COVID-19 y cuantificar en términos económicos dicho periodo de cambios significativos.
5. Proponer estrategias basadas en el análisis de datos para mejorar la competitividad en la exportación de rosas, con la predicción del FOB en función de las unidades físicas que se pueden exportar.

JUSTIFICACIÓN Y APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA

Ecuador se encuentra estratégicamente ubicado en la línea ecuatorial con tierras fértiles y un clima que le otorga ventajas naturales para la producción agrícola, volviéndose ventajoso para el cultivo de variedades de flores destinadas a la exportación. Las rosas representan aproximadamente tres cuartas partes de la producción floral del país. El surgimiento de la industria de rosas cortadas se ve marcada en la historia desde la creación de la Asociación de Productores y Exportadores de Flores (EXPOFLORES) que tuvo lugar en el año 1984, con la firme misión de respaldar y representar a la floricultura.

En el año 1991 gracias al respaldo financiero del gobierno a través de la Corporación Financiera Nacional a EXPOFLORES y con la ayuda de la Ley de Preferencia Comercial Andina firmada con Estados Unidos para beneficios arancelarios de productos ecuatorianos que incluyeron las flores, el sector florícola incrementó sus exportaciones al mercado estadounidense con un crecimiento exponencial.

La rosa ecuatoriana en la actualidad ocupa un lugar visible en el escenario mundial por su demanda y consecuencia de esto existen más de 500 empresas dedicadas a la producción y exportación de rosas en el país según Expoflores (2022). Ecuador sigue consolidándose como la segunda nación más destacada en el ámbito de la exportación a nivel global según información proporcionada por la Asociación Nacional de Productores y Exportadores de Flores que indica que tres provincias ecuatorianas desempeñan un papel crucial en este próspero mercado.

Lo antes mencionado crea oportunidades para el crecimiento económico al permitir vincular empresas ecuatorianas a países en desarrollo con cadenas globales de valor. Sin embargo, esta integración está a menudo dominada por las empresas de países desarrollados que lideran el mercado, lo que plantea desafíos en cuanto a la equidad de ganancias y el poder de los compradores globales Fondo Monetario Internacional. (2002, 21 de marzo). En este contexto, el problema central radica en entender cómo factores geopolíticos, acuerdos comerciales y otros factores afectan las exportaciones de flores ecuatorianas.

La fuente única y principal de datos para el desarrollo de este proyecto es la Aduana del Ecuador, de la cual se pudo obtener la información de la exportación de flores -en principio- ecuatorianas para el periodo 2019-2023. En esta base de datos, se recogen

muchas variables importantes que luego son utilizadas para filtrar la información y reducir el espacio de datos hasta obtener el conjunto de datos final sobre el que se pueden aplicar las técnicas relacionadas con Big Data. La Tabla 2 resume las variables más importantes del conjunto de datos, incluyendo una descripción de lo que significan y el tipo de dato que corresponde, sea alfanumérico o numérico, por ejemplo.

Tabla 2 Variables más importantes del conjunto de datos iniciales.

Nombre de la variable	Tipología	Descripción
DISTRITO	Alfanumérico	Lugar en donde se procesa la mercadería.
AÑO	Numérico	Año correspondiente a la transacción.
SUBPARTIDA	Alfanumérico	Código que identifica al producto exportado.
PAIS_DESTINO	Alfanumérico	País al cual se envía la exportación.
GDS_DESC_CN	Alfanumérico	Tipo de flor que se exporta.
TIPO_UNIDAD_COMERCIAL	Alfanumérico	Unidad en la cual se procesa la mercadería.
CANTIDAD_UNIDAD_FISICA	Numérico	Cantidad de unidades físicas exportadas.
PESO_NETO	Numérico	Peso de todas las unidades físicas exportadas.
FOB	Numérico	Precio free-on-board de la exportación.

	CANTIDAD_UNIDAD_FISICA	CANTIDAD_UNIDAD_COMERCIAL	PESO_NETO	FOB
count	6.949740e+05	6.949740e+05	6.949740e+05	6.949740e+05
mean	2.641802e+04	2.352931e+04	1.634247e+03	1.702347e+04
std	4.901782e+05	4.861747e+05	1.314900e+04	1.893545e+05
min	0.000000e+00	0.000000e+00	1.000000e-02	1.000000e-03
25%	3.000000e+02	2.800000e+02	4.000000e+01	1.680000e+02
50%	1.520000e+03	1.250000e+03	1.480000e+02	7.210000e+02
75%	8.400000e+03	6.920000e+03	5.930000e+02	3.628800e+03
max	3.736085e+08	3.736085e+08	1.500000e+06	9.999999e+06

Figura 1 Estadísticas Descriptivas del dataset

La muestra estadísticas descriptivas donde podemos notar que para cada variable no existen datos faltantes en el conjunto de datos puesto que sus valores son los mismos.

La media de los valores para cantidad_unidad_fisica (2.64182e+04), y para cantidad_unidad_comercial (2.35293e+04) sugiere que en promedio hay una cantidad cercana en ambas medidas de unidades por lo que se sugiere que existe una estrecha relación que podría indicar que una puede ser una consecuencia o derivación de la otra.

La mediana divide el conjunto de datos en 2 partes iguales. Por ejemplo, la mediana del valor FOB es aproximadamente 27,100 (2.71000e+02), lo que indica que la mitad de los valores FOB son inferiores a este monto y la otra mitad es superior.

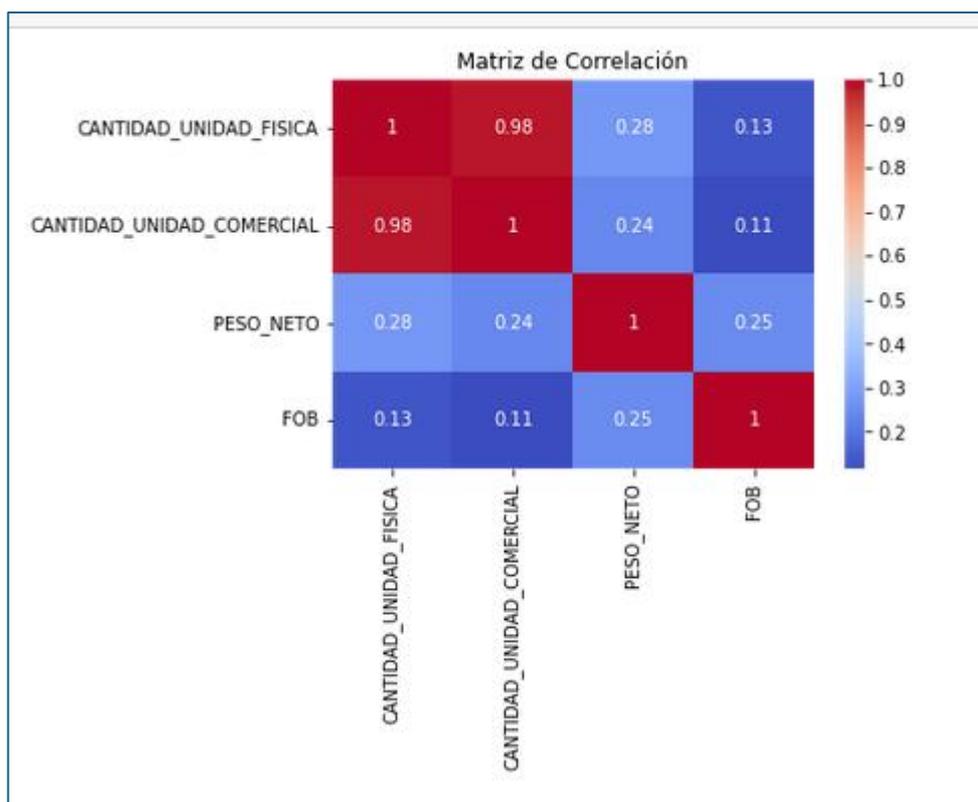


Figura 2 Correlación de variables.

Para comprender los valores mostrados en la Figura 2 Correlaciones entre variables del dataset debemos conocer que el valor del coeficiente de correlación varía entre -1 y +1; el valor +1 indica una correlación positiva perfecta, es decir que cuando una variable aumenta, la otra también aumenta, mientras que un valor de -1 indica que nos encontramos con una correlación negativa perfecta porque cuando una variable aumenta, la otra disminuye. También que un valor de 0 implica que no hay correlación entre las variables. Cada celda muestra el coeficiente de correlación entre dos variables y los colores representan la fuerza de la correlación.

Para nuestro estudio nos centramos en la variable FOB que tiene correlaciones muy bajas (0.13 y 0.11) respecto a cantidad_unidad_fisica y cantidad_unidad_comercial y una correlación baja (0.25) para el peso_netto, lo que a simple vista nos sugiere que el FOB no estaría fuertemente influenciado por las dos variables.

La matriz de correlación por sí sola no nos garantiza la existencia de una correlación fuerte porque partimos asumiendo que hay linealidad entre todas las variables. Sin embargo este resultado nos sirve de punto de partida para reducir nuestro espacio de datos aplicando filtros como el puerto desde donde salen la mayor cantidad de exportaciones, el tipo de variedad más exportada como rosas. Esto nos ayuda a buscar

indicios de linealidad y mejorar la correlación entre las variables en nuestro conjunto de datos.

Sin embargo, luego de tener un entendimiento general del conjunto de datos inicial, se realizan ciertos análisis concisos para reducir el espacio de datos e ir enfocando el objetivo de estudio. La Figura 1 FOB acumulado para los principales países compradores de flores, muestra la distribución de las exportaciones en términos del FOB a los destinos más importantes: USA, Países Bajos, Kazajistán, Rusia, y España. En principio el análisis se centrará en el principal comprador, es decir, USA.

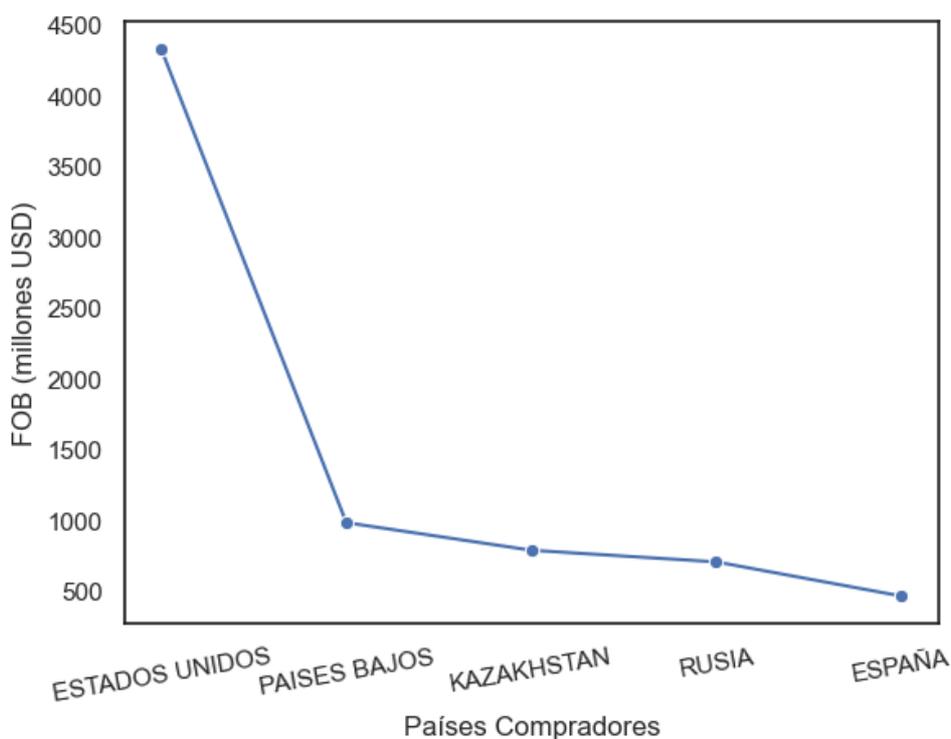


Figura 3 FOB acumulado para los principales países compradores de flores.

Con esto en mente, analizando las exportaciones de flores año a año, la Figura 4 FOB acumulado para los años del periodo de estudio, resalta el decaimiento en términos del FOB en el año 2020, luego de un 2019 con un balance ligeramente superior. Sin embargo, es super importante observar como en los años posteriores existe un incremento muy significativo en las exportaciones, pasando de los 500 millones USD a los 950 en 2021, 1050 en 2022, y 1200 millones USD en 2023.

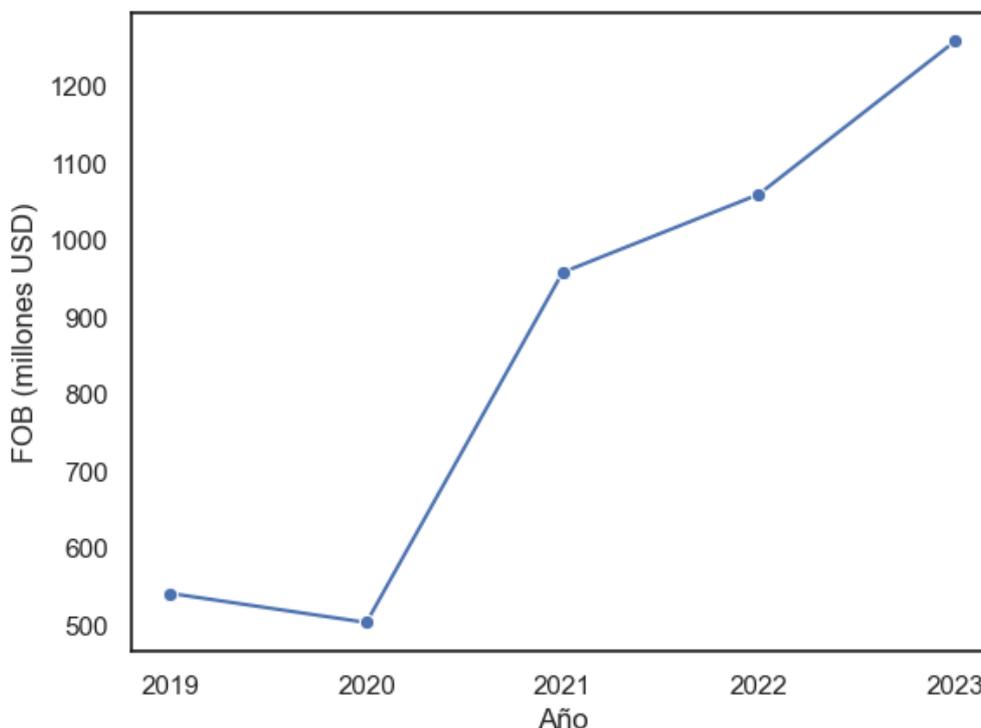


Figura 4 FOB acumulado para los años del periodo de estudio.

Una variable importante en el conjunto de datos es el tipo de unidad física, pudiendo reconocer fácilmente que las más frecuentes son en “unidades” o “cajas”, es decir, se puede considerar cada flor por separado o en paquetes. A fin de no mezclar diferentes tipologías que luego pueden afectar en la interpretación de cantidades -no es lo mismo 10 unidades de flores que 10 cajas de flores-, se ha decidido optar por la unidad física comercial más frecuente, esto es, por unidades.

Reducido hasta ahora el espacio de datos y considerando la variedad de flores que el país tiene para exportar, la 5 muestra en términos de FOB los tipos de flores más importantes, muestra en términos de FOB los tipos de flores más importantes, de lo que se puede deducir que las rosas sin duda ocupan el primer lugar y, de hecho, en valor monetario alcanzan los 2500 millones USD frente al promedio de los otros tipos de flores, alrededor de los 250 millones USD.

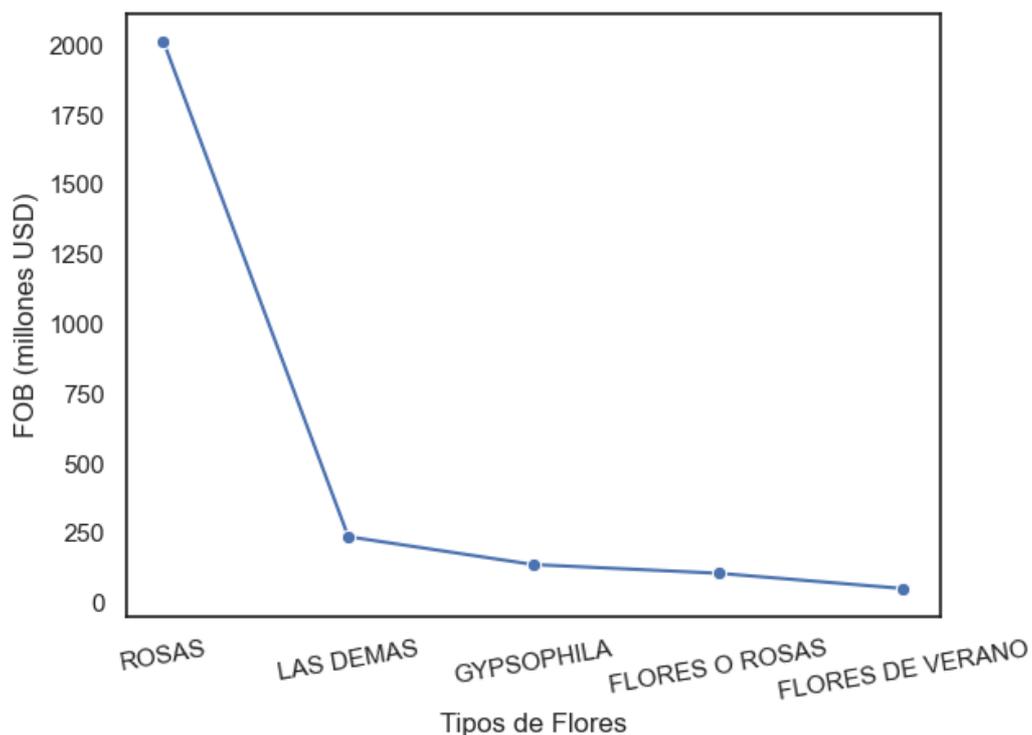


Figura 5 FOB acumulado para los diferentes tipos de flores que se exportan.

Con esto en mente, el espacio de datos a nivel geográfico aún está disperso, entonces esta variabilidad al construir un modelo podría ser complicada de tratar y no permitir que dicho modelo alcance un excelente rendimiento. Debido a esto la Figura 6 ilustra los puntos de orígenes en Ecuador desde donde se exportan las rosas, ilustra los puntos de orígenes en Ecuador desde donde se exportan las rosas. ilustra los puntos de orígenes en Ecuador desde donde se exportan las rosas, pudiendo observar que Quito es el principal punto de origen, lo cual confirma lo expresado en párrafos anteriores, donde se reconoció que desde la sierra ecuatoriana se exportan y cultivan las rosas principalmente.

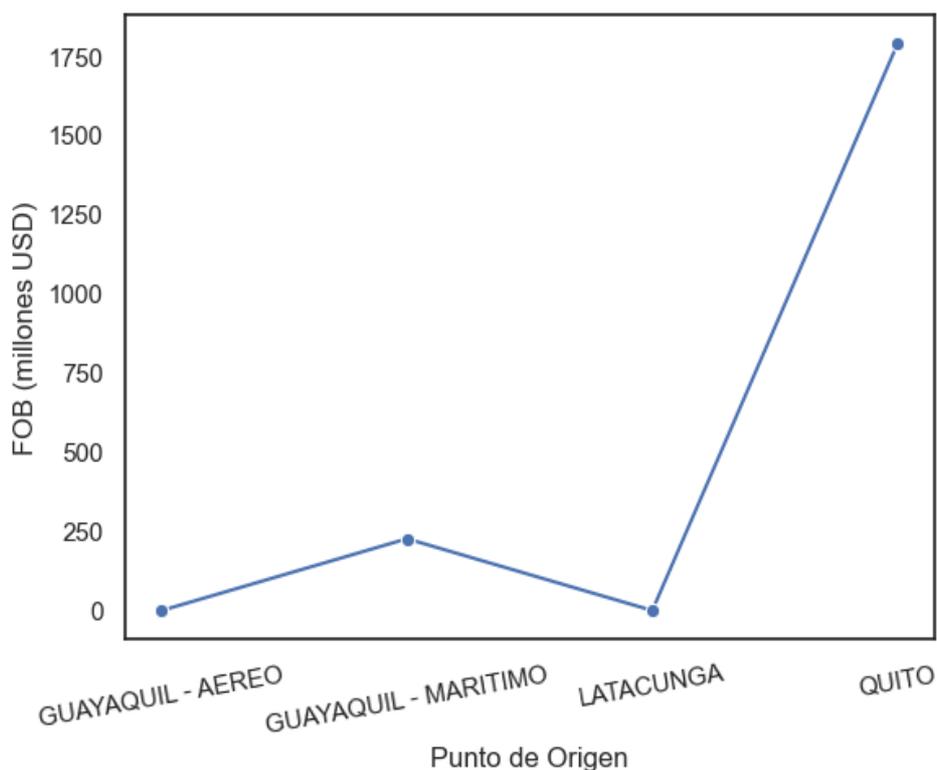


Figura 6 FOB acumulado para los distintos puntos de origen desde los cuales se exportan flores.

Entonces, en resumen, el espacio de datos queda mucho más focalizado, para poder analizar las exportaciones de rosas desde el punto de origen más importante (Quito) y al principal comprador (USA), en términos de unidades (rosas individuales), para el período 2019-2023.

En este sentido, y cumpliendo con uno de los objetivos del proyecto, se pretende entonces estimar el valor FOB de las exportaciones en términos de las unidades físicas a exportar, de modo que se crea una vía para cuantificar monetariamente una exportación con base a la cantidad vendida.

Pudiendo hacer la presunción de que el modelo a desarrollar se pueda aplicar en otros escenarios, se hará la comparativa con un segundo modelo que corresponda al segundo comprador más importante como es Países Bajos.

El modelo estadístico a emplear para cumplimentar dicho objetivo es la regresión lineal, un reto que se plantea con la premisa de que se puede alcanzar un buen rendimiento y precisión sin necesidad de acudir obligatoriamente a algoritmos más sofisticados. La regresión lineal es uno de los métodos estadísticos más fundamentales y ampliamente utilizados para modelar la relación entre una variable dependiente y una o más variables

independientes. La premisa básica de la regresión lineal es predecir el valor de una variable basándose en el valor de otra(s) variable(s). En su forma más simple, la regresión lineal se expresa como:

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \epsilon$$

donde:

- y es la variable dependiente que se quiere predecir,
- x_1 es la variable independiente,
- β_0 es el intercepto con el eje Y,
- β_1 es la pendiente de la línea de regresión, que indica como cambia y con una unidad de cambio de x_1 ,
- ϵ es el termino de error que representa la diferencia entre los valores observados y los estimados por el modelo.

En el caso de múltiples variables independientes, el modelo se convierte en una regresión lineal múltiple, que se puede representar como:

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \dots + \beta_n x_n + \epsilon$$

La regresión lineal puede ser ajustada usando varios métodos, siendo el método de los mínimos cuadrados el más común. Este método busca minimizar la suma de los cuadrados de las diferencias entre los valores observados y los valores predichos por el modelo.

Sin embargo, la regresión lineal puede sufrir de varios problemas, como la multicolinealidad, donde las variables independientes están altamente correlacionadas entre sí. Esto puede hacer que las estimaciones de los coeficientes sean inestables e interpretar el modelo se vuelve difícil.

Para abordar algunos de los problemas que pueden surgir con la regresión lineal, como la multicolinealidad, se utilizan técnicas de regularización. La regularización Ridge, también conocida como regresión de crestas o Tikhonov regularization, es una técnica que introduce un término de penalización al cuadrado de la magnitud de los coeficientes en la función de costo del modelo de regresión lineal.

Esta técnica modifica la función de coste de la regresión lineal al añadirle un término de penalización proporcional al cuadrado de la magnitud de los coeficientes. Esto ayuda a prevenir el sobreajuste y a manejar la colinealidad posible entre variables predictoras. La ecuación de la regresión Ridge es:

$$\hat{\beta}^{Ridge} = \underset{\beta}{\operatorname{argmin}} \left\{ \sum_{i=1}^n \left(y_i - \beta_0 - \sum_{j=1}^p \beta_j x_{ij} \right)^2 + \lambda \sum_{j=1}^p \beta_j^2 \right\},$$

Donde λ es el parámetro de penalización que controla la cantidad de contracción de los coeficientes hacia cero. Los parámetros β_j son los coeficientes estimados para las variables predictoras.

Para evaluar la efectividad de estos modelos, se utilizan diversas métricas, entre las que destacan el coeficiente de determinación (R^2), el error cuadrático medio (ECM) y el error absoluto medio (EAM). Estas métricas proporcionan diferentes perspectivas sobre el rendimiento del modelo, desde su capacidad explicativa hasta la magnitud de los errores en las predicciones.

- **Coeficiente de Determinación**

El coeficiente de determinación mide la proporción de la variabilidad en la variable dependiente que es predecible a partir de las variables independientes. Este varía entre 0 y 1, donde un valor cercano a 1 indica que el modelo explica una gran proporción de la variabilidad en la variable de respuesta, y un valor cercano a 0 indica lo contrario. Dicho coeficiente se calcula como:

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}$$

donde y_i son los valores observados, \hat{y}_i son los valores predichos por el modelo, \bar{y} es el promedio de los valores observados.

Aunque el coeficiente de determinación es útil para evaluar la capacidad explicativa del modelo, tiene limitaciones, especialmente en la regresión lineal múltiple, donde añadir más variables al modelo puede inflar artificialmente el valor del coeficiente, incluso si las variables añadidas no tienen una relación significativa con la variable de respuesta.

- **Error Cuadrático Medio (ECM)**

El error cuadrático medio (ECM) es una métrica que mide la calidad de un estimador cuantificando el promedio de los cuadrados de los errores, es decir, las diferencias cuadradas entre los valores observados y los predichos. Se calcula como:

$$ECM = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2$$

El ECM penaliza más los errores grandes, lo que puede ser útil cuando es crítico evitar predicciones muy alejadas de los valores reales. Sin embargo, el ECM tiene la desventaja de no estar en la misma escala que los datos, lo que puede dificultar su interpretación.

- **Error Absoluto Medio (EAM)**

El error absoluto medio (EAM) proporciona otra medida de la diferencia media entre los valores predichos por el modelo y los valores observados, calculando el promedio de los valores absolutos de los errores:

$$ECM = \sum_{i=1}^n |y_i - \hat{y}_i|$$

A diferencia del ECM, el EAM da a todos los errores el mismo peso, lo que puede hacerlo más robusto frente a valores atípicos. El EAM tiene la ventaja de estar en la misma escala que los datos, lo que facilita su interpretación.

- **Importancia en los Modelos de Regresión Lineal**

Estas métricas son cruciales para evaluar, comparar y mejorar los modelos de regresión lineal. Mientras que R^2 ofrece una medida de cuán bien el modelo puede explicar la variabilidad de los datos, el ECM y el EAM proporcionan cuantificaciones directas del error de predicción, permitiendo evaluar la precisión de las predicciones del modelo. La elección de qué métrica utilizar dependerá de los objetivos específicos del análisis y de las características particulares de los datos. Por ejemplo, si se prioriza la interpretabilidad y la resistencia a los valores atípicos, el EAM podría ser preferible. Por otro lado, si es crítico penalizar fuertemente los errores grandes, el ECM sería más adecuado. La combinación de estas métricas proporciona una visión holística del rendimiento del modelo, permitiendo a los investigadores y analistas tomar decisiones informadas sobre su aplicación y mejora.

RESULTADOS

Luego de establecer el tipo de modelo a emplear para la estimación del FOB en función de la cantidad de unidades físicas comerciales, se lo aplica y se obtienen los resultados. Antes de entrar en el detalle de las métricas de evaluación se presentan a continuación los modelos de regresión lineal (FOB en función de las unidades físicas comerciales o UFC) obtenidos para ambos casos de estudio.

- Modelo USA: $FOB = 0.3144 * UFC + 18904.8462$
- Modelo Países Bajos: $FOB = 0.2499 * UFC + 17860.8355$

La Tabla 3 muestra los resultados para los dos modelos de regresión Ridge, midiendo el rendimiento de estos a través del coeficiente de determinación, el error cuadrático medio y el error medio absoluto. Allí se contrastan los dos principales compradores de flores.

Tabla 3 Resultados de los modelos de regresión lineal para la predicción del FOB.

Modelo	Coefficiente de determinación (R)	Error cuadrático medio	Error medio absoluto
USA	0.71	189409	44498
Países Bajos	0.29	54810	20861

Para ejemplificar mejor los resultados de la anterior tabla la Figura 7 Comparación del FOB real y predicho para el modelo de USA. muestra la distribución de los valores FOB reales y predichos para el primer modelo (USA), mientras que la Figura 8 Comparación del FOB real y predicho para el modelo de Países Bajos. muestra lo mismo pero aplicado al segundo modelo (Países Bajos). De esa forma se puede entender más claramente las métricas relacionadas al coeficiente de determinación y el error cuadrático medio..

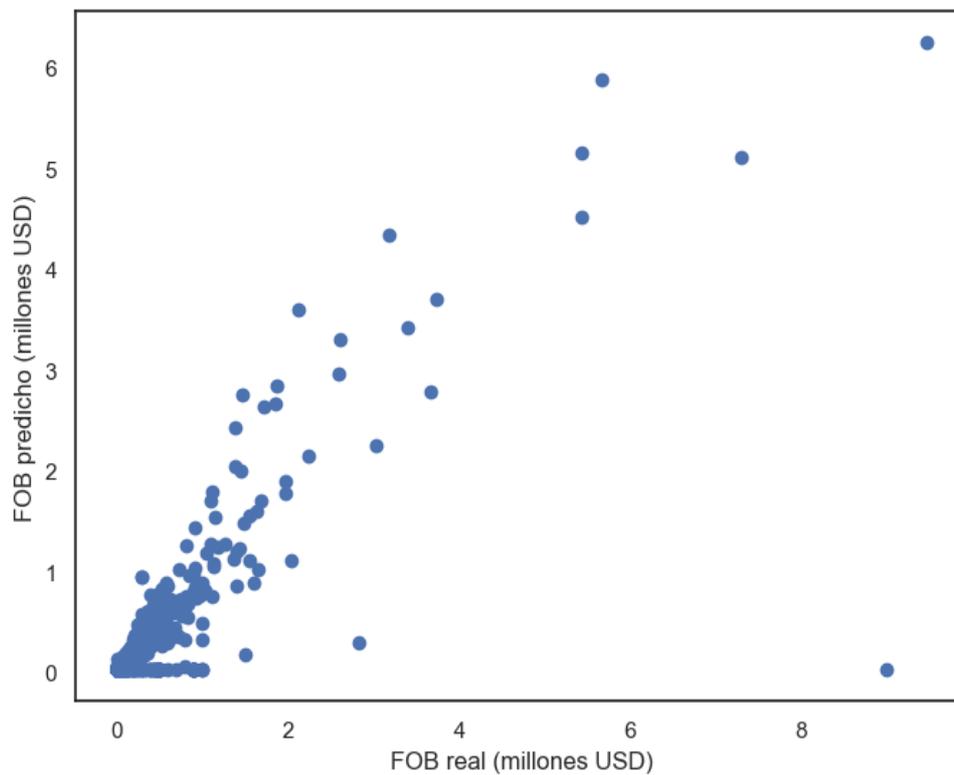


Figura 7 Comparación del FOB real y predicho para el modelo de USA.

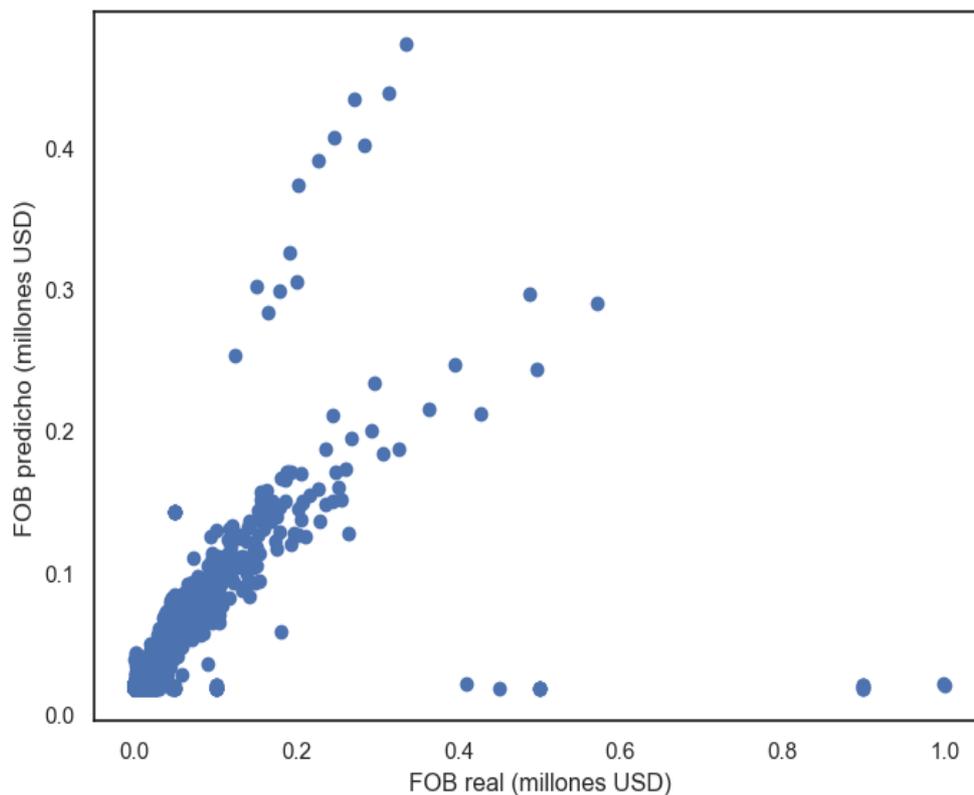


Figura 8 Comparación del FOB real y predicho para el modelo de Países Bajos

DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS Y PROPUESTA DE SOLUCIÓN

Con los resultados obtenidos, se pudo iniciar una discusión sobre lo obtenido. En primer lugar y considerando el modelo aplicado al principal comprador, Estados Unidos (USA), observamos que el coeficiente de determinación se sitúa alrededor de 0.71, lo que destaca un buen rendimiento del mismo. Además, al considerar el error cuadrático medio asociado a este modelo, especialmente al expresarlo en millones de USD considerando la unidad de FOB, observamos que no es tan significativo ya que está por debajo de la quinta parte de un millón. Una cantidad así podría parecer muy grande o significativa, pero aterrizando el valor sobre la escala original se comprende el orden de magnitud del error.

Es relevante mencionar cómo los conocimientos adquiridos en la maestría de ciencia de datos e inteligencia de negocios han influido en la elección del modelo utilizado en este estudio. En particular, la malla curricular nos proporciona herramientas clave en el ámbito de la Analítica Predictiva donde aprendimos a utilizar los datos para asegurar que los modelos predictivos cumplan con los objetivos empresariales establecidos y a prever escenarios futuros, explicándose así cómo la aplicación de técnicas y conceptos aprendidos en la maestría ha contribuido al desarrollo y la selección del modelo predictivo utilizado en este estudio de comercio internacional de flores. La combinación del fuerte rendimiento del modelo y el respaldo de los conocimientos alcanzados fortalece nuestra confianza en las conclusiones obtenidas a partir de este análisis predictivo.

Continuando con el modelo dos, de Países Bajos, se detecta que el rendimiento es bajo, alrededor de 0.29, lo que atribuye a que no existe una buena correspondencia entre el valor FOB y la cantidad de unidades físicas comerciales. Para este punto, podría ser interesante probar otras alternativas de solución que puedan estudiar relaciones no lineales entre los predictores y la salida, algo que en el presente estudio no se ha considerado explorar a fondo.

Una posible solución para optimizar el rendimiento del modelo podría ser el uso de técnicas avanzadas de ciencia de datos, específicamente en el área de modelado no lineal. Esto implicaría el uso de algoritmos más complejos que logren capturar relaciones no lineales entre las variables predictoras y la variable objetivo. Por ejemplo, se podrían examinar modelos de regresión polinomial o técnicas de aprendizaje automático como

redes neuronales, que tienen la capacidad de aprender y crear relaciones no lineales de manera más efectiva.

Si ambos modelos obtuvieran un muy buen rendimiento, se presenta la posibilidad de intentar construir un modelo generalizado que agrupe varios países, sin embargo, con la realidad de los resultados de este estudio que indican que cada país presenta una complejidad entre las variables muy distinta y única, lo que hace que no sea tan simple construir un modelo generalizado. Esto resalta la importancia de adaptarse a las características específicas de cada mercado y utilizar enfoques más personalizados mediante la asociación de técnicas avanzadas de ciencia de datos que puede ayudar a mejorar la precisión y la relevancia de los modelos predictivos en el comercio internacional de flores.

A través de un modelo que pueda estimar el valor FOB en función de las unidades físicas que se pueden comercializar de rosas, se pueden fortalecer las relaciones con los compradores clave, diversificar los mercados de exportación y mejorar la calidad del producto mediante innovación y sostenibilidad (Vogt, 2019). Esto implica la implementación de prácticas agrícolas avanzadas, la adopción de tecnologías de cadena de frío para garantizar la calidad de las rosas durante el transporte, y la búsqueda de certificaciones que resalten el compromiso con la sostenibilidad ambiental y social (Idrovo-Novillo et al., 2019). Para la toma de decisiones gerenciales, es crucial el análisis continuo de datos de mercado para identificar tendencias emergentes, razonar mejor las necesidades cambiantes de los consumidores y acordar las estrategias de producción y marketing consecuentes. Esto resalta la importancia de enlazar la ciencia de datos en los procesos de toma de decisiones empresariales para conservar la competitividad en un mercado global en constante evolución.

Dentro de las estrategias gerenciales para alcanzar objetivos como esos, se debe abordar la necesidad de adaptarse a las dinámicas cambiantes del mercado global, manteniendo al mismo tiempo la sostenibilidad y la responsabilidad social corporativa.

- **Innovación y Mejora Continua:** Invertir en investigación y desarrollo para introducir variedades de rosas que respondan a las tendencias de mercado y preferencias de los consumidores. Esto incluye también mejorar las técnicas de cultivo y pos-cosecha para garantizar la calidad del producto.

- **Sostenibilidad y Certificaciones:** Adoptar prácticas agrícolas sostenibles que no solo protejan el medio ambiente, sino que también aseguren el bienestar de los trabajadores. Obtener certificaciones reconocidas puede ser un diferencial competitivo importante.
- **Diversificación de Mercados:** Explorar nuevos mercados potenciales más allá de los compradores tradicionales. Esto puede incluir la expansión a mercados emergentes donde la demanda de productos de lujo está creciendo.
- **Relaciones Estratégicas con Compradores:** Desarrollar relaciones más profundas y estratégicas con los principales compradores, entendiendo sus necesidades y trabajando juntos para cumplirlas. Esto puede incluir acuerdos de colaboración para promociones conjuntas o desarrollo de productos exclusivos.
- **Uso de Tecnología y Datos:** Implementar tecnología avanzada para mejorar la logística y la cadena de suministro, así como para recopilar y analizar datos que informen la toma de decisiones estratégicas.
- **Flexibilidad y Adaptabilidad:** Conservar a la organización ágil para poder adaptarse rápidamente a los cambios en el mercado o en las condiciones de producción.
- **Automatización de Procesos:** La implementación de tecnología puede permitir la automatización de procesos en la cadena de suministro, desde la producción hasta la entrega al cliente final. Esto puede reducir los tiempos de espera, minimizar los errores humanos y aumentar la eficiencia operativa en general.
- **Seguimiento y Trazabilidad:** Mediante el uso de sistemas de rastreo y trazabilidad basados en tecnología, se puede seguir el movimiento de las flores desde su origen hasta su destino final. Esto no solo ayuda a garantizar la calidad y frescura de las flores, sino que también proporciona nitidez a lo largo de toda la cadena de suministro.
- **Optimización de Rutas de Envío:** haciendo uso de algoritmos de optimización y sistemas de gestión de transporte basados en datos, se pueden identificar las rutas de envío más eficientes y rentables. Esto podría ayudar a reducir los costos de transporte y minimizar los tiempos de entrega, mejorando así la satisfacción del cliente.
- **Personalización y Segmentación:** La recopilación de datos sobre las preferencias y comportamientos de los clientes permite la individualización y división de las estrategias de marketing y ventas. Esto puede mejorar la relevancia de las ofertas de productos y aumentar la lealtad del cliente.

Estas estrategias necesitan de un enfoque holístico que involucre a todos los niveles de la organización y que esté alineado con los objetivos a largo plazo.

IMPLICACIONES PARA LA ORGANIZACIÓN

En base a los resultados obtenidos, es indispensable analizar las implicaciones que tiene que cada uno de los actores que participan del proceso de exportaciones de flores a los principales destinos internacionales: el exportador y el Estado ecuatoriano.

En primer lugar, al analizar desde el punto de vista del exportador, podemos confirmar que este estudio le permitirá orientar sus estrategias de negociación incorporando dos variables importantes:

- Destino: Como podemos observar en nuestro estudio, no solo podemos determinar cuáles son los principales destinos a donde nuestras flores son exportadas sino que, podemos determinar cuáles serían esos potenciales lugares en donde el exportador puede iniciar estrategias de negociación.
- Producto: Al incorporar los distintos tipos de flores que el Ecuador exporta, podemos proyectar aquellas especies que pueden llegar a explotarse de mejor manera a través de procesos de innovación y diferenciación del producto.

Por otra parte, la información presentada en este estudio puede ayudar a identificar otros aspectos claves dentro del proceso de exportación, que no necesariamente se presentan en los resultados, pero que puede tomarse a consideración para crear estrategias de negocio que permitan maximizar los ingresos de este sector; entre estos aspectos tenemos: optimización de la cadena de suministros, desarrollo de relaciones comerciales y diversificación del producto a exportar.

En segundo lugar, tenemos el análisis desde el punto de vista del Estado ecuatoriano, un actor fundamental en nuestro estudio ya que dicta las políticas comerciales y las relaciones políticas con los distintos países que recibirán nuestros productos.

En base a los datos obtenidos en el estudio, el Estado ecuatoriano podrá definir estrategias a través de las siguientes variables:

- Políticas: Basado en la información obtenida en el estudio, el Estado ecuatoriano puede imputar políticas públicas que permitan regular y facilitar el comercio exterior

de este producto. Estas políticas ayudarán a garantizar que el producto exportado cumpla con normativas de calidad internacionales y de seguridad.

- Nuevos mercados: Es esencial que el Estado ecuatoriano, en base a la información proporcionada por este estudio, analice los países que pueden convertirse en nuevos aliados comerciales, esto permitirá ampliar las oportunidades del sector, garantizando retiros económicos para el país.
- Sostenibilidad: En este apartado, el gobierno ecuatoriano, tiene dos grandes aspectos que impulsar. En primer lugar, garantizar la sostenibilidad de los exportadores, incorporando programas de financiamiento, principalmente a los pequeños y medianos exportadores, de esta manera se garantiza que el sector crezca, trayendo réditos económicos para el país. En segundo lugar, debe destinar los recursos necesarios a las organizaciones de control tales como SENA, Agrocalidad, MAG, MPCEIP, entre otras. De esta manera, se garantiza que el trabajo que cada una de estas agencias realiza, en el ámbito del comercio exterior, se convierta en una política de estado y no de gobierno, lo cual lo hace perdurable en el tiempo.

El modelo predice con precisión el FOB en mercados donde el volumen de exportación es más bajo por lo que las empresas pueden utilizar estos modelos para establecer precios competitivos.

Las predicciones menos precisas de FOB de este modelo se dan en mercados donde el volumen de exportación es más alto y puede servir para que las empresas sean prudentes al hacer proyecciones financieras y al gestionar el riesgo en contratos de gran valor.

Dentro de las políticas gubernamentales un modelo que predice el FOB puede influir sobre dónde transformar la infraestructura que apoya a la exportación, priorizando áreas con un alto volumen de comercio donde el modelo es más confiable.

También pueden utilizar estos modelos para identificar posibles mercados de exportación que son actualmente subestimados o sobrevalorados, lo que puede guiar las negociaciones de tratados comerciales o la focalización de esfuerzos de promoción comercial.

Las empresas y los gobiernos pueden utilizar la información derivada de estos modelos para informar una variedad de estrategias y políticas, siempre teniendo en cuenta las limitaciones y el contexto de la precisión del modelo.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los resultados obtenidos de la aplicación de los modelos de regresión Ridge para la predicción del valor FOB en función de la cantidad de unidades físicas comerciales presentan un panorama interesante y significativo sobre el comportamiento del comercio de flores entre dos de los vitales compradores a nivel mundial que son: Estados Unidos y Países Bajos. Estos hallazgos, trascienden más allá de las cifras específicas y los análisis ligeros, sino que más bien nos llevan a formular una profunda reflexión acerca de la eficacia y la conformidad de los modelos predictivos en el enredado y dinámico contexto del comercio internacional, así como las diversas implicaciones gerenciales y estratégicas que de ello se desprenden.

La disparidad observada en el rendimiento de los modelos para los mercados de Estados Unidos y Países Bajos es fuertemente destacable y alcanza un análisis minucioso. Con un coeficiente de determinación de 0.71 para el modelo aplicado a Estados Unidos, se pone en evidencia una correlación importante y estadísticamente significativa entre la cantidad de unidades físicas comerciales y el valor FOB, lo que sugiere que el modelo es capaz de explicar, en gran medida, la variabilidad del valor FOB en función de la cantidad de unidades físicas vendidas en este mercado. Por el contrario, el modelo para Países Bajos, se muestra con un coeficiente de determinación de 0.29, que señala claramente una capacidad predictiva considerablemente más limitada. Por lo que este resultado podría indicar que la relación entre las unidades físicas comerciales y el valor FOB en este contexto son menos directos o que existen otros factores no considerados en el modelo que ejercen una influencia significativa en el valor final de las transacciones comerciales con nuestro país. Esta diferencia entre los coeficientes de determinación de ambos modelos subraya la complejidad innata al estudio del comportamiento del comercio internacional de flores, donde se debe destacar que estos resultados facilitan una base consistente para la toma de decisiones informadas y estratégicas en el ámbito empresarial y comercial respecto a las exportaciones.

La variabilidad en el error cuadrático medio aplicado a los dos modelos en también es digna de mención. Aunque ambos errores se expresan en el contexto de millones de dólares estadounidenses, el error más elevado observado sobre el modelo para Estados Unidos contrasta con el objetivo principal de lograr predicciones precisas del valor FOB. No obstante, dada la magnitud del volumen total del comercio de flores con Estados

Unidos, este error puede considerarse relativamente pequeño y aceptable para ciertas aplicaciones analíticas.

Estos resultados subrayan la importancia de la selección y evaluación crítica de modelos predictivos en aplicaciones económicas y comerciales. El buen rendimiento del modelo para Estados Unidos sugiere que, para este mercado específico, las variables seleccionadas y la estructura del modelo son adecuadas para capturar la relación entre las unidades físicas comerciales y el valor FOB. Sin embargo, el bajo rendimiento del modelo para Países Bajos indica la necesidad de revisar el modelo, considerar la inclusión de variables adicionales que puedan influir en el valor FOB, o explorar relaciones no lineales que podrían estar presentes.

La variabilidad en el rendimiento de los modelos entre diferentes mercados también destaca la complejidad inherente al comercio internacional, donde factores como la demanda del mercado, las preferencias de los consumidores, las políticas comerciales, y las condiciones económicas pueden variar significativamente entre países. Esto sugiere que un enfoque generalizado para predecir el valor FOB puede no ser viable y que se requieren modelos específicos por mercado para lograr predicciones precisas.

Los resultados obtenidos en este estudio resaltan la importancia crítica de llevar a cabo una selección y evaluación exhaustiva de modelos predictivos en el ámbito económico y comercial. El sólido desempeño del modelo aplicado a Estados Unidos sugiere que las variables seleccionadas y la estructura del modelo son altamente efectivas para capturar la relación entre las unidades físicas comerciales y el valor FOB en este mercado específico. Sin embargo, el rendimiento más bajo observado en el caso de Países Bajos indica claramente la necesidad de realizar ajustes. Se recomienda considerar la inclusión de variables adicionales que podrían influir en el valor FOB en este contexto particular, así como explorar posibles relaciones no lineales que podrían estar presentes pero que aún no han sido tomadas en cuenta.

Entre las recomendaciones que se pueden ofrecer para mejorar este estudio y seguir trabajando en esta importante idea están:

- **Revisión y Ampliación de los Modelos Predictivos:** Dada la variabilidad en el rendimiento de los modelos entre diferentes mercados apunta a que los modelos existentes pueden no capturar a totalidad todas las variables relevantes que influyen en el valor FOB, especialmente en el caso de Países Bajos. La inclusión de componentes macroeconómicos, indicadores de mercado y variables

relacionadas con políticas comerciales específicas podrían proporcionar una visión más completa de los concluyentes del valor FOB en este mercado en particular. Cabe indicar que la revisión exhaustiva y una ampliación de los modelos predictivos pueden ayudar a mejorar la capacidad predictiva y la utilidad para la toma de decisiones.

- **Exploración de Relaciones No Lineales:** Los modelos lineales pueden ser restringidos en su capacidad para capturar la complejidad de la relación entre las unidades físicas comerciales y el valor FOB. Se sugiere explorar modelos que puedan capturar relaciones no lineales, como los modelos de regresión polinomial o técnicas de machine learning más avanzadas, puede revelar patrones y relaciones subyacentes que los modelos lineales no pueden capturar. Esto permitiría una mejor comprensión y predicción del valor FOB, especialmente en mercados donde la relación entre las variables puede no ser lineal.
- **Desarrollo de Modelos Específicos por País:** Los resultados indican que un modelo generalizado puede no ser adecuado para predecir el valor FOB en todos los mercados. Se recomienda desarrollar y afinar modelos específicos por país, tomando en cuenta las particularidades y dinámicas de cada mercado.
- Los resultados indican que un enfoque generalizado para predecir el valor FOB puede no ser suficientemente adecuado para todos los mercados. Se recomienda el desarrollo y la afinación de modelos específicos por país tomando en cuenta las particularidades y dinámicas de cada mercado, mejorando significativamente la precisión de las predicciones. Estos modelos puntuales pueden incorporar datos y factores específicos de cada país, lo que les permite adaptarse mejor a las condiciones y variables únicas de cada mercado objetivo.
- **Incorporación de Análisis de Sensibilidad:** Los análisis de sensibilidad son herramientas importantes para comprender la robustez de los modelos y la influencia de las distintas variables en las predicciones del valor FOB. Identificar las variables más significativas y comprender cómo cambios en estas variables pueden afectar las predicciones del valor FOB puede ayudar a mejorar la precisión y la confiabilidad de los modelos predictivos.
- **Evaluación Continua y Retroalimentación del Modelo:** Dado que el comercio internacional está sujeto a cambios constantes en el mercado y en las condiciones económicas, los modelos predictivos deben ser evaluados y ajustados

regularmente. Se recomienda establecer un proceso de retroalimentación continua que permita actualizar los modelos con nuevos datos y ajustarlos según sea necesario para garantizar la precisión de resultados.

REFERENCIAS

- Carvalho, L. M., Souza, B., & De Sousa, A. L. V. (2019). Ornamental Plants. In B. Souza, L. L. Vázquez, & R. C. Marucci (Eds.), *Natural Enemies of Insect Pests in Neotropical Agroecosystems* (pp. 355–368). Springer International Publishing.
https://doi.org/10.1007/978-3-030-24733-1_29
- Choez, S. (2019). *Exportaciones del sector florícola y su incidencia en la balanza comercial no petrolera ecuatoriana. Periodo 2015—2019*. [Universidad de Guayaquil]. <https://repositorio.ug.edu.ec/server/api/core/bitstreams/1c141800-2cd8-4dbe-a03d-85395763d579/content>
- Delgado Medina, F., Rosas Casals, M., & Lozano Carpio, P. (2020). *Building a decision: Support methodology to define ecosystem services bundles and to analyze trade-offs in diverse landscapes : application to Ecuadorian ecosystems* [Universitat Politècnica de Catalunya]. <https://doi.org/10.5821/dissertation-2117-328190>
- Dueñas, M., Ortiz, V., Riccaboni, M., & Serti, F. (2021). *Assessing the Impact of COVID-19 on Trade: A Machine Learning Counterfactual Analysis* (arXiv:2104.04570). arXiv.
<http://arxiv.org/abs/2104.04570>
- Guaita-Pradas, I., Rodríguez-Mañay, L. O., & Marques-Perez, I. (2023). Competitiveness of Ecuador's Flower Industry in the Global Market in the Period 2016–2020. *Sustainability*, 15(7), Article 7. <https://doi.org/10.3390/su15075821>
- Herrera-Granda, I. D., Lorente-Leyva, L. L., Peluffo-Ordóñez, D. H., & Alemany, M. M. E. (2020). A Forecasting Model to Predict the Demand of Roses in an Ecuadorian Small Business Under Uncertain Scenarios. In G. Nicosia, V. Ojha, E. La Malfa, G. Jansen, V. Sciacca, P. Pardalos, G. Giuffrida, & R. Umeton (Eds.), *Machine*

- Learning, Optimization, and Data Science* (Vol. 12566, pp. 245–258). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-64580-9_21
- Hidalgo, F. (2022). In the face of the pandemic: The potential of rurality and peasant agriculture. *Alternautas*, 8(1). <https://doi.org/10.31273/alternautas.v8i1.1124>
- Idrovo-Novillo, J., Gavilanes-Terán, I., Veloz-Mayorga, N., Erazo-Arrieta, R., & Paredes, C. (2019). Closing the cycle for the cut rose industry by the reuse of its organic wastes: A case study in Ecuador. *Journal of Cleaner Production*, 220, 910–918. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.02.121>
- Khalid, S., Song, J., Azad, M. M., Elahi, M. U., Lee, J., Jo, S.-H., & Kim, H. S. (2023). A Comprehensive Review of Emerging Trends in Aircraft Structural Prognostics and Health Management. *Mathematics*, 11(18), 3837. <https://doi.org/10.3390/math11183837>
- Menhaj, M., & Kavooosi-Kalashami, M. (2022). Developing a hybrid forecasting system for agricultural commodity prices (case study: Thailand rice free on board price). *Ciência Rural*, 52(8), e20201128. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20201128>
- Robalino, M. (2019). *Análisis comparativo de las estrategias propuestas en el acuerdo comercial de partes entre Ecuador y la Unión Europea, enfocado al sector exportador de flores, provincia de Pichincha periodo 2015-2017* [Universidad Politecnica Salesiana]. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/16890/1/UPS-QT13735.pdf>
- Salau, E. (2019). *LA EVOLUCIÓN DE LAS EXPORTACIONES DE FLORES ECUATORIANAS CON DESTINO A RUSIA DURANTE EL PERÍODO 2012-2017* [Universidad de Especialidades Espiritu Santo]. [http://repositorio.uees.edu.ec/bitstream/123456789/2508/1/SALAU%20CHAPALBA%20EDITH%20ALEXANDRA%20-%20LA%20EVOLUCI%C3%92N%20DE%20LAS%20EXPORTACIONES%20DE%](http://repositorio.uees.edu.ec/bitstream/123456789/2508/1/SALAU%20CHAPALBA%20EDITH%20ALEXANDRA%20-%20LA%20EVOLUCI%C3%92N%20DE%20LAS%20EXPORTACIONES%20DE%20)

20FLORES%20ECUATORIANAS%20CON%20DESTINO%20A%20RUSIA%20EN
%20EL%20PER%20C3%8CODO%202012%20%E2%80%93%202017.pdf

SRISUKSAI, P. (2020). The Rubber Pricing Model: Theory and Evidence. *The Journal of Asian Finance, Economics and Business*, 7(11), 13–22.
<https://doi.org/10.13106/JAFEB.2020.VOL7.NO11.013>

Vogt, M. (Ed.). (2019). *Sustainability certification schemes in the agricultural and natural resource: Sectors outcomes for society and the environment*. Routledge.

Yulan Negrete, H., Garcia Regalado, J., Medina Zambrano, D., & Limones Salazar, A. (2021). Analysis of rose exports to the U.S. and their impact on ecuadorian GDP period 2015-2019. *Universidad Ciencia y Tecnología*, 25(111), 78–84.
<https://doi.org/10.47460/uct.v25i111.518>