



Desarrollo, Ambiente y Sociedad

Perspectiva Multidisciplinaria

Volumen IV

Luis Carlos Mussó, Olga Bravo
Coordinadores

UTEG editorial

Ediciones UTEG
Título: Libro Multidisciplinar
Congreso de Desarrollo,
Ambiente y Sociedad, Volumen IV
Luis Carlos Mussó / Olga Bravo Acosta
(Compiladores)
Primera edición: diciembre 2024
ISBN: 978-9942-614-30-8
Multidisciplinar Publicaciones

Autoridades UTEG

Mara Cabanilla Guerra, PhD.
Rectora

Econ. Galo Cabanilla Guerra, PhD.
Canciller

Econ. Otto Suárez, PhD.
Vicerrector académico

Dra. Daniela Cabanilla, MSc.
Decana de Grado

Dr. Rolando Villavicencio
Director Académico de Posgrado
e Investigación, Innovación

Arq. José Bohórquez, PhD.
Secretario General

© Editorial UTEG
IV Libro multidisciplinar del IV Congreso Internacional de Desarrollo, Ambiente Y Sociedad

© De los autores ISBN 978-9942-614-30-8
Ecuador

Dirección y edición editorial:
Luis Carlos Mussó

Diseño y diagramación:
Ricardo Espinosa

Primera edición:
Diciembre de 2024 Libro revisado por pares

**La edición del IV Libro multidisciplinar del IV Congreso Internacional de Desarrollo,
Ambiente y Sociedad estuvo al cuidado de la Editorial UTEG.
En su composición tipográfica se utilizó la familia RF Dewi.**

CONTENIDO

PRESENTACIÓN	8
---------------------	----------

ARTÍCULOS

VARIACIÓN DEL PRECIO DEL PETRÓLEO Y SU RELACIÓN CON EL CONSUMO DE ENERGÍAS RENOVABLES	11
--	-----------

Giovanna Cuesta, Christian Palacios, Karla Cuesta, Juan José Salazar

EVALUACIÓN DE LA COBERTURA Y FACTORES ASOCIADOS A LA VACUNACIÓN CONTRA EL VIRUS DEL PAPILOMA HUMANO (VPH) EN ADOLESCENTES DE ECUADOR	23
---	-----------

Odalys Logroño

PRODUCCIÓN ASOCIATIVA DE PEPINO (CUCUMIS SATIVUS L) Y NABO (BRASSICA RAPA L EN CONDICIONES SEMI CONTROLADAS	37
--	-----------

Fabián Gordillo, Nicolás Vasconcellos

ANÁLISIS DE LA PRODUCTIVIDAD PRIMARIA NETA PARA ESTIMAR LOS EFECTOS DE LAS ACTIVIDADES AGRÍCOLAS Y GANADERAS EN LA RESERVA ECOLÓGICA MACHE CHINDUL UTILIZANDO HERRAMIENTAS SIG	47
---	-----------

Natalie Mera, Jaime Sayago

LA PARTICIPACIÓN DE LAS MUJERES EN LOS EMPRENDIMIENTOS TURÍSTICOS. UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA	60
--	-----------

Judith Alejandra Velázquez, Ericka Cruz

Presentación

El volumen que el lector tiene en sus manos es resultado de las investigaciones arbitradas para el IV Congreso Desarrollo, Ambiente y Sociedad, realizado entre el 27 y el 29 de noviembre de 2024 en el Campus de la Universidad Tecnológica Empresarial de Guayaquil, bajo una modalidad híbrida que permitió la presentación de las ponencias tanto en modo presencial como virtual. Su contenido pretende un acercamiento integral, multidimensional, desde diferentes enfoques y disciplinas del conocimiento en torno a la cosmovisión sociedad-cultura-naturaleza-economía que forma parte de la idiosincrasia de cada sociedad, como síntesis de sus aspiraciones de justicia social, conservación de la naturaleza y rentabilidad económica.

En la dimensión económica y medioambiental, una investigación va directamente a una de las problemáticas sensibles que acechan a cada uno de los países de la región. Se trata de "Variación del Precio del Petróleo y su Relación con el Consumo de Energías Renovables". Por su lado, la salud ha sido también un enfoque de las investigaciones del Congreso, y buen ejemplo de ello es "Evaluación de la cobertura y factores asociados a la vacunación contra el virus del papiloma humano (VPH) en adolescentes de Ecuador", que da cuenta de porcentajes de una población vulnerable y las medidas para paliar los peligros inminentes del medio.

De este modo, en el estudio presentado en el capítulo "Producción asociativa de pepino (*Cucumis sativus* L) y nabo (*Brassica rapa* L) en condiciones semi controladas, profundiza en recursos biológicos con gran presente y a los que se les puede extraer mucho futuro. En "Análisis de la productividad primaria neta para estimar los efectos de las actividades agrícolas y ganaderas en la reserva ecológica Mache Chindul utilizando herramientas SIG", se acude a programas que pueden relacionar datos con locaciones geográficas: la investigación detalla los niveles de la incidencia de actividades productivas humanas en un espacio que debe ser protegido.

Finalmente, "La participación de las mujeres en los emprendimientos turísticos. Una revisión sistemática" se dirige a una dimensión cultural del desarrollo, como matriz generadora de la identidad socio territorial.

Es una perfecta excusa para presentar varias facetas de la investigación a la comunidad científica y para el lector que se acerque a estas páginas.

ARTÍCULOS

VARIACIÓN DEL PRECIO DEL PETRÓLEO Y SU RELACIÓN CON EL CONSUMO DE ENERGÍAS RENOVABLES

VARIATION IN THE PRICE OF OIL AND ITS RELATIONSHIP WITH THE CONSUMPTION OF RENEWABLE ENERGY

Giovanna Alejandra Cuesta Chávez¹

giovannacuesta@uti.edu.ec

alegiocuesta@hotmail.com

0000-0002-0626-9196

Christian Fabian Palacios Miranda²

chriscalacios1804@gmail.com

0009-0003-2508-3092

Karla Estefanía Cuesta Chávez³

karlacu1@gmail.com

0009-0007-7035-1649

Juan José Salazar Hernández⁴

juansalazar777.-@hotmail.com

jsalazarh@unemi.edu.ec

0009-0004-9383-3083

Resumen

Desde la década de 1970, Ecuador ha dependido de la explotación de hidrocarburos. No obstante, ha reconocido la importancia de reducir su dependencia económica de este recurso no renovable a mediano y largo plazo, debido a los impactos en la economía nacional. Entre 1972 y 2003, la actividad petrolera constituyó el 47% de las exportaciones totales del país; del 1987 al 1996, representó en promedio el 45% de los ingresos estatales; y entre 1997 y 2003, aportó el 33%. En la década de 2010, los ingresos económicos provenientes del petróleo fueron aproximadamente el 38%. El precio del petróleo ha disminuido gradualmente desde 2014 hasta 2020, imposibilitando el cumplimiento de la planificación presupuestaria.

El presente estudio tiene como objetivo establecer la relación entre las variables macroeconómicas: el Producto Interno Bruto en términos constantes, el precio del petróleo West Texas Intermediate (WTI), la exportación de combustibles y lubricantes, y la tasa activa referencial, así como su impacto en el consumo de energías

¹ Doctor en Economía de los Recursos Naturales y Desarrollo Sustentable, Universidad Tecnológica Indoamérica, Ecuador.

² Magister en Economía Internacional, Consultor Independiente, Ecuador.

³ Licenciada en Educación, Educadora Independiente, Ecuador.

⁴ Magister en Economía, Universidad Estatal de Milagro, Ecuador.

renovables en Ecuador durante el periodo 2000-2019. Se empleará un modelo econométrico de vectores autorregresivos VAR(p) para determinar si existe una relación causal o bilateral entre las variables mencionadas, considerando que el país es exportador y es un precio aceptable.

Palabras clave: Precios del petróleo, modelo VAR, Producto Interno Bruto, Enfermedad Holandesa, Recursos Naturales.

Abstract

Since the 1970s, Ecuador has depended on hydrocarbon exploitation. However, it has recognized the importance of reducing its economic dependence on this non-renewable resource in the medium and long term, due to the impacts on the national economy. Between 1972 and 2003, oil activity constituted 47% of the country's total exports; From 1987 to 1996, it represented on average 45% of state income; and between 1997 and 2003, it contributed 33%. In the 2010s, economic revenues from oil were approximately 38%. The price of oil has gradually decreased from 2014 to 2020, making it impossible to comply with budget planning.

The objective of this study is to establish the relationship between macroeconomic variables: the Gross Domestic Product in constant terms, the price of West Texas Intermediate (WTI) oil, the export of fuels and lubricants, and the reference active rate, as well as their impact . in the consumption of renewable energies in Ecuador during the period 2000-2019. An econometric vector autoregressive model VAR(p) will be used to determine if there is a causal or bilateral relationship between the aforementioned variables, considering that the country is an exporter and it is an acceptable price

Keywords: Oil prices, VAR model, Gross Domestic Product, Dutch Disease, Natural Resources

Introducción

La determinación de la economía ecuatoriana se formula a partir del cambio de moneda, es decir, antes de la dolarización y posteriormente la post dolarización. Así, entre 1990 y 1999, el crecimiento del Producto Interno Bruto (PIB) fue de 1.8%, con niveles promedio de variación per cápita de -0.2%. Destaca la caída del PIB per cápita en 1999 con un -7.6 %; no obstante, de 2000 a 2010, el crecimiento promedio fue de 2.9 %, y en 2004 y 2008 registró el mayor crecimiento, con un 6.5% y 5.0%, respectivamente (Banco Central Ecuador, 2010).

En la década de 1990, la economía y política ecuatoriana se caracterizó por la inestabilidad, que terminó en la llamada gran crisis financiera de finales de siglo. Esto produjo que en 1999 el PIB decreciera en 6.3%. Se evidencia que desde 1990 hasta 2010, el rubro con mayor participación en el PIB ha sido el consumo privado, que representa un promedio de 62.8% del PIB en el primer periodo y 66.6% en la década siguiente (2000-2009). Las importaciones tuvieron una participación promedio de -31.9% en la década predolarización y de -41.2% (Banco Central del Ecuador, 2010).

Ecuador es un país dependiente de la explotación de hidrocarburos; no obstante, ha planteado la necesidad de independizarse de este recurso no renovable a mediano y largo plazo como consecuencia de los choques externos y sus efectos a la economía nacional históricamente extractivista desde el llamado "boom petrolero" (Juteau-Martineau y Becerra, 2014).

Históricamente, la economía de Ecuador se ha distinguido por ser una proveedora de materias primas, y su desarrollo ha estado marcado por varios ciclos de auge en la exportación de productos básicos. Estos incluyen el cacao entre 1866 y 1925, el banano desde 1946 hasta 1969, y el petróleo desde 1970 hasta nuestros días (Maridueña, 2017).

La economía ecuatoriana, como en otros países de Latinoamérica, se ha caracterizado por tener como fuente predominante de ingresos a las actividades primarias extractivas, entre ellas la explotación de hidrocarburos. Entre 1972 y 2003, la actividad petrolera significó el 47% de las exportaciones totales del país; de 1987 a 1996, sus rentas significaron en promedio 45% de los ingresos del Estado; entre 1997 y 2003, aportó con el 33%. En la década de 2010, los réditos económicos de fuente petrolera representaron aproximadamente el 38% (Banco Central del Ecuador, 2010).

En Ecuador, el primer pozo petrolero se perforó en la región de la Costa en 1911, durante la presidencia de Dr. Leónidas Plaza, y fue declarado propiedad estatal. En 1967, Texaco perforó el primer pozo comercial en la Amazonía, administrando el 88% de la producción petrolera nacional. En 1971, se promulgó la ley de hidrocarburos, y se fundó la Corporación Estatal Petrolera Ecuatoriana (CEPE) para la exploración y explotación petrolífera. Ecuador se unió a la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP) el 28 de junio de 1973, pero se retiró en 1993 debido a circunstancias económicas. El 23 de octubre de 2007, Ecuador se reincorporó a la organización (Instituto Geográfico Militar, 2016).

En Ecuador, el petróleo ha monopolizado la energía, siendo un recurso no renovable que se agotará progresivamente por su explotación descontrolada, el ingreso por la venta de petróleo ha representado hasta el 40% del Presupuesto General del Estado (PGE) (Banco Central del Ecuador, 2019).

Desde 2014 hasta 2018, el precio del petróleo ha disminuido gradualmente debido al mercado internacional, donde solo somos tomadores de precios. Esto impide cumplir con la planificación presupuestaria destinada a obras sociales a nivel nacional, resultando en recortes del PGE (Banco Central del Ecuador, 2019). Los precios a la baja del crudo ecuatoriano provienen de la cotización en el mercado internacional, correspondiente al crudo Brent y al West Texas Intermediate (WTI) (Banco Central del Ecuador, 2019).

Cabe mencionar que el crudo ecuatoriano tiene un menor valor en los mercados internacionales por las impurezas que posee. También, su precio se ve afectado por la situación geopolítica internacional; en sí, la expectativa de una desaceleración en el crecimiento económico mundial puede afectar en la demanda de petróleo (Banco Central del Ecuador, 2019). Así, se genera un debate sobre los efectos potenciales que tendrá la inversión en energías renovables en el país, que tradicionalmente ha apostado por la exportación de petróleo. Claramente, no se ha llegado a un consenso sobre los efectos que los precios del petróleo tienen en la inversión renovable, o como la inversión en energías renovables depende de los cambios en el precio del petróleo.

La población mundial se está preparando para incrementar el consumo de energías renovables en los próximos cinco años, como se ha realizado en los últimos 20 años, se predice que estas energías representarán más del 90% de la expansión de la capacidad eléctrica mundial (Agencia Internacional de la Energía [AIE] 2022). Esto significa que la inversión en Energías Renovables (ER) debe aumentar rápidamente, pero no está tan claro qué facilitará el incremento en su inversión. El principal elemento considerado aquí se relaciona con que si los precios del petróleo afectan significativamente la inversión y producción de Energías Renovables (AIE, 2022).

La literatura donde relacionan las ER con los precios del petróleo y la macroeconomía se centra en cómo se pueden utilizar las políticas gubernamentales para incitar la inversión en ER. Históricamente, la inversión en ER no ha podido competir abiertamente con los combustibles fósiles tradicionales en términos de costo; por ello, el presente estudio busca corroborar cómo el precio del petróleo y las variables macroeconómicas de un país pueden afectar la inversión en las nuevas energías renovables en los últimos años y determinar si existe una relación casuística, como lo manifiesta la teoría económica, además busca comprobar el impacto de la inversión de las energías renovables en el país.

Metodología

El estudio utiliza únicamente fuentes secundarias de información por el libre acceso a los datos, sitios web de entidades oficiales con el objetivo de contextualizar el problema de la investigación como son:

Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales No Renovables (ARC): Fue creada el 1 de julio de 2020 y es la fusión de las Agencias de Regulación y Control Hidrocarburífero, Minero y de Electricidad. Esta entidad regula, controla, fiscaliza y audita las actividades de los recursos energéticos y naturales no renovables de Ecuador: Consumo de energías renovables:

Banco Central del Ecuador (BCE): Fuente de datos oficial del banco regulador de las transacciones nacionales e internacionales de Ecuador.

British Petroleum Group (variable WTI): Institución privada involucrada en el negocio de las energías y recursos naturales. Realiza constantes publicaciones acerca de la evolución del mercado de energías, de la que se obtienen los precios del petróleo WTI entre 1990-2019, a través de su reporte BP Statistical Review of World Energy June 2019.

Para el presente estudio se utilizaron los datos comprendidos entre 2000-2019 de forma trimestral, para todas las variables mencionadas, lo que permitió acceder a 80 observaciones

Las variables de estudio para la investigación son: PIB en términos constantes **PIBCONST**, precio del petróleo **WTI**, exportación de combustibles y lubricantes **ECOMBLU**, tasa activa referencial **TAR** y consumo de energías renovables **CER** en Ecuador. Se seleccionó el modelo VAR(p), el término autorregresivo se refiere a la aparición del valor rezagado de la variable dependiente en el lado derecho. Representa una gran utilidad cuando se evidencia una simultaneidad entre un grupo de variables, donde sus relaciones se transmiten a lo largo de un determinado número de periodos (Gujarati y Porter 2010). El modelo VAR es un modelo de ecuaciones simultáneas formado por un sistema de ecuaciones de forma reducida sin restringir, quiere decir que los valores contemporáneos de las variables del modelo no aparecen como variables explicativas en ninguna de las ecuaciones. Por el contrario, el conjunto de variables explicativas de cada ecuación está constituido por un bloque de retardos de cada una de las variables del modelo (Novales, 2017).

El siguiente esquema de ecuaciones del modelo VAR(p), para el desarrollo de las variables seleccionadas.

$$Y_t = C + \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \phi_3 Y_{t-3} + \phi_p Y_{t-p} \dots + \epsilon$$

Donde

Y_t = Vector de Y

C = Constante ($n \times 1$) contrastes

ϕ_j = Matriz de coeficientes autoregresivo para los diferentes valores

ϵ = Vector ($n \times 1$) que genera la definición de ruido blanco para

el caso del vector

Para la aplicación del modelo VAR(p) en el presente estudio se debe mencionar que, en ausencia de restricciones, la estimación por mínimos cuadrados, ecuación por ecuación, de un modelo VAR(p) produce estimadores recientes a pesar de que ignora la información contenida en la matriz de covarianzas de las innovaciones (Green,

2018). Además, el hecho de que la colinealidad entre las variables explicativas no permite ser muy estricto en la interpretación de los estadísticos t, sugiere que es preferible mantener todas las variables explicativas iniciales en el modelo (Novales, 2017).

Las pruebas que se realizaron son las siguientes:

Gauss-Markov.- Según Gujarati y Porter (2010), los modelos deben arrojar coeficientes que cumplan la condición de mejores estimadores lineales insesgados (MELI) y varianza mínima. El cumplimiento de estas condiciones permite posteriormente usar modelos econométricos como el de vectores autorregresivos (VAR). Para la comprobación y el asertividad del modelo seleccionado se realizó la comprobación de los siguientes supuestos econométricos:

Las series estacionarias.- Para las series de datos temporales se determina estacionario si el proceso estocástico de las propiedades estadísticas de cualquier secuencia finita de componentes es semejante a las de la secuencia, para lo cual se realizó la prueba de Dickey-Fuller la cual busca determinar la existencia o no existencia de raíces unitarias en una serie de tiempo, además se realizará la prueba Phillips-Perron la cual utilizaremos para es integrada de orden 1.

ACF y PACF.- La Función de Autocorrelación (ACF) mide la autocorrelación de una serie temporal en diferentes intervalos de tiempo, la Función de Autocorrelación Parcial (PACF) mide la autocorrelación entre dos puntos de una serie temporal, de esa manera se tiene en cuenta la autocorrelación de los puntos intermedios estas pruebas revelan patrones de una serie de tiempo especificada.

Prueba de autocorrelación.- El término autocorrelación se define como la "correlación entre miembros de series de observaciones ordenadas en el tiempo [como en datos de series de tiempo] o en el espacio [como en datos de corte transversal]" (Gujarati y Porter, 2010).

Prueba de Normalidad de los Residuos.- Están normalmente distribuidos y son insesgados poseen varianza mínima y presentan consistencia; es decir, a medida que el tamaño de la muestra aumenta indefinidamente, los estimadores convergen hacia sus verdaderos valores poblacionales, para su comprobación se realizó la prueba de Breusch-Godfrey que es general porque permite: 1) regresoras no estocásticas, como los valores rezagados de la regresada; 2) esquemas autorregresivos de orden mayor, como el AR(1), AR(2), etc.; y 3) promedios móviles simples o de orden superior de los términos de error de ruido blanco (Gujarati y Porter 2010).

Prueba de Heteroscedasticidad.- Es cuando la varianza de los errores no es constante en todas las observaciones realizadas. Las perturbaciones u_i que aparecen en la función de regresión poblacional son homoscedásticas; es decir, que todas tienen la misma varianza, para la estimación del VAR estándar el modelo convencional no permite la heterocedasticidad (Lütkepohl y Netšunaje, 2017).

Identificación Método de Cholesky.- Para resolver sistemas de ecuaciones lineales sería utilizar la factorización de Cholesky, dicha factorización descomponía una matriz A en LLT, siendo L una matriz triangular inferior. El sistema $Ax = b$ puede descomponerse como $LLT x = b$ utilizando la factorización de Cholesky para la matriz de coeficientes (Armero, 2019).

La factorización de Cholesky tiene diferentes aplicaciones, el uso en resolución de sistemas lineales $Ax = b$, cumpliendo A las premisas para poder aplicar la descomposición de Cholesky. $Ax = b$ se puede transformar mediante la factorización en $LLT x = b$, obteniendo finalmente $LT x = y$ y $Ly = b$ (Armero, 2019).

De nuevo, el sistema se puede descomponer en dos partes; $LT x = y$, y $Ly = b$. Ambos se pueden resolver con los algoritmos comentados para sistemas triangulares, ya que sus matrices de coeficientes son triangular superior e inferior, respectivamente (Armero, 2019).

Modelo bayesiano.- Se considera que los parámetros del modelo de regresión son variables aleatorias y consecuentemente se asumen distribuciones de probabilidad asociadas a los parámetros. La información previa sobre la distribución de los parámetros se resume en distribuciones de probabilidad denominadas distribuciones a priori, a partir de las cuales se estima otra distribución de probabilidad, la distribución a posteriori de los parámetros dadas la distribución a priori y las observaciones (Giannini, 2021)

El orden del modelo VAR(p) se elige a través de los contrastes que permiten seleccionar el número correcto de los rezagos (valores pasados de cada variable), por medio de tres criterios de información: Akaike (AIC), Bayesiano de Schwarz (SIC) y Hannan-Quinn (HQ); representan medidas de bondad de ajuste de modelos estadísticos y son utilizados para seleccionar al mejor modelo entre un conjunto de modelos. Finalmente, los mejores modelos son determinados por un menor valor de AIC, SIC y HQ (Martínez 2018). El número de rezagos serán seleccionados si coinciden en al menos dos criterios de información (Novales, 2017)

El análisis de impulso-respuesta, que es un instrumento útil para observar la congruencia y sensibilidad dinámica de las variables; por lo tanto, es muy eficiente para evaluar y proponer políticas económicas (Morán 2014).

Resultados y Discusión

Diseño del modelo VAR(p).- Se establece el modelo VAR(p) con la estructura de la información a priori del investigador y la identificación de Choleski generando el siguiente resultado:

VAR_ENDOG1. PIBconstants 2. Precio Petroleo WTI 3. Exportacion Combustibles y lubricantes 4. Consumo de energia renovable CER

Desarrollo del Modelo

Tabla 1. Prueba de Dickey-Fuller

PIBCONST	WTI	ECOMBLU	CER	TAR
Lag Order: 1	Lag Order: 1	Lag Order: 1	Lag Order: 1	Lag Order: 1
DickeyFuller: 3.314	DickeyFuller: 6.7577	DickeyFuller: 7.456	DickeyFuller: 17.704	DickeyFuller:5.519
PV	PV	PV	PV	PV
0.01	0.01	0.01	0.01	0.01

Nota. Elaboración propia con base en el uso del programa RStudio.

En Dickey-Fuller Test, las variables PIB en términos constantes, precio del petróleo WTI, exportación de combustibles y lubricantes, tasa activa referencial, el consumo de energías renovables en el periodo 2000-2019 son estacionarias el p valor es menor al 5%; es decir, su distribución y sus parámetros no varían con el tiempo de la investigación, la media y la varianza de los datos no cambian con el tiempo y tampoco siguen una tendencia o poseen datos altamente atípicos para realizar el modelo VAR(p).

Tabla 2. Prueba Phillips-Perron

PIBCONStDIF	Truncation lag parameter = 3, p-value = 0.01
ECOMBLUstDIF	Truncation lag parameter = 3, p-value = 0.01
WTIstDIF	Truncation lag parameter = 3, p-value = 0.01
CERstDIF	Truncation lag parameter = 3, p-value = 0.01
TARstDIF	Truncation lag parameter = 3, p-value = 0.01

Nota. Elaboración propia con base en el uso del programa RStudio.

Se comprueba que se podrá realizar un modelo VAR(p) con constante y se determina que también cumple la prueba de estacionariedad de las variables. Los valores p son menores al 5 %; por lo tanto, los datos son estacionarios en constante y tendencia.

Identificación del número de retardos: Para la determinación de los rezagos: Criterio de información de AIC(n) orden 9, Criterio de información de HQ (n) orden 1, el criterio información SC (n) orden 1 y el Error de Predicción Final (FPE) AIC FPE (n) orden 1.

Tabla 3. Modelo VAR_reducidoM1

Variables	Resultados
lnPIBCONStDIF.l1	0.605*** -0.378 -1.315 0.588 (0.091) (1.311) (1.886) (1.896)
lnWTIstDIF.l1	0.016 0.107 0.482** -0.201 (0.010) (0.147) (0.212) (0.213)
lnECOMBLUstDIF.l1	-0.006 0.061 -0.149 0.272* (0.007) (0.100) (0.144) (0.145)
lnCERstDIF.l1	-0.003 -0.022 -0.126 -0.112 (0.006) (0.080) (0.115) (0.116)
sd1	0.733* 7.116 1.133 -29.972*** (0.397) (5.701) (8.201) (8.245)
sd2	0.120 -1.801 -4.298 -2.454 (0.493) (7.083) (10.189) (10.243)
sd3	0.339 -7.147 -16.588** 25.175*** (0.383) (5.498) (7.909) (7.951)
LnTARstDIF	-0.017 -0.241 -0.218 0.095 (0.010) (0.147) (0.211) (0.212)
Observations 78 78 78 78	
R2	0.470 0.164 0.208 0.504 Adjusted R2 0.410 0.069 0.117 0.447
Residual Std. Error (df = 70) 1.042 14.976 21.544 21.658	
F Statistic (df = 8; 70) 7.771*** 1.720 2.293** 8.896***	
Note: *p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01	

Nota. Elaboración propia con base en el uso del programa RStudio.

Modelo VAR_reducidoM1 se puede observar que, por los rezagos que se utilizaron, existen 78 datos para trabajar en el modelo; en el análisis de las variables $\ln\text{PIBCONSTstDIF.I1}$, $\ln\text{WT1stDIF.I1}$, $\ln\text{ECOMBLUstDIF.I1}$ son estadísticamente significativas y que el modelo en conjunto según el F Statistic es estadísticamente significativo lineal e insesgado en tres de los cuatro órdenes con un R cuadrado mayor de 50 %.

Tabla 4. Prueba Portmanteau autocorrelación

Portmanteau Test (adjusted)
data: Residuals of VAR object VAR_reducidoM1
Chi-squared = 268.77, df = 240, p-value = 0.09781

Nota. Elaboración propia con base en el uso del programa RStudio.

No se rechaza la hipótesis nula; se acepta el modelo VAR_reducidoM1; no posee autocorrelación matriz, es decir que en las varianzas-covarianzas del error para los ítems, los errores no son diferentes de cero entre los momentos, cumpliendo uno de los supuestos de la econometría.

Tabla 5. Pruebas de normalidad modelo VAR reducido M1

Jarque-Bera	Asimetría	Curtosis
JB-Test (multivariate)	Skewness only (multivariate)	Kurtosis only (multivariate)
Chi-squared = 163.46, df = 8,	Chi-squared = 30.143, df = 4,	Chi-squared = 133.32, df = 4,
p-value < 2.2e-16	p-value = 4.578e-06	p-value < 2.2e-16

Nota. Elaboración propia con base en el uso del programa RStudio.

Se acepta hipótesis nula. No existe normalidad en los datos; es decir, no existe curtosis y asimetría en las variables del modelo VAR reducidoM1

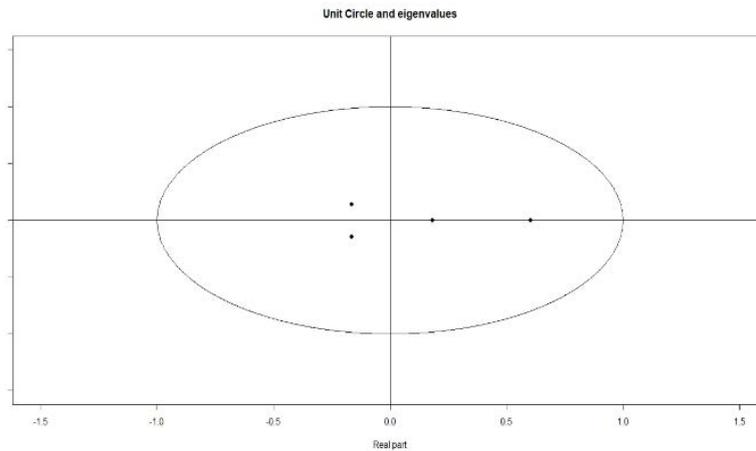
Tabla 6. Prueba ARCH heterocedasticidad

ARCH (multivariate)
data: Residuals of VAR object VAR_reducidoM1
Chi-squared = 531.06, df = 500, p-value = 0.1626

Elaboración propia con base en el uso del programa RStudio.

Se acepta la hipótesis nula. La varianza de los residuales es constante; es decir, cuando la varianza del error condicional a las variables explicativas es constante a lo largo de las observaciones del modelo VAR reducidoM1

Ilustración 1. Círculo unitario



Nota. Elaboración propia con base en el uso del programa Rstudio.

Círculo unitario.- Modelo VAR reducidoM1 caen dentro de círculo unitario, modelo estable: 0.6031514; 0.2182211; 0.2182211; 0.1808538. Todos los valores son menores a 1 y se encuentran dentro del círculo unitario; es decir, son estacionarios y óptimos para un modelo VAR.

Causalidad de Granger Multivariable (CGM)

Se verificar si el modelo VAR reducidoM1 posee relación causa-efecto entre las variables de manera conjunta.

Tabla 7. Causalidad de Granger multivariable modelos

CAUSALIDAD CONJUNTA	
Escenario CGM15⁵	Escenario CGM36⁶
H0: PIB do not Granger-cause WTI ECOMBLU CER	H0: COMBLU do not Granger-cause PIB WTI CER
F-Test = 0.1938, df1 = 3, df2 = 280, p-value = 0.9006	F-Test = 1.9222, df1 = 3, df2 = 280, p-value = 0.1261
Escenario CGM27⁷	Escenario CGM48⁸
H0: WTI do not Granger-cause PIB ECOMBLU CER	H0: CER do not Granger-cause PIB WTI COMBLU
F-Test = 2.4259, df1 = 3, df2 = 280, p-value = 0.06587	F-Test = 0.51573, df1 = 3, df2 = 280, p-value = 0.6718

Nota. Elaboración propia con base en el uso del programa Rstudio.

5 Causalidad de Granger multivariable Modelo 1

6 Causalidad de Granger multivariable Modelo 3

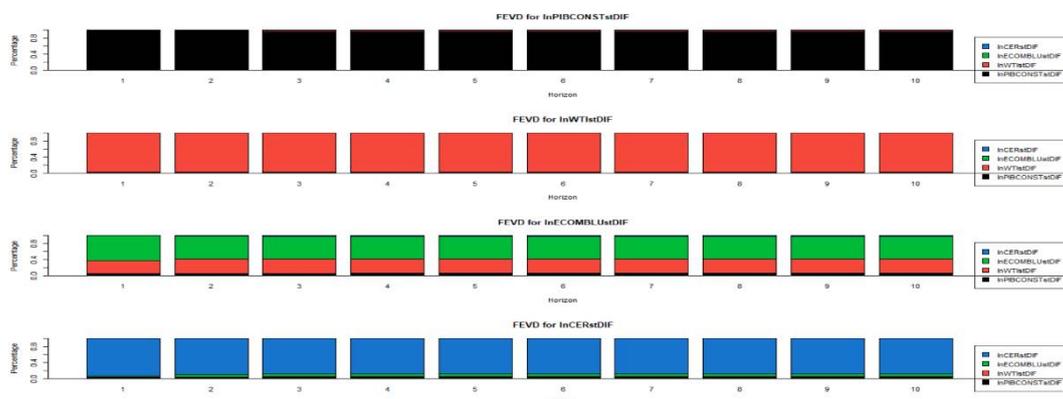
7 Causalidad de Granger multivariable Modelo 2

8 Causalidad de Granger multivariable Modelo 4

Resultados de los escenarios de las pruebas de causalidad de Granger multivariable constantes, precio del petróleo WTI y el consumo de energías renovables en conjunto.

El escenario 2 posee indicios de una relación causa efecto, los escenarios 1, 3 y 4 propuestos por el modelo VAR_reducidoM1, multivariado para comprobación de Granger posee una relación conjunta entre las variables en las combinaciones propuestas, por tal motivo se realizará la función impulso respuesta para cada una de las variables de forma individual.

Ilustración 2. Función impulso respuesta gráfica en porcentajes



Nota. Elaboración propia con base en el uso del programa Rstudio.

El primer período de proyección de la variable PIB depende el 100% del mismo PIB, el segundo período el 98% depende del PIB y el 2% de la variable WTI partir del tercer año de proyección hasta el décimo posee un 97% con el mismo PIB y el 2% con la variable WTI y apenas el 1% ECOMBLU y CER. Para los diez períodos de proyección de la variable WTI, el 97% depende de la misma variable WTI, el 2% a la variable PIB y el 1% está comprendido entre las variables ECOMBLU y CER.

Para el primer período la variable ECOMBLU depende de la misma variable en un 61%, el 32% depende de la variable WTI y el 6% de la variable PIB, a partir del segundo período al décimo período de proyección depende un 57% de la variable ECOMBLU el 32% de la variable WTI el 6% de la variable PIB y apenas el 1% de la variable del CER.

Para el primer período la variable CER depende en un 94% de la misma variable el 4% de la variable PIB y el 2% de la variable ECOMBLU, en el segundo período depende de

un 89% de la variable CER el 7% de la variable ECOMBLU y un 4% de la variable PIB, del tercer al décimo período depende en un 88% de la variable CER el 7% de la variable ECOMBLU y un 4% de la variable PIB.

Conclusiones

El modelo VAR_reducidoM1, se tomó en consideración que es estadísticamente significativo en su conjunto. Cumple las pruebas de estacionalidad, autocorrelación heterocedasticidad, endogeneidad y de círculo unitario. Entre las combinaciones, mediante la causalidad de Granger multivariable se determina que en el escenario CGM2 posee indicios de relación causa efecto los escenarios CGM1, CGM3, CGM4 no poseen una relación causa-efecto entre las variables estudiadas ni con las mismas variables en cualquiera de sus combinaciones, en forma directa

o inversa según los datos teniendo una discrepancia parcial con la teoría economía sobre la afectación directa entre las variables y con el supuestos de que para modelar los recursos naturales en cualquier economía se debe tomar en consideración la variable PIB.

En el contexto de un país exportador de petróleo y económicamente dependiente de los ingresos de esta industria para su Presupuesto General del Estado, el análisis de causalidad de Granger bivariado indica que la exportación de combustibles y lubricantes influye directamente en los precios del petróleo WTI y en el PIB a precios constantes.

Se observa que el PIB a precios constantes tiene una relación causal con las exportaciones de combustibles y lubricantes, estableciendo una interacción bilateral entre estas variables. Asimismo, se confirma una relación de causa y efecto con los precios del petróleo WTI, lo que resulta en una interacción bilateral. Esto refleja cómo la economía ecuatoriana es impactada positiva o negativamente por factores externos, evidenciando que Ecuador, como país con precios de aceptación, no posee control sobre los precios del petróleo, siendo esta una de las variables determinantes del ciclo económico nacional.

Referencias bibliográficas

- Agencia Internacional de la Energía. (2022). Renewable. Consultado 10 may. 2020. Disponible en <https://www.iea.org/fuels-and-technologies/renewables>
- Armero, C. (2019). Algoritmos matemáticos en R. Aplicaciones a la docencia y al cálculo científico (Trabajo de fin de grado). Universidad Complutense. Consultado 12 jun. 2019. Disponible en <https://hdl.handle.net/20.500.14352/15239>
- Banco Central del Ecuador. (2010). Estadísticas Macroeconómicas Presentación Estructural. La Economía Ecuatoriana Luego de 10 Años de Dolarización. Presentación. 2-50.
- Banco Central del Ecuador. (2018). Estadísticas Macroeconómicas Presentación Estructural. Subgerencia de Programación y Regulación Dirección Nacional De Síntesis Macroeconómica. Presentación. 4-44.
- Banco Central del Ecuador. (2019). Reporte del sector petrolero. Subgerencia y Programación y Regulación Dirección Nacional De Síntesis Macroeconómica. Presentación. 5-30.
- Giannini, F. (2021). Modelos bayesianos para datos geoestadísticos. Mapeo digital de suelos con R-INLA [tesis de maestría]. Universidad de Cordova. Consultado 12 jun. 2023. Disponible en: <https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/20120/Giannini%20Kurina%2C%20F.%20%282021%29.%20Modelos%20bayesianos%20para%20datos%20geoestad%3ADstico..pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Green, W. (2018). Econometric Analysis. (8a Ed.). Pearson. Consultado 02 marzo. 2020. Disponible en https://drive.google.com/file/d/1vqXLpP4b_09ZA_WyDkNAqJU8WYCLZD5l/view?fbclid=IwAR2LE3N2SUwhz88ok_cE3FWsSBTKF6KsYedrLWhXH5yvhLpdO4MSMpvspfw
- Gujarati, D; Porter, D. (2010). Econometría. The McGranw-Hill. Quinta Edición.
- Instituto Geográfico Militar. (2016). Geografía Económica II: Recursos Sectores Infraestructura.
- Juteau-Martineau, G., Becerra, S., y Maurice, L. (2014). Ambiente, petróleo y vulnerabilidad política en el Oriente Ecuatoriano: ¿hacia nuevas formas de gobernanza energética?. América Latina Hoy, 67, 119-137. <https://>

doi.org/10.14201/alh201467119137

Lütkepohl, H. y Netsunajev, A. (2017). Structural vector autoregressions with heteroskedasticity: A review of different volatility models. *Econometrics and statistics*, 1, 2-18. En <https://doi.org/10.1016/j.ecosta.2016.05.001>

Martínez, A. 2018. Modelos Econométricos para determinar el comportamiento de la cartera comercial de los bancos privados grandes ecuatorianos en el periodo 2007-2015 [Tesis de maestría]. Universidad Andina Simón Bolívar.

Morán, D. (2014). Determinantes de la inflación en Ecuador Un análisis econométrico utilizando modelos VAR. *Economía y Sociedad*, 14(31). 53-70

Novales, A. (2017). Modelos vectoriales Autoregresivos (VAR). Universidad Complutense. En <https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag-41459/VAR.pdf>

EVALUACIÓN DE LA COBERTURA Y FACTORES ASOCIADOS A LA VACUNACIÓN CONTRA EL VIRUS DEL PAPILOMA HUMANO (VPH) EN ADOLESCENTES DE ECUADOR

EVALUATION OF VACCINATION COVERAGE AND ASSOCIATED FACTORS FOR THE HUMAN PAPILLOMAVIRUS (HPV) IN ADOLESCENTS IN ECUADOR

Odalys Monserrath Logroño Ponce⁹

poncemonserrath@gmail.com

0009-0008-2556-6162

Resumen

El virus del papiloma humano (VPH) es definido por la Organización Mundial de la Salud (OMS) como un grupo de más de 200 tipos de virus, de los cuales al menos 14 se consideran de alto riesgo por su relación directa con el cáncer cervical y otras afecciones graves (OMS, 2023). Esta infección es una de las más prevalentes a nivel mundial, y su prevención mediante vacunación es una estrategia fundamental en salud pública. En Ecuador, el cáncer de cuello uterino, estrechamente asociado a las cepas de alto riesgo del VPH, es la segunda causa de mortalidad por cáncer en mujeres, afectando principalmente a comunidades rurales debido a desigualdades estructurales y barreras culturales (Ministerio de Salud Pública, 2023).

Este estudio combina datos secundarios de fuentes oficiales, como el Ministerio de Salud Pública (2023) y la Organización Mundial de la Salud (2023), con datos primarios obtenidos mediante encuestas y grupos focales. Los resultados revelaron una cobertura nacional promedio del 56%, con disparidades significativas entre áreas urbanas (65%) y rurales (45%). Solo el 38% de los adolescentes tenían un conocimiento adecuado sobre el VPH, mientras que la percepción de seguridad de la vacuna fue mayor en áreas urbanas (72%) frente al 48% en rurales. Las barreras culturales, como creencias religiosas y mitos, fueron identificadas como factores limitantes en las áreas rurales (López et al., 2023; Piñeros et al., 2022).

Este análisis subraya la necesidad de estrategias diferenciadas, incluyendo educación sanitaria, fortalecimiento de infraestructura en zonas rurales y campañas culturalmente adaptadas para mejorar la cobertura y aceptación de la vacuna en Ecuador.

Palabras Clave: Prevención del cáncer cervical, vacunación contra el VPH, desigualdades en salud, barreras culturales y sociales, salud pública en adolescentes y cobertura de vacunación

Abstract

The human papillomavirus (HPV) is defined by the World Health Organization (WHO) as a group of more than 200 types of viruses, at least 14 of which are considered high-risk due to their direct association with cervical cancer

⁹ Licenciada en pedagogía, Universidad del Movimiento, México – Técnica Superior en Enfermería, Instituto Universitario "Stanford", Ecuador – Diplomado en Enfermería para cuidado a pacientes críticos, UDLA – Ecuador.

and other severe conditions (WHO, 2023). HPV is one of the most prevalent infections worldwide, and vaccination against it is a fundamental public health strategy. In Ecuador, cervical cancer, closely associated with high-risk HPV strains, is the second leading cause of cancer mortality among women, disproportionately affecting rural communities due to structural inequalities and cultural barriers (Ministry of Public Health, 2023).

This study combines secondary data from official sources, such as the Ministry of Public Health (2023) and the World Health Organization (2023), with primary data obtained through surveys and focus groups. The results revealed an average national vaccination coverage of 56%, with significant disparities between urban areas (65%) and rural areas (45%). Only 38% of adolescents had adequate knowledge about HPV, while the perceived safety of the vaccine was higher in urban areas (72%) compared to rural areas (48%). Cultural barriers, including religious beliefs and myths, were identified as limiting factors in rural areas (López et al., 2023; Piñeros et al., 2022).

This analysis highlights the need for differentiated strategies, including health education, strengthened infrastructure in rural areas, and culturally adapted campaigns to improve vaccine coverage and acceptance in Ecuador.

Keywords: Cervical cancer prevention, HPV vaccination, health inequalities, cultural and social barriers, public health in adolescent's y vaccination coverage

Introducción

El virus del papiloma humano (VPH) es una de las infecciones de transmisión sexual más comunes y representa un problema crítico de salud pública a nivel mundial. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), "más del 70% de los casos de cáncer de cuello uterino están asociados con las cepas de alto riesgo del VPH, particularmente los tipos 16 y 18" (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2023, p. 3). Este cáncer ocupa el cuarto lugar en incidencia y mortalidad por cáncer en mujeres a nivel global, afectando de manera desproporcionada a las poblaciones más vulnerables (OMS, 2023). En América Latina, el cáncer de cuello uterino es una de las principales causas de muerte prevenible en mujeres, con Ecuador enfrentando tasas alarmantes de incidencia y mortalidad, especialmente en áreas rurales (GAVI Alliance, 2022).

En Ecuador, el cáncer de cuello uterino representa la segunda causa más común de mortalidad por cáncer en mujeres, con un promedio anual de 1,500 casos nuevos y más de 600 muertes relacionadas, según datos del Ministerio de Salud Pública (MSP, 2022).

Estas cifras reflejan una brecha significativa en la implementación de medidas preventivas, a pesar de la inclusión de la vacuna contra el VPH en el esquema nacional de inmunización desde 2014.

Sin embargo, la cobertura de vacunación en Ecuador enfrenta desafíos significativos. Según el MSP (2023), la cobertura promedio a nivel nacional es del 56%, con disparidades notorias entre áreas urbanas, donde alcanza el 65%, y zonas rurales, donde desciende al 45%. Estas diferencias pueden deberse a ciertas barreras estructurales, culturales y sociales, que pueden limitar el acceso a los servicios de salud y entre estos a la vacuna del VPH.

El objetivo de este estudio es evaluar la cobertura de vacunación contra el VPH en adolescentes ecuatorianos y analizar los factores asociados a su aceptación y acceso. Además, busca proponer estrategias basadas en evidencia para mejorar la equidad en la implementación del programa de vacunación. Este estudio se enmarca en un diseño de investigación mixto, que combina técnicas cuantitativas, como encuestas estructuradas, con datos cualitativos obtenidos a través de grupos focales.

Según Creswell y Plano Clark (2021), "el enfoque mixto permite integrar múltiples perspectivas, proporcionando una comprensión más completa de los fenómenos estudiados" (p. 95).

Los hallazgos preliminares del estudio revelan que el nivel de conocimiento sobre el VPH y su vacuna es significativamente menor en las áreas rurales en comparación con las urbanas, lo que contribuye a una menor aceptación de la vacuna. Esto coincide con estudios internacionales que han identificado la percepción de seguridad de la vacuna como un factor clave para su éxito.

Además, las barreras culturales y sociales también desempeñan un papel crucial en la aceptación de la vacuna. En las áreas rurales de Ecuador, se ha documentado que "las creencias religiosas y los roles de género limitan la percepción de la vacuna como una herramienta preventiva" (GAVI Alliance, 2022, p. 15). Estas barreras resaltan la necesidad de estrategias culturalmente adaptadas que incluyan la participación de líderes comunitarios y religiosos.

Este artículo busca contribuir al campo de la salud pública mediante la identificación de áreas críticas que requieren atención prioritaria para cerrar las brechas de acceso y aceptación de la vacuna contra el VPH en Ecuador. Asimismo, propone estrategias como

la implementación de brigadas móviles, campañas educativas adaptadas a las realidades culturales locales y el fortalecimiento de la infraestructura sanitaria en comunidades rurales. Según la OMS (2023), "los programas integrales de vacunación deben incluir componentes educativos, de accesibilidad y de monitoreo constante para garantizar su éxito" (OMS, 2023, p. 9).

En un contexto en el que los programas de vacunación enfrentan desafíos tanto estructurales como sociales, este estudio busca posicionarse como una referencia para la implementación de políticas efectivas y sostenibles que garanticen la equidad en el acceso a la vacuna y contribuyan a la prevención del cáncer cervical en adolescentes ecuatorianas.

Metodología

La metodología de este estudio se diseñó cuidadosamente para responder al objetivo de evaluar la cobertura de vacunación contra el virus del papiloma humano (VPH) en adolescentes ecuatorianos, identificando los factores asociados a su implementación y proponiendo estrategias que mejoren la equidad en el acceso.

Se empleó un diseño de investigación mixto con enfoque descriptivo y transversal. Este enfoque permitió combinar métodos cuantitativos y cualitativos para obtener una visión integral del fenómeno estudiado. La naturaleza descriptiva permitió analizar las características, tendencias y relaciones en los datos recolectados, mientras que el diseño transversal capturó información en un momento específico, proporcionando un panorama actualizado sobre la cobertura de vacunación contra el VPH.

El enfoque mixto fue fundamental para correlacionar datos numéricos obtenidos mediante encuestas con percepciones y experiencias recabadas en grupos focales. Esto permitió no solo identificar patrones, sino también contextualizarlos dentro de las dinámicas sociales y culturales de las comunidades urbanas y rurales de Ecuador.

La población objetivo incluyó a los siguientes grupos:

Adolescentes de 12 a 18 años: beneficiarios directos de la vacunación contra el VPH.

Tutores legales: responsables de las decisiones sobre la vacunación.

Personal de salud: involucrado en la implementación de programas de vacunación.

Se seleccionaron 500 adolescentes y sus tutores mediante un muestreo aleatorio estratificado. Este método garantizó la representatividad de las zonas urbanas y rurales, considerando la diversidad geográfica y socioeconómica de Ecuador. Los criterios de inclusión establecidos fueron los adolescentes de 12 a 18 años residentes en Ecuador, a los tutores legales dispuestos a participar y al personal de salud con experiencia en programas de vacunación, mientras que los criterios de exclusión fueron los adolescentes con contraindicaciones médicas documentadas para la vacunación y los participantes que no completaron el proceso de consentimiento informado.

El tamaño de la muestra se determinó mediante cálculos estadísticos específicos, considerando la necesidad de garantizar la precisión y representatividad de los resultados en el contexto del estudio. Para este propósito, se utilizó la fórmula para estimar el tamaño de una muestra en poblaciones finitas, adaptada al número estimado de adolescentes entre 12 y 18 años en Ecuador:

Fórmula estándar:

Para una población finita, el tamaño de muestra n se calcula como:

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot p \cdot (1 - p)}{E^2 \cdot (N - 1) + Z^2 \cdot p \cdot (1 - p)}$$

Donde:

- N : Tamaño de la población.
- Z : Valor crítico correspondiente al nivel de confianza (por ejemplo, 1.96 para un nivel de confianza del 95%).
- p : Proporción esperada (probabilidad de éxito, se suele usar 0.5 si no se conoce).
- $1 - p$: Proporción complementaria.
- E : Margen de error permitido (en forma decimal, por ejemplo, 0.05 para un 5%).

Con una población estimada de aproximadamente 1,200,000 adolescentes en Ecuador, y asumiendo que el 50% podría haber recibido la vacuna o estar familiarizado con el programa, se realizó el cálculo, resultando en una muestra mínima de 384 participantes. Para asegurar mayor precisión y representatividad, especialmente al incluir análisis estratificados entre áreas urbanas y rurales, la muestra se amplió a 500 participantes.

Este enfoque permitió garantizar un nivel de confianza del 95%, lo que significa que, si se repitiera el estudio múltiples veces, el 95% de las veces los resultados caerían dentro del margen de error del 5%. Además, la estratificación por región urbana y rural garantizó que las diferencias geográficas y sociodemográficas estuvieran adecuadamente representadas, ofreciendo una visión más completa de la cobertura de vacunación contra el VPH en Ecuador.

La elección de este método asegura la validez estadística y refuerza la capacidad del estudio para generalizar los hallazgos a la población objetivo, permitiendo identificar patrones relevantes y diseñar estrategias efectivas basadas en datos confiables.

La encuesta estructurada fue seleccionada como técnica principal para la recolección de datos cuantitativos debido a su capacidad para obtener información estandarizada y comparable entre los participantes. Esta técnica permite recopilar datos de manera eficiente en poblaciones amplias, garantizando la representatividad de los resultados.

La encuesta estructurada es adecuada para explorar conocimientos, actitudes y prácticas relacionadas con la vacunación, ya que ofrece un formato claro y directo para captar percepciones individuales, permitiendo recolectar datos sociodemográficos y específicos sobre el estado de vacunación y las barreras percibidas, proporcionando una base sólida para el análisis estadístico.

El instrumento utilizado para recolectar datos cuantitativos fue un cuestionario estructurado diseñado para capturar información detallada sobre la cobertura de vacunación contra el virus del papiloma humano (VPH) en adolescentes ecuatorianos. Este cuestionario abordó variables clave para el análisis, incorporando preguntas relacionadas con características sociodemográficas, conocimiento sobre el VPH, estado de vacunación y percepciones sobre la vacuna.

El cuestionario fue desarrollado en cinco secciones principales:

Variables sociodemográficas:

Edad: Se solicitó la edad exacta en años para identificar patrones entre diferentes grupos etarios.

Género: Incluido para explorar diferencias en la cobertura y aceptación de la vacuna.

Nivel educativo: Clasificado en primaria, secundaria básica y secundaria superior, para analizar la influencia del acceso educativo en el conocimiento y aceptación de la vacuna.

Zona de residencia: Urbana o rural, para identificar disparidades geográficas en la cobertura de vacunación.

Nivel de conocimiento sobre el VPH:

Preguntas diseñadas para evaluar si los participantes comprendían la relación entre el VPH y el cáncer de cuello uterino, así como el papel de la vacuna en la prevención.

Estado de vacunación:

Se preguntó si el participante o su tutor legal conocían el estado de vacunación, si habían recibido una o ambas dosis de la vacuna y las razones detrás de la decisión de no vacunarse o no completar el esquema.

Percepciones sobre la vacuna:

Se incluyeron preguntas sobre confianza en la seguridad y eficacia de la vacuna, preocupaciones por efectos secundarios y posibles influencias culturales o sociales en la decisión de vacunación.

Barreras de acceso:

Preguntas enfocadas en identificar obstáculos logísticos, como la distancia a centros de salud, costos asociados y falta de información disponible.

El instrumento fue sometido a una validación rigurosa mediante una prueba piloto realizada con 50 participantes seleccionados de zonas urbanas y rurales, con características representativas de la población objetivo. Este proceso permitió garantizar que las preguntas fueran claras, comprensibles y relevantes. Las principales acciones realizadas durante la validación incluyeron:

Prueba de confiabilidad: Se calculó un coeficiente alfa de Cronbach de 0.89, lo que indicó una alta consistencia interna.

Revisión de claridad: Las preguntas fueron ajustadas para asegurar que fueran comprensibles para personas con diferentes niveles educativos.

Retroalimentación directa: Se recogieron comentarios de los participantes para ajustar términos técnicos o ambigüedades detectadas durante la prueba piloto.

El cuestionario fue adaptado para su aplicación en línea, utilizando plataformas como Google Forms, con las siguientes características:

Anonimato: No se recolectó información personal identificable, garantizando la confidencialidad de los datos.

Autogestión: Las preguntas fueron diseñadas de forma clara y directa, permitiendo que los participantes completaran el cuestionario de manera autónoma.

Accesibilidad: Se aseguró que el cuestionario fuera compatible con dispositivos móviles, tabletas y computadoras, facilitando su aplicación en áreas con diferentes niveles de acceso tecnológico.

Distribución: El cuestionario fue compartido mediante enlaces digitales a través de redes sociales, correos electrónicos y plataformas comunitarias, alcanzando tanto zonas urbanas como rurales.

La implementación en línea permitió ampliar el alcance geográfico del estudio, reduciendo costos logísticos y aumentando la participación. Además, este formato mitigó el sesgo relacionado con la interacción directa entre encuestador y encuestado, favoreciendo respuestas más honestas y espontáneas.

Esta estrategia de diseño, validación y aplicación permitió obtener datos confiables y representativos, fortaleciendo el rigor científico del estudio y asegurando que los resultados reflejaran de manera precisa la realidad de la población objetivo.

Los grupos focales fueron una técnica clave dentro del enfoque cualitativo del estudio, diseñados para explorar a profundidad las barreras culturales, sociales y logísticas que influyen en la aceptación y el acceso a la vacunación contra el virus del papiloma humano (VPH). Esta técnica permitió obtener perspectivas ricas y detalladas de los tutores legales y el personal de salud, quienes desempeñan roles fundamentales en la toma de decisiones relacionadas con la vacunación.

Se llevaron a cabo ocho sesiones de grupos focales, cuatro en áreas urbanas y cuatro en zonas rurales, para garantizar una representación equitativa de diferentes contextos geográficos y socioculturales. Cada sesión contó con entre 8 y 12 participantes, divididos en dos categorías principales:

Tutores legales: Padres, madres o responsables de adolescentes, quienes compartieron sus percepciones, experiencias y preocupaciones sobre la vacuna.

Personal de salud: Enfermeras, médicos y otros profesionales involucrados en los programas de vacunación, quienes aportaron información sobre las barreras logísticas y operativas.

Las sesiones se realizaron en espacios comunitarios accesibles, como centros educativos y salones comunales, y tuvieron una duración promedio de 90 minutos. Cada grupo fue moderado por un experto en ciencias sociales con experiencia en técnicas de entrevista y facilitación grupal, asegurando un ambiente seguro y participativo.

Cada grupo focal siguió un guion previamente diseñado que abordó los siguientes temas:

Conocimiento y percepciones sobre el VPH y la vacuna:

- Preguntas abiertas como: "¿Qué sabe sobre el VPH y su relación con el cáncer de cuello uterino?" y "¿Qué piensa de la vacuna contra el VPH?"
- Dinámicas participativas como mapas conceptuales colectivos para explorar conocimientos previos.

Barreras culturales y sociales:

- Discusión sobre creencias negativas, mitos y estigmas asociados a la vacuna.
- Preguntas como: "¿Existen razones culturales o religiosas en su comunidad que influyan en la decisión de vacunar a sus hijos?"

Barreras logísticas:

- Exploración de dificultades relacionadas con el acceso a centros de vacunación, costos indirectos (transporte) y disponibilidad de información.
- Preguntas como: "¿Qué obstáculos enfrentan para llevar a sus hijos a vacunarse?"

Estrategias de mejora percibidas:

- Los participantes propusieron soluciones, como campañas educativas adaptadas culturalmente y mejoras en la logística de vacunación.

Se emplearon técnicas cualitativas avanzadas para garantizar la profundidad y calidad de los datos recolectados:

Preguntas abiertas: Fomentaron la libre expresión de ideas y sentimientos, capturando una variedad de perspectivas.

Dinámicas participativas: Como lluvias de ideas y discusiones en pequeños grupos, para facilitar la identificación de patrones comunes.

Reflexión guiada: Se dedicaron los últimos minutos de cada sesión a reflexionar colectivamente sobre posibles soluciones, involucrando a los participantes en la búsqueda de mejoras.

Todas las sesiones fueron grabadas con consentimiento informado y posteriormente transcritas para su análisis. Utilizando el software NVivo v.12, los datos fueron codificados en categorías temáticas, como "barreras culturales", "preocupaciones por efectos secundarios" y "limitaciones logísticas". Este enfoque permitió identificar patrones recurrentes y diferenciar las perspectivas según el contexto urbano o rural, llegando a varios hallazgos:

Barreras culturales: En las zonas rurales, los participantes mencionaron creencias negativas, como la idea de que la vacuna podría causar infertilidad o fomentar comportamientos sexuales inadecuados en los adolescentes. Estas barreras estuvieron menos presentes en las áreas urbanas, donde el nivel de conocimiento era mayor.

Barreras logísticas: Las dificultades para acceder a los centros de vacunación, especialmente en comunidades rurales alejadas, fueron un obstáculo importante. Los costos de transporte y la falta de información sobre los horarios y disponibilidad de la vacuna también fueron mencionados.

Preocupaciones sobre la seguridad de la vacuna: Tanto en áreas urbanas como rurales, algunos participantes expresaron desconfianza hacia la vacuna, influenciados por información errónea y la falta de campañas educativas claras.

Estrategias propuestas: Los participantes sugirieron involucrar a líderes comunitarios y religiosos en la promoción de la vacunación, así como utilizar tecnologías móviles para enviar recordatorios y distribuir información confiable.

Los datos recolectados a través de los grupos focales proporcionaron una perspectiva enriquecida que complementa los hallazgos cuantitativos del estudio. Las percepciones, barreras y sugerencias expresadas por los participantes ofrecen una base sólida para diseñar intervenciones culturalmente adaptadas y mejorar la equidad en la cobertura de vacunación contra el VPH en Ecuador.

El análisis documental fue una técnica fundamental en este estudio, permitiendo complementar los datos primarios con información proveniente de fuentes secundarias confiables. Este enfoque aseguró un marco de referencia sólido para contextualizar los hallazgos obtenidos a través de encuestas y grupos focales, y ofreció una base comparativa para identificar tendencias y disparidades en la cobertura de vacunación contra el virus del papiloma humano (VPH) en Ecuador.

Se recopiló información de instituciones reconocidas que proporcionan datos oficiales y validados sobre la vacunación y salud pública en Ecuador y a nivel global:

Ministerio de Salud Pública del Ecuador (MSP):

- Registros del Programa Ampliado de Inmunizaciones (PAI) sobre la cobertura de vacunación contra el VPH.
- Informes anuales de salud que incluyen estadísticas de incidencia de cáncer cervical y factores relacionados.
- Datos desglosados por regiones geográficas, género y edad, permitiendo un análisis comparativo entre áreas urbanas y rurales.

Organización Mundial de la Salud (OMS):

- Informes globales sobre estrategias de vacunación y metas internacionales, como el objetivo de cobertura del 90% para 2030.
- Publicaciones sobre barreras estructurales y culturales en la vacunación, proporcionando un marco conceptual para interpretar los resultados locales.

Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC):

- Censos nacionales y encuestas de hogares que ofrecieron datos sociodemográficos relevantes, como distribución geográfica, niveles de educación y acceso a servicios de salud.

Literatura Científica y Publicaciones Académicas:

- Artículos revisados por pares que exploraron factores asociados con la vacunación contra el VPH en contextos similares, ampliando la perspectiva del estudio.

El análisis documental se desarrolló en varias etapas:

Identificación de Fuentes:

- Se seleccionaron documentos publicados entre 2015 y 2023 para garantizar la relevancia y actualidad de los datos.
- Se priorizaron informes y bases de datos con cobertura nacional y regional.

Criterios de Inclusión:

- Fuentes con datos desglosados por edad, género y región.
- Estudios y reportes con metodologías explícitas y validadas.

Revisión Sistemática:

Los documentos se revisaron utilizando un marco conceptual basado en factores asociados con la cobertura de vacunación: acceso a servicios, barreras culturales, conocimiento y percepción de riesgos.

Codificación de Datos:

Los datos extraídos se codificaron en categorías específicas, como "disparidades urbanas y rurales", "barreras de acceso" y "tendencias de vacunación", para integrarlos al análisis general del estudio.

El análisis documental permitió llegar a varios hallazgos:

Cobertura de Vacunación: Según el MSP, la cobertura promedio nacional de vacunación contra el VPH en adolescentes fue del 56% en 2022, con disparidades significativas entre zonas urbanas (65%) y rurales (45%).

Tendencias de Incidencia del Cáncer Cervical: Los informes del MSP y la OMS revelaron que Ecuador mantiene una de las tasas más altas de mortalidad por cáncer de cuello uterino en América Latina, con un incremento de casos en áreas rurales, donde las mujeres tienen menos acceso a servicios de detección temprana y vacunación.

Barreras Estructurales: La falta de infraestructura sanitaria adecuada en zonas rurales, combinada con la limitada distribución de recursos, fue identificada como una barrera crítica para alcanzar una cobertura equitativa.

Factores Culturales y Sociales: El INEC reportó que un porcentaje significativo de la población rural tiene percepciones negativas hacia la vacunación, influenciado por creencias culturales y la falta de educación sanitaria.

El análisis documental complementó los datos primarios al proporcionar un marco contextual que permitió com-

parar los hallazgos del estudio con estadísticas nacionales e internacionales, identificar patrones de disparidades geográficas, culturales y estructurales y respaldar la formulación de estrategias basadas en evidencia para mejorar la equidad en la vacunación.

Para garantizar la validez y confiabilidad de este análisis, se aplicaron criterios estrictos en la selección de las fuentes y se verificaron los datos con múltiples referencias cruzadas. Este enfoque integrador aseguró que las conclusiones del estudio estuvieran fundamentadas en evidencia sólida, promoviendo la generación de conocimiento aplicable y relevante para el diseño de políticas públicas en Ecuador. Esta integración de datos secundarios con los hallazgos primarios fortalece la relevancia científica del estudio, posicionándolo como una contribución significativa en el campo de la salud pública y la equidad en vacunación.

El análisis de datos en este estudio combinó métodos cuantitativos y cualitativos para proporcionar una visión integral y rigurosa de los hallazgos. Este enfoque permitió no solo interpretar patrones y relaciones estadísticas, sino también contextualizar las percepciones y barreras sociales que influyen en la cobertura de vacunación contra el virus del papiloma humano (VPH) en Ecuador. El uso de herramientas especializadas como SPSS y NVivo garantizó la precisión y reproducibilidad de los análisis. Además, la triangulación de datos entre métodos cuantitativos y cualitativos fortaleció la validez de los hallazgos, asegurando que las conclusiones fueran representativas y basadas en evidencia sólida.

Este enfoque integrado permitió no solo explorar los resultados en profundidad, sino también contextualizarlos dentro de las dinámicas sociales y culturales que caracterizan las áreas urbanas y rurales de Ecuador. La combinación de técnicas y visualizaciones refuerza la relevancia científica del estudio y proporciona una base sólida para el diseño de estrategias de intervención.

Resultados y Discusión

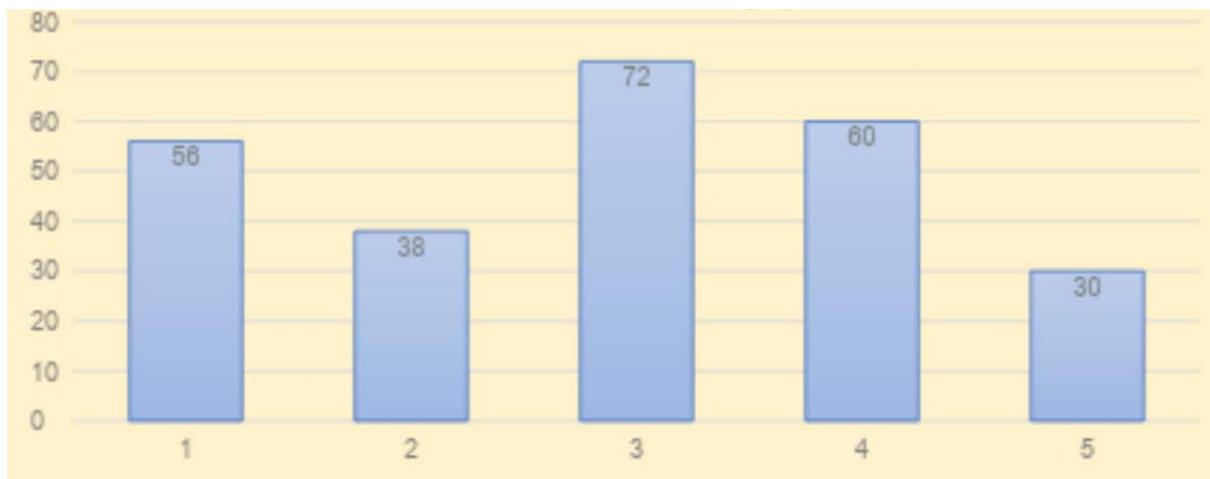
El análisis y discusión de los resultados obtenidos en este estudio proporciona una visión integral de los factores asociados a la cobertura de vacunación contra el virus del papiloma humano (VPH) en adolescentes ecuatorianos. La integración de datos cuantitativos y cualitativos permitió una comprensión profunda de las desigualdades y barreras que limitan la aceptación de la vacuna, con implicaciones significativas para la formulación de políticas de salud pública más equitativas y culturalmente adaptadas, que se resume en las siguiente tablas y gráfico estadístico:

Tabla 1. Indicadores, Alternativas de Respuesta y Media Aritmética de Vacunación contra el VPH

Indicadores	Alternativas de Respuesta	Media Aritmética (%)
Cobertura de Vacunación	Alta/Moderada/Baja	56
Nivel de Conocimiento	Adecuado/Regular/Deficiente	38
Percepción de Seguridad	Alta/Media/Baja	72
Barreras Culturales (Rural)	Significativa/Moderada/No Relevante	60
Barreras Culturales (Urbano)	Significativa/Moderada/No Relevante	30

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos en el estudio.

Gráfico 1. Indicadores, alternativas de respuesta y media aritmética de vacunación con el VPH (%)



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos en el estudio.

Tabla 2. Indicadores, Resultados Clave e Implicaciones de Vacunación contra el VPH

Indicadores	Resultados Clave	Implicaciones
Cobertura de Vacunación	56% promedio nacional, 65% urbano, 45% rural	Fortalecer brigadas móviles y servicios en zonas rurales
Nivel de Conocimiento	38% adecuado, más baj en áreas rurales (30%)	Diseñar campañas educativas dirigidas a comunidades rurales
Percepción e Seguridad	72% urbano, 48% rural	Implementar estrategias informativas basadas en evidencia
Barreras Culturales (Rural)	60% significativa en comunidades rurales	Involucrar líderes comunitarios y religiosos en campañas
Barreras Culturales (Urbano)	30% significativa en comunidades urbanas	Abordar mitos y percepciones erróneas en entornos urbanos

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos en el estudio.

A base del resumen gráfico anterior, se realiza el análisis y discusión de cada indicador.

Cobertura de Vacunación.- La cobertura promedio nacional de vacunación contra el VPH fue del 56%, con disparidades significativas entre áreas urbanas (65%) y rurales (45%). Este hallazgo confirma patrones documentados previamente en Ecuador y otros países de América Latina, donde la desigualdad en el acceso a los servicios de salud es una constante. Según datos del Ministerio de Salud Pública del Ecuador (2023), las áreas rurales enfrentan una infraestructura sanitaria deficiente y un acceso limitado a campañas de vacunación.

Los análisis cualitativos respaldaron esta disparidad, identificando que en las zonas rurales la distribución irregular de recursos y la escasez de personal médico especializado exacerban las brechas de cobertura. Estas barreras estructurales sugieren la necesidad de estrategias descentralizadas, como brigadas móviles y centros de salud itinerantes, que puedan llevar los servicios directamente a las comunidades más remotas.

Nivel de Conocimiento.- Solo el 38% de los adolescentes encuestados poseían un conocimiento adecuado sobre el VPH y su vacuna. Esta cifra fue significativamente menor en las zonas rurales, donde los adolescentes y sus familias carecen de acceso a información confiable y adaptada culturalmente.

El análisis cualitativo reveló que, en muchas comunidades rurales, los padres y tutores no están familiarizados con los beneficios de la vacunación contra el VPH, lo que afecta las tasas de vacunación en adolescentes. Las campañas educativas dirigidas a adolescentes, padres y líderes comunitarios son fundamentales para aumentar el nivel de conocimiento y, en consecuencia, la aceptación de la vacuna.

Percepción de Seguridad de la Vacuna.- La percepción de seguridad de la vacuna fue mayor en áreas urbanas (72%) que en rurales (48%). Este hallazgo refleja cómo la desinformación y los mitos sobre los efectos secundarios de la vacuna afectan de manera desproporcionada a las comunidades rurales, donde los canales de comunicación confiables son limitados. Según Piñeros et al. (2022), las preocupaciones sobre la seguridad de la vacuna son una de las principales barreras para su aceptación en América Latina.

La introducción de campañas informativas basadas en evidencia científica, utilizando formatos accesibles y adaptados culturalmente, podría mitigar estas preocupaciones. Además, testimonios de adolescentes vacunados y sus familias pueden generar confianza en las comunidades rurales.

Barreras Culturales y Sociales.- El 60% de los participantes rurales identificaron barreras culturales significativas, como creencias religiosas y mitos relacionados con la vacunación, en comparación con el 30% de los participantes urbanos. Estas barreras incluyen percepciones erróneas sobre la relación entre la vacunación y la actividad sexual, así como desconfianza en las instituciones de salud pública. Según GAVI Alliance (2022), las estrategias de vacunación deben abordar estas barreras mediante un enfoque comunitario, involucrando a líderes religiosos y locales para construir confianza y legitimidad en las comunidades.

El análisis cualitativo también mostró que los roles de género influyen en la decisión de vacunar a los adolescentes, especialmente en zonas rurales, donde los padres suelen ser más conservadores. Esto destaca la importancia de diseñar intervenciones que no solo eduquen, sino que también respeten las dinámicas culturales de cada comunidad.

Comparación con Investigaciones Previas.- Los hallazgos de este estudio son consistentes con investigaciones similares realizadas en otros países de América Latina. En estos se han documentado que las barreras culturales y sociales, junto con la falta de infraestructura sanitaria, limitan la aceptación de la vacuna en comunidades rurales. Estos resultados refuerzan la necesidad de políticas públicas inclusivas que aborden estas desigualdades estructurales.

Implicaciones para la Salud Pública.- Los resultados de este estudio tienen importantes implicaciones para la salud pública en Ecuador. Primero, la implementación de brigadas móviles y campañas educativas culturalmente sensibles puede cerrar las brechas en la cobertura de vacunación entre áreas urbanas y rurales. Segundo, la integración de líderes comunitarios y religiosos en las campañas de sensibilización puede aumentar la confianza en los programas de vacunación. Finalmente, el fortalecimiento de la infraestructura sanitaria en comunidades rurales es esencial para garantizar un acceso equitativo a los servicios de salud.

Líneas Futuras de Investigación.- Este estudio subraya la necesidad de explorar el impacto longitudinal de las estrategias propuestas, evaluando su sostenibilidad y efectividad en diferentes contextos. Además, futuras investigaciones podrían centrarse en el papel de las tecnologías digitales para combatir la desinformación y mejorar la percepción de seguridad de la vacuna en comunidades rurales.

Conclusiones

El presente estudio reafirma la relevancia de la vacunación contra el virus del papiloma humano (VPH) como una herramienta clave en la prevención del cáncer cervical, un problema de salud pública significativo en Ecuador. Los hallazgos reflejan una cobertura promedio nacional insuficiente, marcada por desigualdades profundas entre áreas urbanas y rurales, y una serie de factores asociados que limitan la aceptación y el acceso a la vacuna.

La cobertura del 56% evidenció disparidades notorias: las áreas rurales mostraron una cobertura significativamente más baja (45%) en comparación con las urbanas (65%), lo que subraya la persistencia de barreras estructurales. Estos resultados reflejan una necesidad urgente de fortalecer los servicios de salud en comunidades marginadas mediante estrategias descentralizadas y el despliegue de brigadas móviles.

El nivel de conocimiento sobre el VPH y su vacuna fue limitado en toda la población estudiada, especialmente en áreas rurales, donde menos del 30% de los adolescentes poseían información adecuada. Este aspecto refuerza la importancia de campañas educativas adaptadas cultural y lingüísticamente que involucren a escuelas, líderes comunitarios y medios de comunicación locales para garantizar una mayor comprensión de la importancia de la vacunación.

Además, las barreras culturales y sociales, como los mitos sobre la vacuna y las creencias religiosas, desempeñaron un papel crítico en la aceptación de la vacuna, particularmente en zonas rurales. Superar estas barreras requerirá la implementación de estrategias participativas que incluyan a líderes religiosos, familiares y autoridades locales como promotores de salud.

Este estudio también identificó una percepción de seguridad significativamente mayor en áreas urbanas (72%) frente a rurales (48%), lo que evidencia la necesidad de generar confianza en la vacuna mediante evidencia científica y testimonios de beneficiarios.

En términos de políticas públicas, se recomienda priorizar la equidad en los programas de vacunación mediante un enfoque integral que combine intervenciones educativas, fortalecimiento de la infraestructura sanitaria y la reducción de barreras culturales. Estas medidas deben ser sostenidas por políticas a largo plazo que evalúen continuamente su impacto y efectividad.

Las líneas futuras de investigación deberían centrarse en explorar los impactos longitudinales de las intervenciones propuestas, con un enfoque en la sostenibilidad y replicabilidad en contextos similares. Además, es crucial evaluar el papel de las tecnologías digitales como una herramienta para la educación sanitaria y la lucha contra la desinformación en comunidades rurales.

La prevención efectiva del cáncer cervical en Ecuador dependerá de la capacidad de abordar las disparidades existentes y de implementar estrategias culturalmente sensibles que empoderen a las comunidades. Este estudio proporciona una base para el diseño de políticas inclusivas y sostenibles que promuevan el acceso equitativo a la vacunación contra el VPH y mejoren la salud pública en adolescentes.

Referencias bibliográficas

- Creswell, J. W., y Plano Clark, V. L. (2021). *Designing and conducting mixed methods research* (4th ed.). SAGE Publications.
- GAVI Alliance. (2022). HPV Vaccination in Low-Resource Settings. Recuperado de <https://www.gavi.org/>
- Ministerio de Salud Pública del Ecuador. (2022). Informe anual de vacunación y salud pública en Ecuador. Quito, Ecuador: MSP.
- Ministerio de Salud Pública del Ecuador. (2023). Vacuna contra el virus del papiloma humano previene cáncer uterino en Ecuador. Recuperado de <https://www.salud.gob.ec>
- Organización Mundial de la Salud. (2023). Cervical cancer prevention and control. Recuperado de <https://www.who.int>
- Herrera-Acevedo, C., y López-González, J. (2021). HPV vaccination strategies in low-income countries. *Global Health Reports*, 9(1), 45-53. <https://doi.org/10.1093/ghr/ghx920>
- American Cancer Society. (2022). HPV vaccine: A critical tool in cancer prevention. Recuperado de <https://www.cancer.org>
- UNICEF. (2023). Supporting equitable access to HPV vaccination in vulnerable populations. Recuperado de <https://www.unicef.org/>
- Sánchez, R., y Velasco, M. (2020). Perceptions and attitudes toward HPV vaccination in rural communities. *Journal of Community Health*, 45(5), 675-682. <https://doi.org/10.1007/s10900-020-00808-3>
- García, L., y Pérez, A. (2022). Addressing vaccine hesitancy in rural areas: The case of HPV vaccination in Ecuador. *Health Policy Journal*, 30(2), 98-112. <https://doi.org/10.1016/j.hpjo.2022.02.005>
- Hernández, M., y Romero, J. (2023). Overcoming barriers to vaccination in Latin America: Insights from the field. *Journal of Public Health Policy*, 44(1), 87-98. <https://doi.org/10.1057/s41271-023-00345-7>.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). (2022). Estadísticas vitales: Salud y mortalidad en Ecuador. Quito, Ecuador: INEC.
- Navarro-Quintero, C., y Mejía-Medina, A. (2023). Socioeconomic factors influencing HPV vaccine uptake in developing countries. *International Health Review*, 18(4), 223-236. <https://doi.org/10.1093/intrev/intrev2023>.

PRODUCCIÓN ASOCIATIVA DE PEPINO (*CUCUMIS SATIVUS L*) Y NABO (*BRASSICA RAPA L*) EN CONDICIONES SEMI CONTROLADAS

ASSOCIATIVE PRODUCTION OF CUCUMBER (*CUCUMIS SATIVUS L*) AND TURNIP (*BRASSICA RAPA L*) UNDER SEMI-CONTROLLED CONDITIONS

Fabián Gordillo Manssur¹⁰

fabian.gordillom@ug.edu.ec

ORCID: 0000-0002-2690-4652

Nicolás Vasconcellos Fernández¹¹

nicolas.vasconcellosf@ug.edu.ec

ORCID: 0000-0002-4489-8081

Resumen

La producción hortícola presenta gran diversidad de cultivos para autoconsumo y comercialización desarrollando técnicas de asociatividad. El objetivo fue evaluar la cosecha de pepino y nabo en condiciones asociadas semi controladas. El área se preparó colocando una malla protectora del 50% de radiación y tres capas de sustratos mezcladas formando un suelo aportado conformado por 40% tierra de sembrado, 40% materia orgánica y 20% cascarilla de arroz. La toma de datos se llevó a cabo considerando variables como: longitud, diámetro, peso, número de semillas en tres cosechas de pepino, y altura de la planta y número de hojas en una cosecha de nabo. Las mediciones realizadas en tres cosechas sucesivas de pepinos revelaron variaciones en tamaño, peso y contenido de semillas, siendo la segunda cosecha la más prometedora en términos de peso y aprovechamiento de la relación longitud y diámetro del fruto. En el nabo se obtuvo una media de 31,5 cm en altura y 9,6 en número de hojas. El uso combinado con prácticas culturales apropiadas, ha sido clave para el desarrollo exitoso del cultivo de nabo y pepino en la parcela, adaptándose a las condiciones climáticas y atendiendo las necesidades específicas de cada cultivo.

Palabras clave: Asociatividad, cosecha, hortalizas, parcela, producción.

Abstract

Horticulture presents a great diversity of crops for self-consumption and commercialization, developing associative techniques. The objective was to evaluate the harvest of cucumber and turnip in semi-controlled associated

¹⁰ Doctor (Ph.D.) en Agricultura protegida, Universidad de Guayaquil, Ecuador

¹¹ Doctor (Ph.D.) en Ciencias Sociales con especialización en sociología rural, Universidad de Guayaquil, Ecuador

conditions. The area was prepared by placing a protective mesh reducing radiation by 50% and three layers of mixed substrates forming a soil made up of 40% sowing soil, 40% organic matter and 20% rice husk in three productive beds. Data collection was carried out considering variables such as: length, diameter, weight, number of seeds in three cucumber crops, and plant height and number of leaves in a turnip crop. Measurements carried out in three successive cucumber harvests revealed variations in size, weight and seed content, with the second harvest being the most promising in terms of weight and use of the length-to-diameter ratio of the fruit. The average height of the turnip was 31.5 cm and the average number of leaves was 9.6. The combined use of appropriate cultural practices has been key to the successful development of the turnip and cucumber crop on the plot, adapting to the climatic conditions and meeting the specific needs of each crop.

Keywords: Associativity, harvest, vegetables, plot, production.

Introducción

La agricultura es la actividad más importante, encargada de la dotación de alimentos para la humanidad; a través de mecanismos muchas veces no tan favorables para el medio ambiente, pues para mayor rendimiento se recurre al uso de agroquímicos, deforestación, contaminación de aguas, suelo y aire. Por este motivo, es imperioso proponer alternativas productivas que generen un cambio sustancial en los procesos agrícolas (Reyes-Palomino y Cano, 2022; Tamayo Ortiz y Alegre Orihuela, 2022).

En la medida que la necesidad del ser humano por alimentarse aumenta, surgen alternativas asociativas de producción y comercialización desde la segunda mitad del siglo XVIII, considerando distintas perspectivas en el sector rural debido a que diferentes estudios lo catalogan como el sector que sustenta a la población mundial (Kobila, 2023).

La necesidad de obtención de alimentos saludables en los últimos años ha presentado un fuerte impulso en diversos sistemas y sectores productivos caracterizados como orgánicos, ecológicos, agroecológicos, enmarcados principalmente en la combinación de especies hortícolas de acuerdo a su facilidad de adaptación entre especies, valor de su contenido nutricional, eficiencia del suelo, importancia económica, entre otros aspectos claves (Alvez y Alayón Luace, 2020; Tamayo Ortiz y Alegre Orihuela, 2022).

La horticultura es probablemente la actividad más conocida y antigua para el desarrollo de cultivos. Consiste en el sembrado de semillas de vegetales y hortalizas, en su mayoría especies de ciclo corto, destinadas tanto para el autoconsumo como para su comercialización en mercados internos y externos; y de esta manera obtener ingresos adicionales para el hogar. Además, los cultivos hortícolas presentan varios requerimientos y exigencias al momento de plantarlos. Estos son: suelos ricos en minerales y nutrientes, riego permanente y regular, luz solar y protección de los elementos naturales (Nicholls, Altieri y Vázquez, 2017; Silva, 2017).

Según informe de la Organización Mundial de la Salud (2018), "una dieta saludable ayuda a protegernos de la malnutrición en todas sus formas, así como de las enfermedades no transmisibles, como la diabetes, las cardiopatías, los accidentes cerebrovasculares y el cáncer".

Existen diversas técnicas para la implementación de la producción hortícola tales como la rotación y asociación de cultivos que permiten mantener la fertilidad del suelo, eficiencia en el manejo de las labores culturales, favorecen el desarrollo natural de los vegetales, reducción de la erosión (Vargas Díaz, Wilches Ortiz y Espitia Malagón, 2022).

La asociación de cultivos se puede implementar en campo abierto, bajo agricultura protegida o en hidroponía. Esta técnica consiste en combinar en un mismo espacio o parcela agrícola y período de tiempo, dos o más cultivos, conservando determinadas prácticas de sostenibilidad de la biodiversidad local, así como la disponibilidad y consumo de los recursos (Martín-Prieto, et al. 2023).

En el estudio se planteó evaluar la cosecha de pepino y nabo en condiciones asociadas semi controladas que permitan desarrollar un modelo de producción a pequeña escala de forma sustentable minimizando los efectos negativos al medio ambiente causados por la actividad agrícola.

Metodología

La investigación se desarrolló en el campus de prácticas de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad de Guayaquil ubicada con las coordenadas: -2.150756, -79.914613, en la ciudad de Guayaquil con una altitud de 6 m.s.n.m. El clima del sitio de estudio está clasificado como Tropical Megatérmico Seco, con precipitaciones total anual entre 1000 a 2000 mm, temperatura media anual de 25°C (GAD Municipal de Guayaquil, 26 de octubre de 2022).

La parcela experimental se preparó colocando una malla protectora del 50% de radiación, riego constante y tres capas de sustratos mezcladas formando un suelo aportado conformado por 40% tierra de sembrado, 40% materia orgánica y 20% cascarilla de arroz en tres camas productivas como se observa en Figura 1.

Figura 1. Preparación de la parcela experimental



Nota. Implementación de materiales para parcela experimental previo al establecimiento del cultivo a) Aplicación de sustratos b) Aplicación de fuente de protección a radiación.

Paralelamente, se realizaron semilleros de las especies vegetales pepino (*Cucumis sativus* L) y nabo (*Brassica rapa* L) en bandejas germinativas, utilizando semillas certificadas, y una fertilización recomendada por el fabricante. Luego, se trasplantó el pepino a los 8 días y el nabo a los 10 días. Los pepinos se colocaron en cada hilera con medidas de 1 m entre hilera y 0,35 m entre planta, obteniendo 16 plantas de pepino en cada hilera (3 hileras en total). En cuanto al nabo se obtuvo 22 plantas de en cada hilera; con medidas de 0,25 m entre hilera y 0,25 entre planta, (6 hileras en total) de acuerdo al distanciamiento de siembra de cada especie (Cruz-Coronado y Monge, 2021). Además, se trasplantaron ruda y albahaca como repelentes en manejos de insectos plagas.

El manejo del riego, la nutrición del suelo, y el control de malezas o plantas arvenses e insectos plagas y enfermedades fue según sus requerimientos diferenciados. El riego se realizó manual para mantener la humedad del suelo, el control de malezas se realizó manualmente, con azada y una frecuencia semanal, el control de insectos plagas y enfermedades fue mediante la elaboración de productos con extractos vegetales. Una vez que las plantas de pepino alcanzaron una altura de 10 cm, se realizó la labor de tutorado para brindar soporte y favorecer el crecimiento vertical. La cosecha de los cultivos se realizó cuando estos alcanzaron madurez comercial, es decir, comparando la etapa de madurez del órgano de consumo de la planta con la madurez encontrada en los mercados locales (Figura 2).

Figura 2. Establecimiento de la asociación de cultivos



Nota. Manejo agronómico de los cultivos asociados: a) Ubicación de parcelas asociadas. b) Implementación de tutoreo vertical en cultivo de pepino.

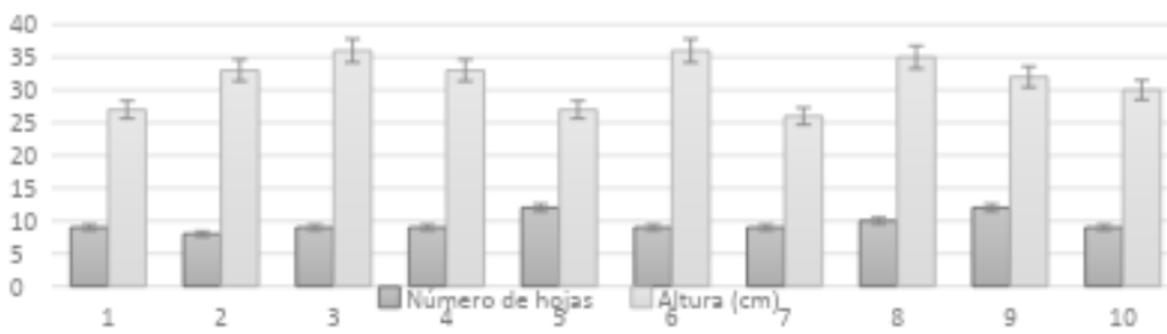
La toma de datos se llevó a cabo en 10 plantas seleccionadas al azar para ambos cultivos en cada hilera (en el caso de pepino 9 frutos por planta), considerando variables como: longitud, diámetro, peso, número de semillas en tres cosechas de pepino, y altura de la planta y número de hojas en una cosecha de nabo en el período de 50 a 60 días después del trasplante (Cruz-Coronado, Monge-Pérez y Loría, 2020).

Se realizó un análisis de varianza (ANOVA), con un 5% de significancia y la prueba de comparaciones múltiples se realizó con Tukey ($\alpha = 0.05\%$) para verificar las diferencias significativas. Los análisis se realizaron en el software Jasp.

Resultados y discusión

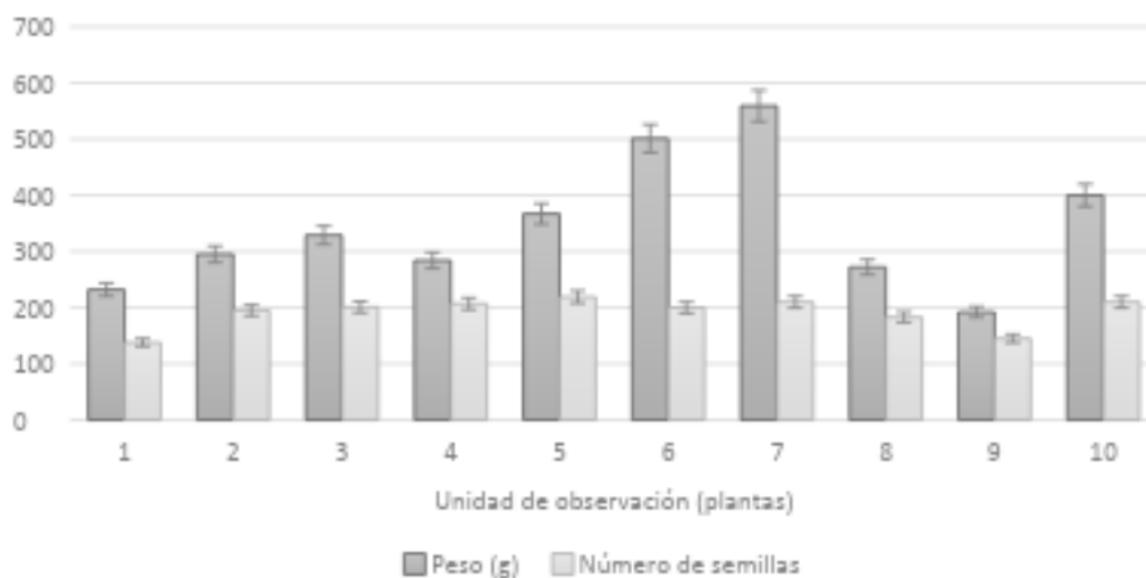
El desarrollo del cultivo de nabo en la cosecha presentó una media de 31,5 cm de altura, superior a lo registrado por Huallpa (2014) y similar a Peña-Murillo, et.al (2024) quienes indican un promedio de 29,5 cm y 35 cm respectivamente, y 9,6 hojas en promedio por planta, lo cual es inferior a lo registrado por los autores.

Figura 3. Desarrollo del cultivo de nabo en cosecha



La altura máxima alcanzada fue de 36 cm y una mínima de 26 cm, encontrando diferencias estadísticas significativas entre dos grupos conformados por: Grupo 1 - U1, U5 y U7, Grupo 2 - U2, U3, U4, U6, U8, U9 y U10. Respecto al número de hojas, se alcanzó un máximo de 12 hojas por planta y un mínimo de 8 hojas, encontrando diferencias significativas entre dos grupos conformados por: Grupo 1 - U5 y U9, Grupo 2 - Otras unidades de observación (Figura 3). En el cultivo de pepino se registraron tres cosechas consecutivas, coincidiendo con Salazar-Saltos, Ramirez-Zambrano y Gaibor-Calero (2024) quienes registraron valores de tres cosechas. Los valores de la primera cosecha se presentan en la Figura 4.

Figura 4. Respuesta del cultivo de pepino en primera cosecha

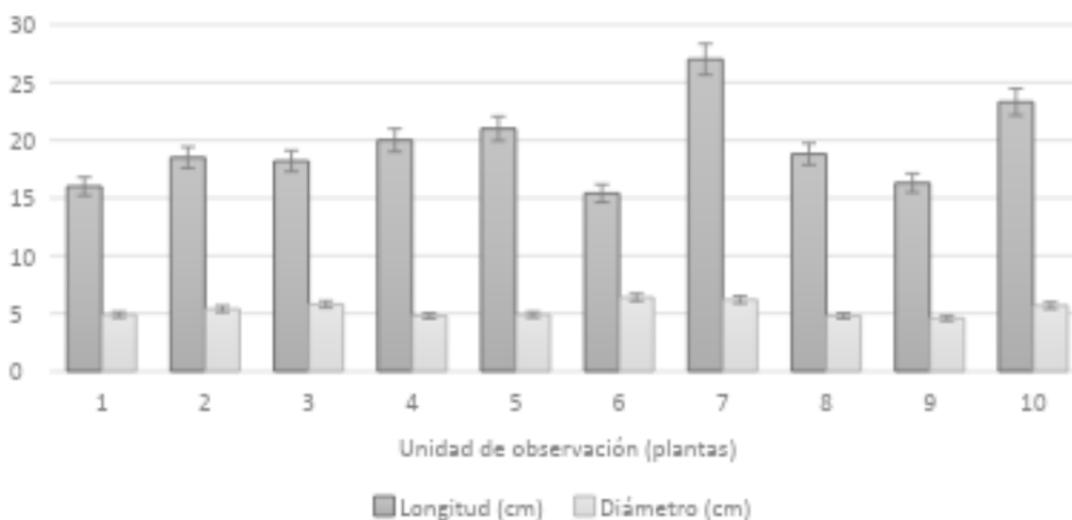


Nota. Valoración de variables de cosecha a) variables de peso, número de semillas por fruto.
 b) variables de longitud y diámetro del fruto.

El desarrollo del cultivo de pepino en la primera cosecha presentó una media de peso del fruto de 266,70 g; superior a los registrados en la primera cosecha del muestreo hecho por Salazar-Saltos, Ramirez-Zambrano y Gaibor-Calero (2024); y 217,20 semillas por fruto. Respecto al diámetro 5,19 cm y longitud de fruto de 19,34 cm en promedio, lo cual concuerda con lo mencionado por Aguirre-Cobeña, et al. (2024).

Los valores máximos alcanzados fueron de 5,6 cm en diámetro de fruto, estas medidas se relacionan con la escala de producción de pepino que propone Chacón-Padilla y Monge-Pérez, (2020a). La longitud de fruto de 23 cm lo coloca en la categoría de un pepino mediano de segunda o comercialización interna y similar a los 23,57 cm mencionados por Salazar-Saltos, Ramírez-Zambrano y Gaibor-Calero (2024) y superior a los 21,71 cm en el estudio de Aguirre-Cobeña, et al. (2024). El peso del fruto es de 319 g, superior al mencionado por Salazar-Saltos, Ramírez-Zambrano y Gaibor-Calero (2024) que corresponde a un pepino mediano de segunda; y el número de semillas por fruto es de 266, similares resultados obtenidos por Varona-Fuentes, et al. (2010).

Figura 5. Respuesta del cultivo de pepino en segunda cosecha

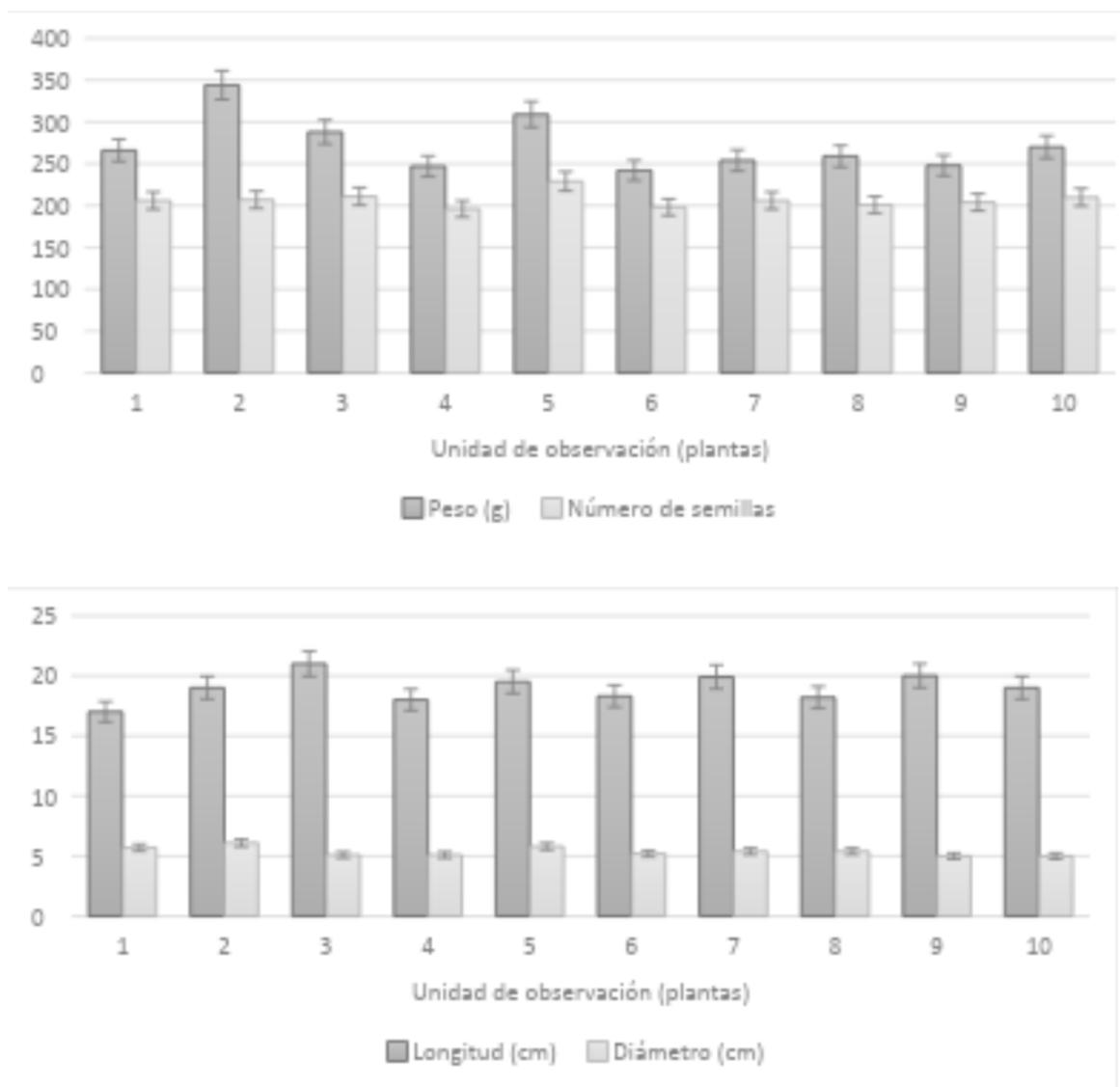


Nota. Valoración de variables de cosecha a) variables de peso, número de semillas por fruto.
 b) variables de longitud y diámetro del fruto.

El desarrollo del cultivo de pepino en la segunda cosecha (Figura 5) tiene una media del fruto de 343,1 g y 190,8 semillas por fruto. Respecto al diámetro 5,35 cm y longitud de fruto de 19,45 cm en promedio, resultados similares a los reportados por Chacón-Padilla y Monge-Pérez (2020b) y Aguirre-Cobeña, et al (2024).

Valores máximos alcanzados fueron en diámetro de fruto 6,4 cm, superior a los 5,48 cm como valor máximo obtenido por Aguirre-Cobeña, et al (2024). La longitud de fruto alcanzó 23,3 cm, superior a Aguirre-Cobeña, et al (2024) y valores similares a los conseguidos por Salazar-Saltos, Ramírez-Zambrano y Gaibor-Calero (2024). El peso de fruto fue de 559 g. y número de semillas 219 semillas por fruto, concordante con lo indicado por Montaña, Gil y Palmares (2018).

Figura 6. Respuesta del cultivo de pepino en tercera cosecha



Nota. Valoración de variables de cosecha a) variables de peso, número de semillas por fruto.
 b) variables de longitud y diámetro del fruto.

En la Figura 6, se presenta los datos recogidos de la tercera cosecha del cultivo de pepino con un promedio de peso del fruto de 272,70 g, como fruto mediano de segunda; y 206,8 semillas por fruto. Respecto al diámetro de 5,38 cm concuerda con el fruto mediano de primera, la longitud del fruto de 18,99 cm promedia como un fruto mediano de segunda (Cruz-Coronado, Monge-Pérez y Loría, 2020).

El diámetro de media de 5,97 cm inferior al valor máximo en promedio 6,1 cm obtenido en los estudios de Tambo Caraguay, et al (2023). Respecto a longitud de fruto se registró 21 cm similar al presentado por Aguirre-Cobeña, et al (2024) y peso de fruto 309 g menor a lo reportado por Tambo Caraguay, et al (2023) y Salazar-Saltos, Ramírez-Zambrano y Gaibor-Calero (2024) debido a que los autores llegaron a registrar hasta dos cosechas en esta variable y los números de semillas 229 semillas por fruto, dato similar a Varona-Fuentes, et al. (2010).

Tabla 1. Comparación de los valores medios obtenidos en tres cosechas de pepino

No. Cosecha	Longitud del fruto (cm)	Diámetro del fruto (cm)	Peso del fruto (g)	Número de semillas en fruto
1	19,34 ab	5,29 a	266,70 a	217,70 c
2	19,45 b	5,35 b	343,10 b	190,80 a
3	18,99 a	5,38 b	272,70 ab	206,80 b
PROMEDIO	19,26	5,34	294,17	205,10

En el cuadro comparativo de las variables de respuesta en las tres cosechas de pepino (Tabla 1), se observa que existen diferencias estadísticas significativas entre las medias de los valores obtenidos, presentando mejores valores comerciales en la cosecha dos, seguido por la cosecha uno y finalmente la cosecha tres.

Respecto a la variable longitud del fruto, se observa no existe diferencia entre la cosecha uno y dos, pero si entre la cosecha dos y tres. Para variable diámetro del fruto, existe diferencia entre las tres cosechas; mientras que la variable peso del fruto existe diferencia entre la cosecha uno y la cosecha dos, pero se mantuvo lo mismo valores en la cosecha tres. En cuanto a la variable número de semillas en el fruto, existe diferencia estadística significativa entre cada cosecha. Los valores registrados en las tres cosechas coinciden con los presentados por varios autores en diferentes estudios: Varona-Fuentes, et al. (2010), Cruz-Coronado, Monge-Pérez y Loría (2020), Tambo Caraguay, et al (2023), Aguirre-Cobeña, et al (2024) y Salazar-Saltos, Ramirez-Zambrano y Gaibor-Calero (2024).

Conclusiones

Las condiciones asociativas semi controladas demostraron ser eficientes en el manejo de recursos y el desarrollo productivo de los cultivos, obteniendo en el nabo una media de 31,5 cm en altura y 9,6 en número de hojas, adecuado para el consumo; y en el cultivo de pepino peso del fruto de 343,1 g y 190,8 semillas por fruto. Respecto al diámetro 5,35 cm y Longitud de fruto de 19,45 cm, total de frutos 12 frutos por planta, considerado como fruto mediano de primera o segunda.

Las mediciones realizadas en tres cosechas sucesivas de pepinos revelaron variaciones en tamaño, peso y contenido de semillas, siendo la segunda cosecha la más prometedora en términos de peso y aprovechamiento de la relación longitud y diámetro del fruto.

El uso combinado con prácticas culturales apropiadas, ha sido clave para el desarrollo exitoso del cultivo de nabo y pepino en la parcela, adaptándose a las condiciones climáticas y atendiendo las necesidades específicas de cada cultivo.

Las labores de manejo fitosanitaria y en conjunto de las plantas repelentes ayudaron a controlar y mantener baja la presencia de las plagas, además que al momento de aplicar insecticidas orgánicos estos eran muy efectivos para eliminar las plagas existentes.

Referencias bibliográficas

- Aguirre-Cobeña, L., Salguero-Ramos, D., Bonilla-Bonilla, A., y Salazar-López, R. (2024). Evaluación del desempeño del cultivo de pepino (*Cucumis sativus*) frente a tres fertilizantes foliares en la parroquia Nuevo Paraíso, Orellana, Ecuador. *Bionatura Journal*, 9(1). En <https://revistabionatura.org/wp-content/uploads/2024/03/2024.09.01.11.pdf>
- Alvez, N. V., y Alayón Luaces, P. (2020). Evaluación de policultivos frutihortícolas agroecológicos del Nordeste Argentino. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, 55(2), 273-284. <https://doi.org/10.31055/1851.2372.v55.n2.26899>
- Chacón-Padilla, K., y Monge-Pérez, J. E. (2020a). Producción de pepino (*Cucumis sativus* L.) bajo invernadero: comparación entre tipos de pepino. *Revista Tecnología en Marcha*, 33(1), 17-35. <https://doi.org/10.18845/tm.v33i1.5018>
- Chacón-Padilla, K., y Monge-Pérez, J. E. (2020b). Producción de pepino (*Cucumis sativus* L.) bajo invernadero: correlaciones entre variables. *Revista Posgrado y Sociedad*, 18(2), 53-70. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7797023>
- Cruz-Coronado, J., Monge-Pérez, J., y Loría M. (2020). Comparación agronómica entre tipos de pepino (*Cucumis sativus*). *Research journal of the Costa Rica Distance Education University: Cuadernos de Investigación UNED*, 12(1). <https://doi.org/10.22458/urj.v12i1.2842>
- Cruz-Coronado, J., y Monge-Pérez, J. (2021). Evaluación de cuatro genotipos de pepino tipo largo cultivados bajo ambiente protegido. *Pensamiento Actual*, 21(36). <https://doi.org/10.15517/pa.v21i36.47198>
- Huallpa Saca, F. (2014). Comportamiento productivo de variedades de nabo (*Brassica napus* L.) con diferentes abonos orgánicos en el altiplano norte de la paz [Tesis fin de grado, Universidad Mayor de San Andrés]. Repositorio Institucional UMSA. <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/5130>
- GAD Municipal de Guayaquil (26 de octubre de 2022). Tipos clima Gye. Geoportal del GAD Municipal de Guayaquil. <https://geoportal-guayaquil.opendata.arcgis.com/documents/38d6ba2b23e64f22a9690355bd446da7/about>
- Kobila, M. T. (2023). Estrategias asociativas para el desarrollo del sector rural. Un estudio de casos en el sur santafecino (207-2019). *Mundo Agrario*, 24(57). <https://doi.org/10.24215/15155994e225>
- Martín-Prieto, D., Prieto-Abreu, M., Martín-Martín, G. J., Iglesias-Gómez, J. M., y Rivero-Cáceres, J. (2023). Manejo agroecológico de morera forrajera en asociación con cultivos de ciclo corto. *Agronomía y Ambiente*, 43(3). <http://agronomiayambiente.agro.uba.ar/index.php/AyA/article/view/256>
- Montaño, N. J., Gil, J., y Palmares, Y. (2018). Rendimiento de pepino (*Cucumis sativus* L.) en función del tipo de bandeja y la edad de transplante de las plántulas. *Anales Científicos*, 79 (2), 377-385. <http://dx.doi.org/10.21704/ac.v79i2.1247>
- Peña-Murillo, R. F., Arias-Torres, A. S., Manobanda-Teneda, M., Abraján-Tasinchana, K., y Cevallos-Guano, D. G. (2024). Determinación del Requerimiento Hídrico del Nabo Chino (*Brassica rapa* subsp. *pekinensis*). *Polo del Conocimiento*, 9(5), 2176-2196. En <https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/7316>

- Nicholls, C. I., Altieri, M. A., y Vázquez, L. L. (2017). Agroecología: principios para la conversión y el rediseño de sistemas agrícolas. *Agroecología*, 10(1), 61-72. <https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/300741>
- Organización Mundial de la Salud (31 de agosto 2018). Alimentación sana. Datos y cifras. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/healthy-diet>
- Reyes-Palomino, S. E., y Cano Ccoa, D. M. (2022). Efectos de la agricultura intensiva y el cambio climático sobre la biodiversidad. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 24(1), 53-64. <http://dx.doi.org/10.18271/ria.2022.328>
- Salazar-Saltos, A., Ramirez-Zambrano, M., y Gaibor-Calero, D. (2024). Evaluación de tres dosis de fertilizantes orgánicos en el desarrollo agronómico del pepino (*Cucumis sativus* L.) variedad cucumber en el Triunfo Cantón La Maná. *Revista de investigación Agropecuaria Science and Biotechnology*, 4(1), 20-33. <https://doi.org/10.25127/riagrop.20241.967>
- Silva, V. M. (2017). El cultivo de hortalizas. *Jatum Sach'a*. https://www.unodc.org/documents/bolivia/DIM_Manual_de_cultivo_de_hortalizas.pdf
- Tamayo Ortiz, C. V., y Alegre Orihuela, J. C. (2022). Asociación de cultivos, alternativa para el desarrollo de una agricultura sustentable. *Siembra*, 9(1). <https://doi.org/10.29166/siembra.v9i1.3287>
- Tambo Caraguay, V. R., Romero Sandoval, B. L., Merino Jaramillo, L. G., y Arevalo Bautista, S. E. (2023). Evaluación del rendimiento de pepino bajo dos sistemas de fertilización en invernadero. *RECIMUNDO*, 7(2), 19-32. [https://doi.org/10.26820/recimundo/7.\(2\).jun.2023.19-32](https://doi.org/10.26820/recimundo/7.(2).jun.2023.19-32)
- Vargas Díaz, R. E., Wilches Ortiz, W. A., y Espitia Malagón, E. M. (2022). Efecto del establecimiento de sistemas de rotación para el cultivo de la papa sobre las características químicas y físicas del suelo. *Siembra*, 9(2). <https://doi.org/10.29166/siembra.v9i2.4023>
- Varona-Fuentes, M., Hernández-Chávez, A., Marrero, A., Hernández, M. L., y Fajardo, O. (2010). Aspectos relacionados con la producción de semilla de pepino en condiciones protegidas [Comunicación en congreso]. 17 Congreso Científico internacional del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, San José de las Lajas, La Habana. <https://ediciones.inca.edu.cu/files/congresos/2010/CDMemorias/memorias/ponencias/talleres/AES/ra/AES-P.41.pdf>

ANÁLISIS DE LA PRODUCTIVIDAD PRIMARIA NETA PARA ESTIMAR LOS EFECTOS DE LAS ACTIVIDADES AGRÍCOLAS Y GANADERAS EN LA RESERVA ECOLÓGICA MACHE CHINDUL UTILIZANDO HERRAMIENTAS SIG

ANALYSIS OF NET PRIMARY PRODUCTIVITY TO ESTIMATE THE EFFECTS OF AGRICULTURAL AND LIVESTOCK ACTIVITIES IN THE MACHE CHINDUL ECOLOGICAL RESERVE USING GIS TOOLS

Nathaly Mera Galarraga
nathaly.mera@pucese.edu.ec

Jaime Sayago Heredia
jaime.sayago@pucese.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0003-3657-54072>

Resumen

Este estudio analiza los efectos de las actividades agrícolas y ganaderas en la Reserva Ecológica Mache Chindul (REMACH) mediante el uso de herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG) y la productividad primaria neta (PPN). El objetivo principal es evaluar la PPN y su relación con la variabilidad climática, así como con las actividades agropecuarias dentro de la reserva. La metodología incluyó el análisis de imágenes satelitales utilizando SIG para generar mapas temáticos que representen la cobertura del suelo, la temperatura, la evapotranspiración y la PPN. Se aplicó un análisis estadístico para determinar la relación entre la PPN y la temperatura mediante el coeficiente de Pearson y regresión lineal. Los resultados muestran una correlación moderada entre la temperatura y la PPN, observando que, a menor temperatura, mayor es la productividad. Las actividades agropecuarias han contribuido significativamente a la degradación del suelo y la disminución de la PPN, ampliando la frontera agrícola y ganadera. En conclusión, la expansión de estas actividades está degradando los ecosistemas locales y afectando la capacidad de recuperación de la vegetación natural.

Palabras clave: Productividad primaria neta, actividades agropecuarias, análisis SIG, degradación del suelo, Reserva Mache Chindul.

Abstract

This study analyses the effects of agricultural and livestock activities in the Mache Chindul Ecological Reserve (REMACH) using Geographic Information Systems (GIS) tools and net primary productivity (NPP). The main objective is to assess NPP and its relationship with climate variability, as well as with agricultural activities within the reserve. The methodology included the analysis of satellite images using GIS to generate thematic maps representing land cover, temperature, evapotranspiration and NPP. Statistical analysis was applied to determine

the relationship between PPN and temperature using Pearson's coefficient and linear regression. The results show a moderate correlation between temperature and PPN, observing that the lower the temperature, the higher the productivity. Agricultural activities have contributed significantly to soil degradation and the decrease in PPN, expanding the agricultural and livestock frontier. In conclusion, the expansion of these activities is degrading local ecosystems and affecting the resilience of natural vegetation.

Keywords: Net primary productivity, agricultural activities, GIS analysis, land degradation, Mache Chindul Reserve.

Introducción

La Productividad Primaria Neta (PPN) es un indicador clave para comprender la dinámica ecológica de los ecosistemas, ya que refleja la diferencia entre la fotosíntesis total y la respiración de las plantas (Bazame et al., 2019). En términos prácticos, la PPN se define como la cantidad de materia orgánica generada en un intervalo de tiempo determinado, lo que la convierte en una herramienta esencial para evaluar la capacidad de biomasa de un ecosistema (Quinto et al, 2007). Además, la PPN desempeña un papel crucial en el almacenamiento de biomasa, especialmente en su relación con la captura de dióxido de carbono atmosférico, lo que la vincula directamente con los esfuerzos por mitigar el cambio climático (Liu et al. 2019). Este parámetro es también fundamental para evaluar el potencial ecológico de los recursos naturales renovables y su manejo sostenible (Gómez y Gallopín, 1991).

La Reserva Ecológica Mache Chindul (REMACH), ubicada entre las provincias de Esmeraldas y Manabí, fue creada en 1996 mediante el Decreto Ejecutivo #045 y constituye una de las áreas protegidas con mayor presión por actividades humanas, incluyendo la producción agrícola, maderera y ganadera (Perlin y Leguizamón, 2024). Pese a estas presiones, la REMACH cumple un papel multifuncional, permitiendo actividades como la investigación, educación, recreación controlada y aprovechamiento sustentable de los recursos por parte de las comunidades locales.

No obstante, la creciente demanda de actividades agropecuarias, impulsada por la necesidad económica de las comunidades residentes, ha generado impactos significativos sobre el recurso suelo, incluyendo contaminación por agroquímicos y erosión, poniendo en riesgo la sostenibilidad del ecosistema (Muñoz et al., 2016). Estudios previos destacan

la relevancia de la PPN como un indicador del flujo de carbono disponible en los ecosistemas, siendo crucial para el manejo de recursos naturales (Basili y Sanchez, 2018).

Sin embargo, en áreas como la REMACH, donde las actividades agrícolas y ganaderas son un pilar económico, el uso intensivo de fertilizantes químicos y pesticidas ha ocasionado efectos negativos, tanto en el suelo como en los recursos hídricos (Raya et al. 2015). La explotación sin control de cultivos como el cacao, principal fuente de ingreso en la región, enfatiza la necesidad de estrategias que combinen la sostenibilidad ambiental con el desarrollo económico de las comunidades (Anrango 2013; Días 2015). En este contexto, el presente estudio se enfoca en analizar la PPN en la Reserva Ecológica Mache Chindul utilizando herramientas de sistemas de información geográfica (SIG). Este enfoque permitirá identificar los efectos de las actividades agropecuarias sobre la reserva, establecer relaciones entre la variabilidad climática y la productividad primaria, y generar mapas temáticos que visualicen estos procesos. Los resultados contribuirán al desarrollo de estrategias de manejo sostenible para la conservación de este ecosistema único.

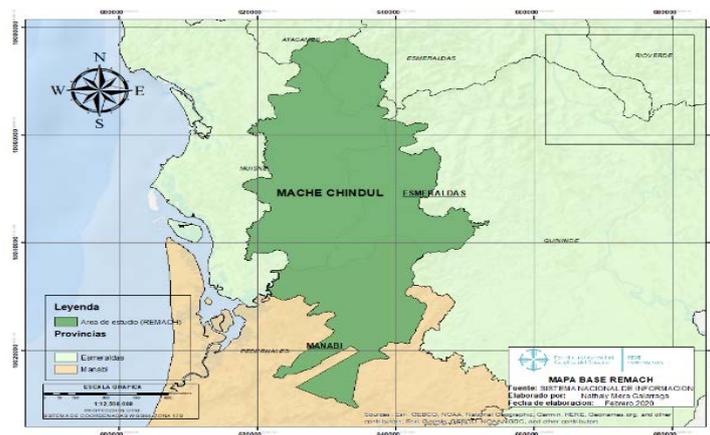
Metodología

La metodología empleada en este estudio se estructuró en etapas que integraron diferentes enfoques analíticos para abordar la problemática investigada y sobre las condiciones climáticas, ecológicas y productivas de la Reserva Ecológica Mache Chindul (REMACH), combinando técnicas bibliográficas, análisis espacial, cálculos matemáticos y métodos estadístico y se describen a continuación:

Área de trabajo

La Reserva Ecológica Mache Chindul (REMACH) se ubica en los cantones Esmeraldas, Quindé, Atacames y Muisne de la provincia de Esmeraldas, y en el cantón Pedernales de Manabí. Esta área protegida, perteneciente al Sistema Nacional de Áreas Protegidas bajo jurisdicción del Estado Ecuatoriano, abarca aproximadamente 121.376 hectáreas, de las cuales 84.666 se encuentran en Esmeraldas. En este espacio se preservan remanentes de bosques secos y húmedos tropicales, así como comunidades indígenas ancestrales, como la nacionalidad Chachi y afroecuatorianos (Muño et al., 2016). (Figura 1)

Figura 1. Establecimiento geográfico de la Reserva Ecológica Mache Chindul. Realizada por el autor



El relieve de la reserva oscila entre los 200 msnm en Manabí y los 800 msnm en las colinas orientales, con suelos clasificados como V, VI y VII, declarados no aptos para la agricultura (Muñoz et al., 2016) La metodología del estudio priorizó el uso de imágenes satelitales para reducir el trabajo de campo. Se emplearon imágenes Landsat 7 ETM, procesadas mediante sistemas de información geográfica como ArcGIS y Er Mapper, para analizar las coberturas del suelo durante la última década (Novillo Camacho et al., 2006)

El enfoque metodológico incluyó métodos no supervisados y metadatos geográficos de repositorios locales, evitando la necesidad de extensas salidas de campo. Además, se basó en investigaciones bibliográficas previas, mapas de ocupación del suelo, datos climáticos y tipologías de vegetación. Los datos climáticos se obtuvieron de estaciones meteorológicas y bases de datos oficiales, considerando variables como precipitaciones y temperaturas medias anuales proporcionadas por el Instituto Meteorológico y el MAAE.

Análisis Climatológico

Se recopiló información climática proveniente de estaciones meteorológicas ubicadas dentro o en proximidad a la reserva, abarcando una serie de 10 años. Se creó una base de datos para consolidar los registros de tempera-

tura media y precipitación anual, con el fin de establecer modelos de relación entre estas variables mediante ecuaciones de pronóstico. La metodología empleó regresión lineal y variables espaciales como longitud, latitud y altitud, permitiendo una distribución espacial continua de los datos climáticos mensuales y anuales.

Estimación de la Evapotranspiración

Para evaluar la disponibilidad y demanda hídrica en la región, se calcularon la evapotranspiración potencial (ETP) y la evapotranspiración real máxima anual (ETRM). La ETP se estimó mediante la fórmula de Thornthwaite, basada en la temperatura media mensual y el índice de calor anual (Trajkovic et al. 2019). En el caso de la ETRM, se incorporaron variables como la precipitación media anual y las temperaturas medias, considerando la fórmula adaptada de Thornthwaite para determinar la cantidad de agua evapotranspirada bajo condiciones específicas de suelo y clima.

Productividad Primaria Neta (PPN)

La PPN se estimó utilizando la fórmula de Rosenzweig, que permite calcular la materia seca producida (en g/m²) basada en los valores de la ETRM (Bidzakin et al. 2020). Este cálculo fue aplicado a datos rasterizados obtenidos del análisis espacial, generando una representación espacial de la PPN dentro de la reserva. Este enfoque permitió evaluar cómo las actividades agrícolas han influido en la productividad ecológica de la zona.

Análisis Estadístico

Se aplicaron métodos estadísticos para analizar la correlación entre variables climáticas y ecológicas. El Coeficiente de Pearson se utilizó para determinar la asociación lineal entre variables cuantitativas como temperatura, precipitación y PPN, estableciendo tendencias significativas que influyen en el sistema ecológico (Thirumalai y Member, 2017). Asimismo, se implementaron modelos de regresión lineal para predecir valores de PPN en función de las variables climáticas mensuales.

Generación de Mapas Temáticos

Con el propósito de interpretar espacialmente los resultados obtenidos, se diseñaron mapas temáticos en sistemas de información geográfica (ArcGIS y ER Mapper). Estos mapas representaron variables como temperatura, precipitación, evapotranspiración y PPN, evidenciando las áreas con mayor afectación por actividades agrícolas y ganaderas. La integración de datos geográficos y climáticos permitió visualizar los impactos sobre el suelo y las dinámicas ecológicas de la REMACH.

Esta metodología combinó técnicas de análisis cualitativo y cuantitativo, apoyándose en herramientas tecnológicas para la representación espacial, reduciendo significativamente el trabajo de campo y maximizando la precisión en la interpretación de los resultados.

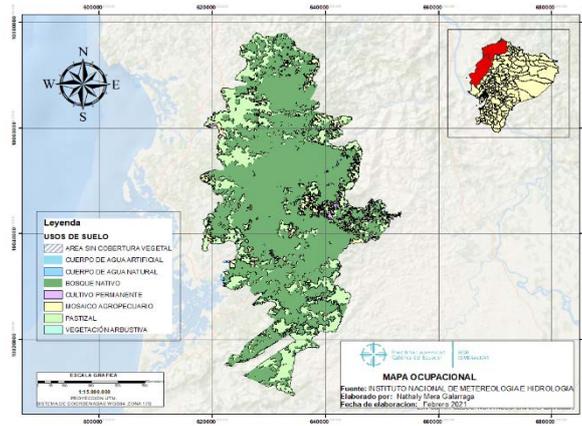
Resultados y discusión

Identificación los efectos de las actividades agrícolas y ganaderas

Mediante el análisis de imágenes satelitales y herramientas de sistemas de información geográfica (SIG), se elaboró un mapa ocupacional global que abarca los últimos diez años, evidenciando el uso del suelo para actividades agrícolas y ganaderas. Los resultados indican que el área dedicada al cultivo permanente es limitada

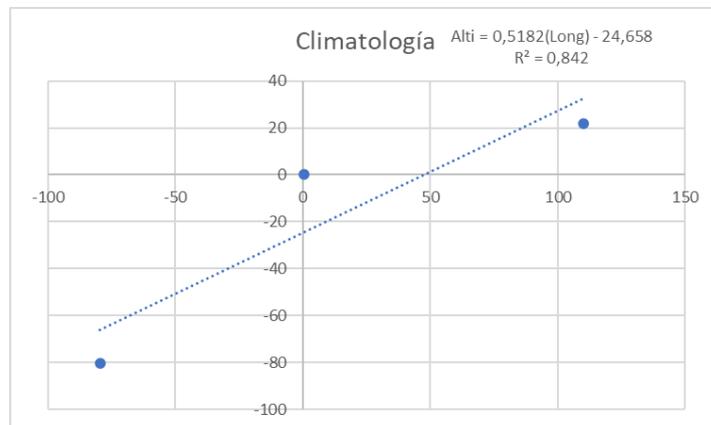
en comparación con los pastizales, los cuales representan una mayor proporción del uso del suelo. Predominan actividades ganaderas y mosaicos agropecuarios en la Reserva Ecológica Mache Chindul (REMACH) (Figura 2).

Figura 2. Mapa ocupacional actividades agrícolas y ganaderas. Relación entre la variabilidad climática y la productividad primaria



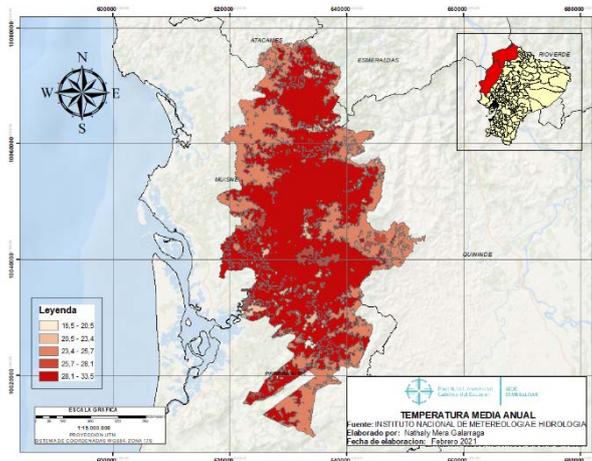
El análisis de las estaciones meteorológicas reveló una relación lineal entre los datos de temperatura y precipitación, representada en un modelo de regresión lineal (Figura 3).

Figura 3. Regresión lineal de la climatología de las estaciones meteorológico donde x es la longitud; y es latitud



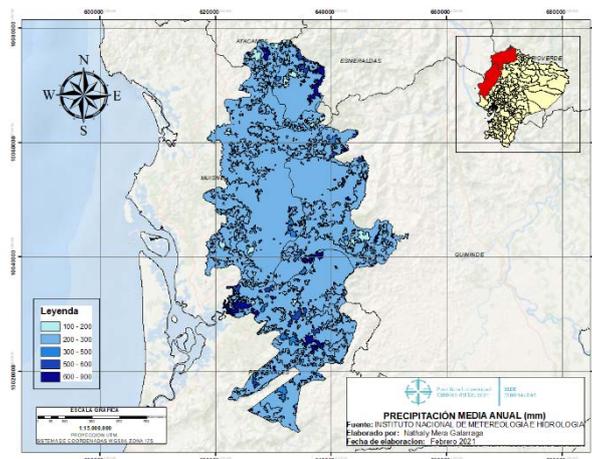
Estos datos se integraron en ArcGIS junto con imágenes satelitales, generando mapas temáticos de temperatura media anual y precipitación anual.

Figura 4. Temperatura media anual (C)



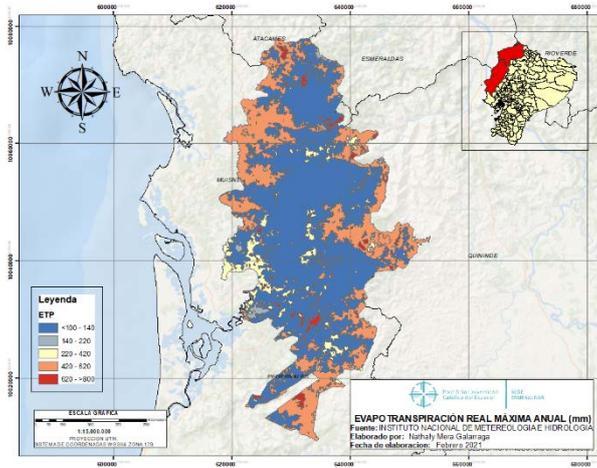
Los resultados muestran temperaturas que varían entre 16 °C y 33.4 °C (Figura 4) y precipitaciones anuales que oscilan entre 100 mm y 900 mm, con un promedio predominante entre 300 mm y 500 mm en la reserva (Figura 5).

Figura 5. Precipitación anual (mm).



A partir de estos datos climáticos se calcularon la evapotranspiración potencial y real mediante la fórmula de Thornthwaite, obteniendo un mapa temático de la evapotranspiración real anual. Este indicador varió desde menos de 120 mm hasta más de 800 mm, siendo más frecuente en rangos de 120 mm a 140 mm en el área de estudio (Figura 6).

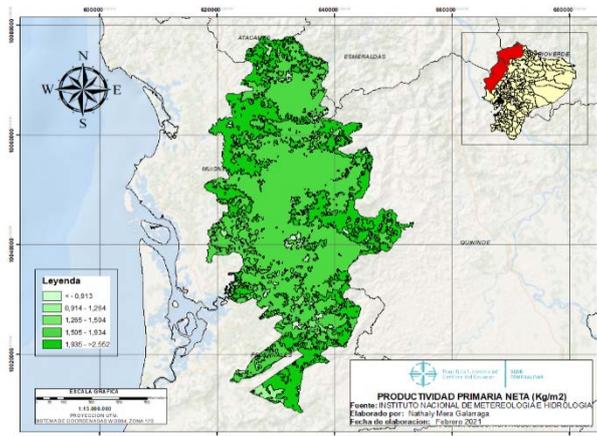
Figura 6. Evapotranspiración Real anual (mm).



Productividad Primaria Neta (PPN)

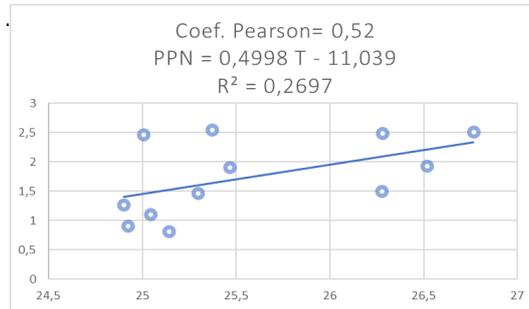
El cálculo de la Productividad Primaria Neta (PPN) evidenció valores que oscilan entre 0,913 kg/m² y 2,552 kg/m². Las áreas con mayor PPN se encontraron en un rango de 1,265 kg/m² a 1,501 kg/m² (Figura 7).

Figura 7. Productividad Primaria Neta kg/m².



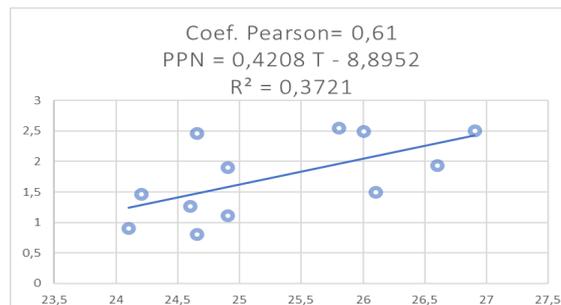
La correlación entre la PPN y la temperatura media mensual anual presentó una relación débil pero consistente, indicando que a menor temperatura se alcanza una mayor PPN, con un máximo estimado de 2,5 kg/m² a 25 °C (Figura 8).

Figura 8. Correlación entre la PPN (Y) y Temperatura media mensual anual siendo variable (X)



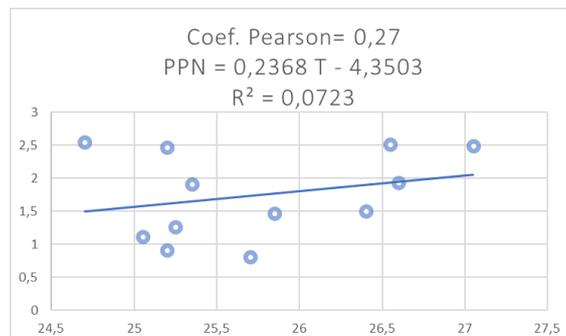
Al analizar la evolución temporal de esta relación, los datos de 2010 mostraron una correlación moderada y una relación débil entre la PPN y la temperatura media mensual (Figura 9).

Figura 9. Correlación entre la PPN (y) y Temperatura media mensual (x) 2010.



En 2019, aunque la correlación fue baja, se mantuvo la dependencia entre las variables, confirmando nuevamente que la PPN aumenta en condiciones de menor temperatura (Figura 10).

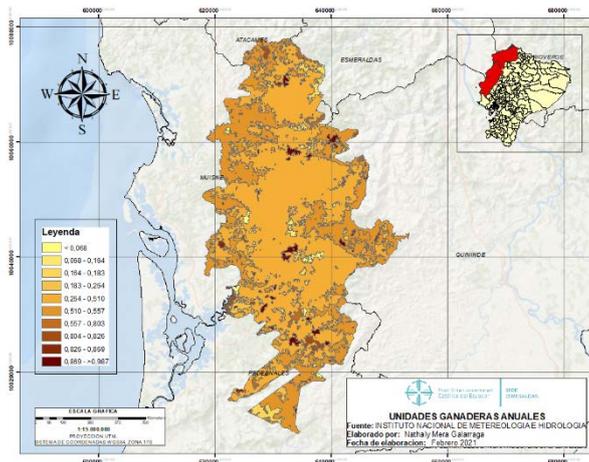
Figura 10. Correlación entre la PPN (y) y Temperatura media mensual (x) 2019.



Carga Cinética Ganadera

El análisis de la carga cinética ganadera indicó valores medios que oscilan entre 0,264 y 0,510 en gran parte del área de estudio (Figura 11). Aunque se trata de una reserva ecológica, los índices relativamente altos reflejan la presión agropecuaria, particularmente por la producción de pastizales destinados al consumo ganadero.

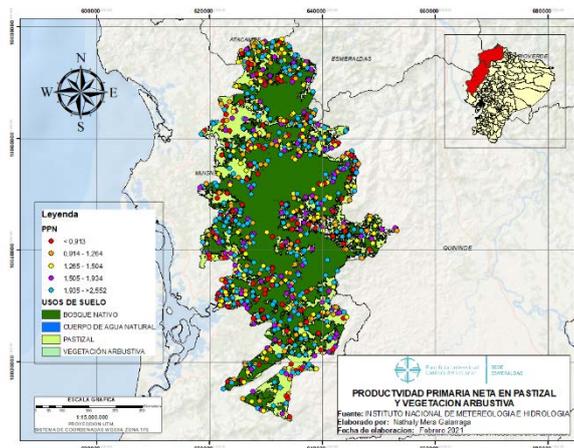
Figura 11. Carga Cinética Ganadera.



Contraste de los efectos de las actividades agropecuarias y la PPN

El contraste entre las actividades agrícolas y ganaderas y la PPN evidenció que las áreas dedicadas a pastizales presentan una productividad primaria neta baja, mientras que las zonas agrícolas, aunque más reducidas en extensión, también registran una PPN limitada. Los resultados destacan un incremento en la franja agropecuaria dentro de la reserva, lo que sugiere una presión creciente sobre los ecosistemas naturales (Figura 12).

Figura 12. Identificación de los efectos ganaderos y agrícolas en la Reserva Ecológica Mache Chindul.



El uso de las herramientas SIG y de las imágenes satelitales para el análisis de la Productividad Primaria Neta son las más usadas ya que ofrecen grandes beneficios a la hora de realizar un análisis a diferencia de los métodos in situ (Muñoz et al., 2016), lo cual coincide con lo que se realizó el presente trabajo de investigación, debido a que facilitó este análisis de la PPN porque se necesita de una visita de campo para la medición del terreno lo

que puede resultar limitante y prohibitivo y más en el caso de las áreas protegidas en cuanto al tiempo, acceso y recursos, como es el caso del área de estudio que es una Reserva Ecológica.

La identificación de las actividades agrícolas y ganaderas se realizaron por medio de imágenes satelitales y una base de datos geográficos que fue proporcionado por el Ministerio del Ambiente y Agua en las que se encuentran los datos de pastizales y cultivo, en la que realizó un mapa de ocupación en las que se tomó en cuenta los pastizales en lo que representa una porción notable de hectáreas, y cultivos permanentes mostrando que en los cultivos tienen menos hectáreas utilizadas, aun así, contribuye a un impacto notable en el suelo de la Reserva Ecológica, por lo que concuerda con el estudio de Muñoz en la REMACH, en la que utilizaron imágenes satelitales Landsat 7 para estimar la cobertura vegetal entre ellas los pastizales, cultivo, etc., en el que se estimó que dentro del área de estudio el incremento del cultivo de pasto, cultivos, tala e incremento de la población ha ocasionado la baja producción primaria neta (Muñoz et al., 2016).

La presente investigación, pudo identificar con facilidad el análisis de la PPN en cuanto a las actividades agrícolas y ganaderas en la REMACH; lo que coincide con Novillo (2006), ya que usa las herramientas SIG para estudio, investigación y posterior creación de un modelo de Productividad Primaria Neta y como esta puede ayudar a conocer las zonas que han sido afectadas por las actividades agrícolas, ganaderas y forestales, además de ser una guía de referencia para la prevención y control en el crecimiento de la franja agropecuaria. Para la relación existente entre la productividad primaria neta y la variabilidad climática dentro del área de estudio, se realizó un modelo para su estimación con una regresión lineal con las dos estaciones meteorológicas elegidas, con la finalidad de crear una serie de diez años de los datos.

La relación que se obtuvo mediante el análisis estadístico definió las temperaturas medias anuales y las precipitaciones anuales. La evapotranspiración potencia, evapotranspiración real anual que se obtuvieron mediante la fórmula de Thornthwaite, y al contar con estos datos se procedió a utilizar la fórmula de Rosenzweig para la Productividad Primaria Neta del área, mientras que en el estudio de Novillo (Novillo Camacho et al., 2006) emplearon una regresión lineal para crear una serie de veinte años con más de 5 estaciones obteniendo con este resultado mapas de precipitación y temperatura. En el caso de la obtención de los demás datos se utilizaron las mismas formulas. Según el estudio de Morales realizada en México (Cepeda-Morales et al., 2010), donde utilizó el análisis estadístico para poder ver la relación que existe entre la PPN y la temperatura, en su caso la relación entre estas dos variables es alta lo que quiere decir que estas dos variables son relacionables y que mientras a menos temperatura mayor Productividad Primaria Neta.

Al tener estos datos referentes a la PPN y la Temperatura media mensual anual se aplicó el método estadístico de correlación Coeficiente de Pearson y regresión lineal, una con los datos medios mensuales anuales donde a menor temperatura mayor productividad primaria neta y los otros dos con los años 2010 y 2019 en los que se estimó que a menor temperatura variando entre los 25 °C a 26.5 °C, mayor es la productividad primaria neta variando entre 2,5 kg/m². Esto como facilidad a la hora de crear los mapas de temperaturas, evapotranspiración y precipitaciones, donde se evidencia temperaturas de entre los 23 °C como mínimo y a los 33 °C como máximo, la precipitación entre los 100 a 200 mm como cantidades mínimas y de 600 a 900 mm y en la evapotranspiración se encuentra de 120 mm como mínimo y mayor igual a 800 mm como máximo dentro de la Reserva Ecológica. En el estudio de Novillo (Novillo Camacho et al., 2006) para la productividad primaria tuvo estrecha relación con la temperatura y precipitaciones.

Al realizar el mapa temático se tomaron en cuenta estas variables dando como resultado que la cantidad de Productividad Primaria Neta producida es de 1,265 hasta 1,501 kg/m². En la carga cinética ganadera se obtuvieron los datos necesarios a partir del número de hectáreas utilizadas para esta actividad que fue proporcionada por

el MAAE de su base de datos geográficos y de la precipitación media mensual anual. El mapa temático a partir de estos datos arrojó que hay una cantidad considerablemente alta de productividad de pastizales lo que representa un incremento en la franja ganadera dentro de la Reserva Ecológica Mache Chindul disminuyendo de esta forma la PPN en estos lugares de pastoreo por parte del ganado, mientras que el estudio de Novillo (Novillo Camacho et al., 2006) en su área de estudio no se encuentra amenazado por esta actividad ya que es baja la producción de pastoreo y alta la Productividad Primaria neta. El mapa base en el que se contrastó la PPN con las actividades agropecuarias mostró que las actividades agrícolas y ganaderas tienen presencia latente dentro del REMACH. El que más presenta actividades en el área es la ganadería debido a la alta presencia de pastizales, lo que representa una baja producción primaria en estas zonas. Coincidiendo con la investigación de Maldonado y Zamora (Maldonado Alba y Zamora Morantes, 2017) donde se demuestra que el cambio de la cobertura vegetal por medio de estas actividades hace que la PPN no se genere como debería.

Conclusiones

Se identificaron las actividades agrícolas como el cultivo permanente y semipermanente y actividades ganaderas como el cultivo de pastizal para el ganado en la Reserva Ecológica Mache Chindul con imágenes satelitales de un periodo de diez años 2010-2019, en las que se observó los cambios de la productividad primaria a medida que estas actividades crecían dentro de la reserva, ocasionando problemas en la cobertura vegetal. El análisis estadístico de Coeficiente de correlación y Regresión Lineal determinaron que el área de estudio la Productividad Primaria Neta y la temperatura tienen relación moderada-baja entre sí, y que cuando exista menor temperatura mayor será la PPN. El análisis de la Productividad Primaria Neta en contraste con las actividades agropecuarias determinó que hay un aumento notable en el crecimiento de la frontera agrícola, ganadera y pecuaria dentro del REMACH ocasionando que la generación de PPN sea escasa y que el suelo del área se degrade con mayor rapidez, debido a que cuenta con cantidades considerables de pastizal que se determinó en el cálculo de la carga cinética ganadera.

Además, se recomienda la difusión de estas identificaciones de actividades agropecuarias en la Reserva Ecológica Mache Chindul para que las autoridades empleen soluciones referentes a la extensión de estas actividades, evitando que ocurran problemas en la producción de PPN. Y, al existir otros factores que no permitan que la relación entre la PPN y la temperatura sea perfecta, es recomendable que para próximos estudios se tomen en cuenta más variables físicas las cuales se relacionen con la Productividad Primaria Neta. Finalmente, las regulaciones que son competencia de las autoridades pertinentes no decaigan y que se fortalezcan para poder parar con el crecimiento de la franja agropecuaria y que con el tiempo la Productividad Primaria Neta no sea escasa en las zonas donde se realizan estas actividades.

Referencias bibliográficas

- Anrango, P. 2013. Programa de Desarrollo Agroturístico Para La Comunidad "La Y de La Laguna" Reserva Ecológica Mache Chindul Quinindé-Esmeraldas [Tesis de Licenciatura]. URI: <http://www.dspace.uce.edu.ec:80/handle/25000/2055>
- Basili, C. J., y Sánchez, S. S. (2018). Comportamiento de la Producción Primaria Neta Aérea, del Carbono Orgánico del Suelo y del Nitrógeno total en estepas de halófitas bajo pastoreo [Doctoral dissertation, Universidad Nacional de La Plata]. <https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/66562>

- Bazame, H. C., Althoff, D., Filgueiras, R., Calijuri, M. L., y Oliveira, J. C. D. (2019). Modeling the net primary productivity: A study case in the Brazilian territory. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, 47, 1727-1735. doi: 10.1007/s12524-019-01024-3.
- Bidzakin, J. K., Fialor, S. C., Awunyo-Vitor, D., y Yahaya, I. (2020). Contract farming and rice production efficiency in Ghana. *Journal of Agribusiness in Developing and Emerging Economies*, 10(3), 269-284. <https://doi.org/10.1108/JADEE-11-2018-0160>
- Cepeda-Morales, J., Gaxiola-Castro, G., Durazo, R., y de-la Cruz-Orozco, M. (2010). Productividad primaria modelada, 1998-2006 en G. Gaxiola-Castro y R. Durazo-Arvizu (Eds.) *Diez Años de Investigaciones Mexicanas de la Corriente de California* (349-364). INE/CICESE/UABC/SEMARNAT
- Díaz, J. (2015). Estudio de índices de vegetación a partir de imágenes aéreas tomadas desde UAS/RPAS y aplicaciones de éstos a la agricultura de precisión. Universidad Complutense. URI. <https://hdl.handle.net/20.500.14352/25048>
- Gómez, I. A. y Gallopín, G. C. (1991). Estimación de la productividad primaria neta de ecosistemas terrestres del mundo en relación a factores ambientales. *Ecología Austral*, 1(1), 24-40.
- Liu, X., Pei, F., Wen, Y., Li, X., Wang, S., Wu, C., Cai, Y., Wu, J., Chen, J., Feng, K., Liu, J., Hubacek, K., Davis, S., Yuan, W., Yu, L. y Liu, Z. (2019). Global urban expansion offsets climate-driven increases in terrestrial net primary productivity. *Nature communications*, 10(1), 5558. doi: 10.1038/s41467-019-13462-1.
- Maldonado Alba, N. J., y Zamora Morantes, G. M. (2017). Estimación de la productividad primaria neta en coberturas de bosque seco tropical a partir de imágenes satelitales landsat 8 oli tirs.
- Muñoz Marcillo, J. L., Andrade Mesía, M., y González Osorio, B. (2016). Cambio multitemporal de la cobertura vegetal y fragmentación en la reserva ecológica "Mache-Chindul" Ecuador. *European Scientific Journal, ESJ*, 12(30), 152. <https://eujournal.org/index.php/esj/article/view/8235>
- Muñoz, J.L., Cuasquer, E., Moncayo, O., y Delgado, D. (2016). Protección Del Ambiente Aplicación de Percepción Remota Para La Detección de Cambios En La Cobertura Boscosa de La Reserva Ecológica Mache-Chindul. *La técnica* (16):76-93. En <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6087671>
- Novillo Camacho, C. J., Beneitez, J., y Calcerrada, R. R. (2006). Modelo de estimación de la productividad primaria neta para determinar actividades forestales sostenibles a escala regional en M.T. Camacho (Ed.), J.A. Cañate (Ed.), J.J. Lara (Ed.) *El acceso a la información espacial y las nuevas tecnologías geográficas* (pp. 339-351). Universidad de Granada.
- Perlin, L., y Leguizamón, A. (2024). Agriculture-driven deforestation in Ecuador's Mache-Chindul Ecological Reserve: The farmers' perspective. *Journal of Rural Studies*, 107, 103263. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2024.103263>
- Quinto Mosquera, H.; Ramos-Palacios, Y. A.; y Bonilla, D. A. (2007). Cuantificación de la caída de hojarasca como medida de la productividad primaria neta en un bosque pluvial tropical en Salero, Chocó, Colombia. *Revista Institucional Universidad Tecnológica del Chocó*, 26(1), 28-41. En <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/2544438.pdf>

Raya Pérez, J. C., Ramírez Pimentel, J. G., Aguirre Mancilla, C. L., y Covarrubias Prieto, J. (2015). Consecuencias del cambio climático en la agricultura. *Ciencia-Academia Mexicana de Ciencias*, 66(1), 20-25. https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/66_1/PDF/CambioClimatico.pdf

Thirumalai, C., Chandhini, S. A., y Vaishnavi, M. (abril de 2017,). Analysing the concrete compressive strength using Pearson and Spearman. 2017 International conference of electronics, communication and aerospace technology (ICECA) (Vol. 2, pp. 215-218). IEEE.

Trajkovic, S., Gocic, M., Pongracz, R., y Bartholy, J. (2019). Adjustment of Thornthwaite equation for estimating evapotranspiration in Vojvodina. *Theoretical and Applied Climatology*, 138, 1231-1240. <https://doi.org/10.1007/s00704-019-02873-1>

LA PARTICIPACIÓN DE LAS MUJERES EN LOS EMPREN- DIMIENTOS TURÍSTICOS. UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA

WOMEN'S PARTICIPATION IN TOURISM ENTREPRENEUR- SHIP: A SYSTEMATIC REVIEW

Judith Alejandra Velázquez-Castro¹²

judithalejandra666@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-7138-9293>

Erika Cruz-Coria¹³

ecoria84@hotmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-7984-0069>

Resumen

A nivel mundial las mujeres enfrentan estereotipos y estructuras teocráticas, pero también negocian, resisten y desafían activamente estos obstáculos para avanzar hacia sus objetivos personales y profesionales. Este estudio ofrece un panorama general de las características y limitaciones del emprendimiento femenino dentro del sector turístico, en específico en comunidades rurales. Para ello, se realizó una búsqueda exhaustiva de artículos científicos en idioma inglés desde el año 2004 y hasta el año 2025. Mediante el análisis de contenido temático se analizan un total de 134 artículos que cumplen con los criterios de búsqueda. Los resultados revelan 4 categorías clave: 1) Tecnologías; 2) Empoderamiento femenino; 3) Mujeres rurales; y 4) Emprendimiento rural. El artículo recomienda priorizar el uso de la tecnología móvil para empoderar a las mujeres rurales, abordando barreras y fomentando la alfabetización digital. Asimismo, se analiza el empoderamiento de las mujeres a través del autoempleo en el turismo en zonas rurales, destacando la importancia de las asociaciones o grupos de ayuda mutua en este proceso. A manera de conclusión, es importante comprender las características de las mujeres emprendedoras para poder brindar iniciativas más precisas y eficientes para que las mujeres en áreas rurales prosperen y alcancen un empoderamiento real a partir del autoempleo y de su participación en redes.

Palabras clave: género, mujeres, empoderamiento, emprendimiento rural, turismo rural.

Abstract

Women worldwide face stereotypes and theocratic structures, but they also actively negotiate, resist and challenge these obstacles to advance their personal and professional goals.

¹² Doctora en Estudios Turísticos, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México.

¹³ Doctora en Ciencias Ambientales, Universidad Autónoma de Occidente, México.

This study provides an overview of the characteristics and limitations of female entrepreneurship within the tourism sector, specifically in rural communities. To this end, an exhaustive search of scientific articles in English was conducted from 2004 to 2025. Through thematic content analysis, a total of 134 articles that meet the search criteria are analyzed. The results reveal 4 key categories: 1) Technologies; 2) Female empowerment; 3) Rural women and 4) Rural entrepreneurship. The article recommends prioritizing the use of mobile technology to empower rural women, addressing barriers and promoting digital literacy. Likewise, the empowerment of women through self-employment in tourism in rural areas is analyzed, highlighting the importance of associations or mutual aid groups in this process. In conclusion, it is important to understand the characteristics of women entrepreneurs in order to provide more precise and efficient initiatives so that women in rural areas can prosper and achieve real empowerment through self-employment and participation in networks.

Keywords: gender, woman, empowerment, rural entrepreneurship, rural tourism.

Introducción

En el contexto de la búsqueda de soluciones a los desafíos de la urbanización rural y a la despoblación, que son consecuencia del envejecimiento demográfico y del creciente desinterés de los jóvenes por permanecer en las áreas rurales, diversas organizaciones internacionales subrayan la importancia de impulsar iniciativas comunitarias que fomenten el emprendimiento (Argent, 2018) y el empoderamiento femenino (United Nations [UN], 2024) para estimular la creación de empresas (United States Department of Agriculture [USDA], 2022; Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO], 2024).

La información presentada refuerza la creencia de que los emprendimientos liderados por mujeres pueden desempeñar un papel crucial en el desarrollo rural, al mismo tiempo que contribuyen a la disminución de las desigualdades de género. Esto se debe a que las mujeres a menudo enfrentan un impacto negativo derivado de contextos y normas culturales que restringen su capacidad para participar en actividades que trascienden los roles de género tradicionales (Abou-Shouk et al., 2021). Se ha identificado evidencia que indica que las mujeres están comenzando un proceso de transformación en el que buscan tomar decisiones (Chatterjee et al., 2020), iniciando proyectos empresariales en los que asumen roles de liderazgo y responsabilidad en sus comunidades.

En el ámbito de los emprendimientos turísticos, el sector fomenta la colaboración y participación activa de diversos actores. Existe evidencia que demuestra que esta cooperación estimula la implementación de prácticas innovadoras en el seno de los emprendimientos, lo que refuerza la competitividad del sector (Elbaz y Abou-Shouk, 2016; Velázquez-Castro et al., 2018; Freund y Hernandez-Maskivker, 2021). No obstante, el emprendimiento femenino sigue siendo un tema poco explorado en las investigaciones relacionadas con esta área del conocimiento, especialmente en comunidades indígenas y rurales.

En este contexto, en la presente investigación se llevó a cabo un análisis detallado de artículos científicos con el propósito de realizar revisión sistemática de la literatura, para identificar las características y obstáculos del emprendimiento femenino en el ámbito turístico, específicamente en comunidades rurales. Así, la estructura del documento es la siguiente: en el primer apartado se realiza un breve análisis de las bases teóricas del emprendimiento femenino en el turismo; en un segundo apartado se expone el marco metodológico de la investigación, en el que se describe paso a paso la revisión sistemática de la literatura (criterios de revisión) que se llevó a cabo para la identificación de las características y limitaciones del emprendimiento femenino dentro del sector turístico; en el tercer apartado se describen los resultados obtenidos después de la revisión realizada con el software Atlas ti v.24; por último se exponen las principales conclusiones de toda la investigación.

Acercamiento teórico del emprendimiento femenino en el sector turístico

El Objetivo 5 de la Agenda 2030 de las Naciones Unidas para la igualdad de género y el empoderamiento de la mujer mediante la igualación de la proporción de niñas y niños matriculados en la educación primaria sigue siendo un problema en casi todas las partes del mundo globalizado (UnadN Women, 2024). La contribución del desarrollo del turismo internacional al empoderamiento de la mujer es la iniciativa clave para brindar a las mujeres la misma oportunidad de mantener sus medios de vida.

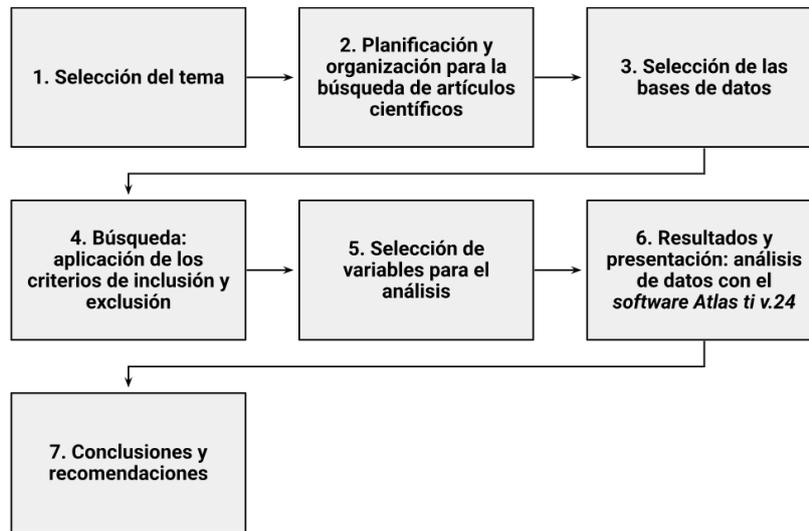
Aunado al empoderamiento se encuentra el emprendimiento, el cual hace referencia a aquellas personas que "poseen un negocio, asumen los riesgos asociados a la propiedad, gestionan las incertidumbres relacionadas con la coordinación de recursos y son responsables de la administración diaria del mismo" (Monteith y Camfield, 2019). Esta definición engloba el desafío de reorganizar el trabajo productivo y reproductivo desde los contextos reales y actuales. La asignación de recursos hacia la atención social, el desarrollo de infraestructura productiva y la promoción de una economía de servicios tiene el potencial de revitalizar las economías locales a través de la generación directa de empleo y el aumento de los ingresos familiares, lo que produce ventajas económicas y sociales. En este contexto, el fortalecimiento económico y la independencia de las mujeres se han vuelto más decisivos que nunca para abordar los retos que presenta la urbanización en áreas rurales.

Finalmente, el emprendimiento femenino se considera una forma de resistencia contra el patriarcado y las normas de género, desempeñando un papel fundamental en la transformación de las ideologías sociales (Chen y Barcus, 2024). Atterton et al. (2011) sostienen que el emprendimiento en contextos rurales constituye un medio para integrar recursos, desarrollar competencias, generar empleo, mejorar la calidad de vida y promover el aprovechamiento social.

Metodología

El propósito fundamental de esta investigación es: Realizar una revisión sistemática de la literatura con el fin de identificar las características y limitaciones del emprendimiento femenino dentro del sector turístico, en específico en comunidades rurales. Para alcanzar este objetivo, se realizó un análisis de la literatura científica vinculada al emprendimiento femenino, el turismo y las comunidades rurales (ver figura 1, página siguiente). El periodo de estudio abarcó desde el año 2004 hasta 2025. Para la búsqueda y recopilación de datos, se emplearon las bases de datos de Science Direct y Scopus.

Figura 1. Diagrama metodológico



Fuente: elaboración propia.

En la siguiente tabla (1) se detallan los criterios de inclusión y exclusión de artículos:

Tabla 1. Criterios de revisión de artículos

Parámetros	Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
Bases de datos	Science Direct y Scopus	Otras bases de datos
Idioma del artículo	Estudios en idioma inglés	Estudios en un idioma distinto
Fecha de publicación	Trabajos publicados entre 2004 y 2025	Artículos fuera de este rango de tiempo
Temática	Artículos relacionados con el tema de emprendimiento femenino en turismo (zonas rurales)	Artículos que abordan otras temáticas o campos de interés
Tipos de estudios	Artículos publicados en revistas indexadas	Conferencias, presentaciones, libros, capítulos de libros y revistas que no son sometidas a revisión por pares.

Fuente: elaboración propia.

Se llevaron a cabo dos búsquedas en idioma inglés utilizando los términos "entrepreneurship" AND "women" AND "tourism". En la primera búsqueda, se identificaron un total de 170 artículos que cumplieran con los criterios

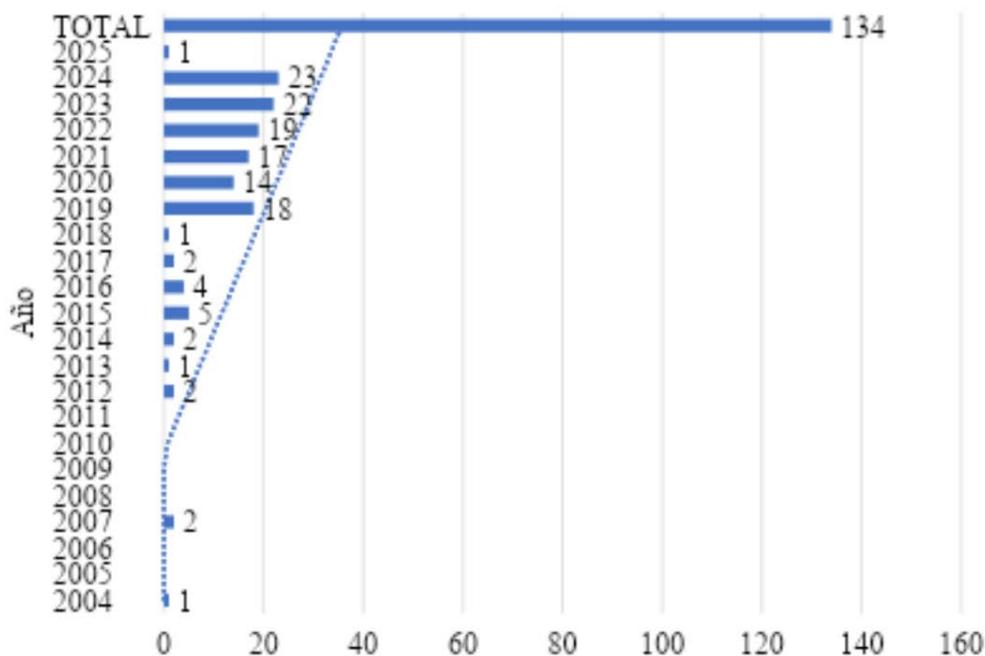
de inclusión establecidos (ver tabla 1), cuya relevancia fue determinada a partir de su título, palabras clave y resumen. Sin embargo, la cadena de búsqueda también arrojó algunos artículos que no eran pertinentes, ya que abordaban temas diferentes. En una segunda búsqueda, se aplicaron criterios de inclusión más específicos para seleccionar el texto completo de los artículos: 1) al menos una intervención relacionada con las características y limitaciones del emprendimiento femenino dentro del sector turístico; y 2) la intervención vinculada a las comunidades rurales.

En total, 134 artículos cumplieron con ambos criterios de inclusión y fueron elegidos para la revisión final. Esta revisión se basa en un análisis sistemático y una síntesis de los temas más relevantes de las diversas aplicaciones de los enfoques de emprendimiento femenino en el sector turístico. Para llevar a cabo el análisis de la información se empleó el software Atlas ti v.24, lo que facilitó la codificación y la organización de las categorías más representativas.

Resultados y discusión

En lo que refiere a la cantidad de artículos, la figura 2 ilustra la frecuencia anual de las publicaciones. Como se indicó anteriormente, el intervalo de búsqueda fue del año 2004 hasta 2025, lo que resalta la actualidad del tema, dado que la publicación de documentos incrementó notablemente en los últimos 5 años (a partir de 2019), además se identificó un artículo que se encuentra próximo a publicar (2025).

Figura 2. Distribución de artículos por año



Fuente: elaboración propia.

Con el uso del software Atlas ti v.24, se identificaron las palabras que aparecen con mayor frecuencia en los artículos examinados (ver figura 3). Estas palabras constituyen un punto central de análisis, dado que son características en los títulos, resúmenes y palabras clave.

Asimismo, reflejan los conceptos presentes en el resto del documento, facilitando la identificación de clústeres o áreas de investigación que existen en esta área del conocimiento.

Figura 3. Frecuencia de palabras



Fuente: ATLAS.ti – Informe.

A continuación, se presentan y analizan las categorías más representativas, las cuales pueden resultar de mayor interés para académicos y/o investigadores.

1. **Tecnologías.** Este grupo de documentos investiga cómo las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) impactan la autoeficacia y el empoderamiento de mujeres microempresarias; también se analiza el efecto positivo del uso de teléfonos móviles, mostrando un aumento significativo en diversas dimensiones de empoderamiento tras la adopción de esta tecnología. Se destaca la importancia del acceso y la intención de adopción de TIC por mujeres rurales, sugiriendo que la adopción de tecnología puede fomentar la innovación y el microemprendimiento. Asimismo, se investiga cómo la tecnología facilita el acceso al trabajo y mejora la comercialización de productos para mujeres emprendedoras y cómo el comercio electrónico ha incrementado la probabilidad de que las mujeres rurales se involucren en emprendimientos turísticos (Crittenden et al., 2019; Mivehchi, 2019; Chatterjee et al., 2020; Liu et al., 2023; Rahman et al., 2023; Sánchez-Rivero et al., 2023; Dong et al., 2024).
2. **Empoderamiento femenino.** Algunos artículos examinan la interacción entre el empoderamiento y la innovación social de género en el contexto del emprendimiento turístico femenino, destacando la necesidad de un enfoque que considere las desigualdades de género subyacentes y los cambios sociales necesarios (Ojediran y Anderson, 2020; Pécot et al., 2024). También se investiga cómo el empoderamiento de las mujeres puede cambiar las relaciones de poder desiguales (You y Badertscher, 2024). Se exploran las estrategias de las mujeres emprendedoras rurales en China y cómo estas contribuyen al desarrollo comunitario y al empoderamiento a través de la creación de redes y la adaptación a un mercado competitivo (Chen y Barcus, 2024).
3. **Mujeres rurales.** Se investiga la situación de las empresarias rurales, destacando que son principalmente mujeres maduras con negocios familiares y un nivel de formación inferior al de las mujeres asalariadas. Se

consideran las responsabilidades familiares que afectan su acceso y gestión empresarial, así como la dualidad de los negocios familiares como recurso y limitación para el desarrollo autónomo (Sampedro y Camare-ro, 2007). Finalmente, se destaca la importancia de las mujeres en el turismo rural, donde desempeñan roles clave en la toma de decisiones y en la gestión de negocios turísticos, contribuyendo al desarrollo económico y cultural de sus comunidades (Ling et al., 2013).

4. Emprendimiento rural. Finalmente, este grupo de artículos analiza las características y limitaciones de las mujeres en el turismo rural (Nordbø, 2022). Se destaca la importancia de entender los contextos locales y globales que afectan a las mujeres emprendedoras en este sector, sugiriendo que es crucial para su empoderamiento y supervivencia Empresarial (Alonso y Trillo, 2014).

Conclusiones y recomendaciones

Enseguida, se enlistan las conclusiones generales y algunas recomendaciones procedentes del análisis de la revisión sistemática:

Las mujeres utilizan el turismo rural para empoderarse, creando espacios de autonomía y superando el aislamiento social, aunque enfrentan desafíos debido a la cultura patriarcal.

Los artículos reflejan la importancia del uso de tecnologías para el empoderamiento y emprendimiento femenino en distintos contextos del mundo. Además, reflejan la diversidad de enfoques y contextos en los que se aborda el empoderamiento femenino, destacando su importancia en el desarrollo social y económico.

Las mujeres jóvenes podrían iniciar con emprendimientos en sus comunidades para reconfigurar estructuras de poder e identidades sociales.

El comercio electrónico ha aumentado la probabilidad de que las mujeres rurales se involucren en el emprendimiento, destacando su impacto positivo en el desarrollo de habilidades y la superación de limitaciones financieras.

Las mujeres pueden quedar atrapadas en trayectorias dependientes, lo que afecta su empoderamiento y supervivencia empresarial.

Las mujeres emprendedoras rurales destacan por su papel en el mantenimiento de los hogares y el desarrollo comunitario, así como por su participación activa en las redes sociales y trabajo colaborativo. Por lo que, los grupos de autoayuda facilitan el emprendimiento y el trabajo por cuenta propia de las mujeres en el turismo, sugiriendo que el empoderamiento de las mujeres es clave para el desarrollo turístico sustentable.

El turismo rural puede dinamizar la economía local: promoviendo el empleo y el autoempleo; la importancia de la colaboración entre pequeñas empresas turísticas; y revitalizando la cultura rural, en respuesta a la creciente demanda de turismo de los residentes urbanos.

Referencias bibliográficas

- Abou-Shouk, M. A., Mannaa, M. T., & Elbaz, A. M. (2021). Women's empowerment and tourism development: A cross-country study. *Tourism management perspectives*, 37, 100782. <https://doi.org/10.1016/j.tmp.2020.100782>
- Gallo, N. A., & del Pozo, D. T. (2014). Mujeres en zonas rurales: una propuesta de empleabilidad por medio del emprendimiento. En O. Fernández Álvarez (Coord.) *Mujeres en riesgo de exclusión social y violencia de género* (pp. 399-413). Servicio de Publicaciones. Universidad de León. <https://hdl.handle.net/10115/29991>
- Argent, N. (2018). Heading down to the local? Australian rural development and the evolving spatiality of the craft beer sector, *Journal of Rural Studies*, 61, 84-99. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2017.01.016>
- Atterton, J., Newbery, R., Bosworth, G. y Affleck, A. (2011). Rural enterprise and neo-endogenous development. En Alsos, C., Ljunggren, E. y Welter, F. (Eds.), *The Handbook of Research on Entrepreneurship in Agriculture and Rural Development* (pp. 256-280). Edward Elgar Publishing
- Crittenden, V., Crittenden, W. y Ajjan, H. (2019). Empowering women micro-entrepreneurs in emerging economies: The role of information communications technology. *Journal of Business Research*, 98, 191 – 203. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.01.045>
- Chatterjee, S., Dutta, S. y Upadhyay, P. (2020). Technology adoption and entrepreneurial orientation for rural women: Evidence from India. *Technological Forecasting and Social Change*, 160, 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120236>
- Chen, Z. y Barcus, H. (2024). The rise of home-returning women's entrepreneurship in China's rural development: Producing the enterprising self through empowerment, cooperation, and networking. *Journal of Rural Studies*, 105, 1-15. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2023.103156>
- Dong, S., Wang, N., Fan, C., Chen, S. y Zhang, L. (2024). E-commerce and rural women entrepreneurship. Based on the quasi-natural experiment of "comprehensive demonstration policy" for E-commerce in rural areas. *Economic Analysis and Policy*, 83, 749-765. <https://doi.org/10.1016/j.eap.2024.07.018>
- Elbaz, A. y Abou-Shouk, M. (2016). The role of tourism-related organisation networks in developing sustainable community livelihoods. *Journal of Basic and Environmental Sciences*, 3, 112-122. <https://doi.org/10.21608/jbes.2016.369619>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2024) Sustainable Food Value Chains Knowledge Platform. Food and Agriculture Organization of the United Nations <https://www.fao.org/sustainable-food-value-chains/what-is-it/en/>
- Freund, D. y Hernandez-Maskivker, G. (2021). Women managers in tourism: Associations for building a sustainable world. *Tourism Management Perspectives*, 38, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.tmp.2021.100820>
- Ling, R., Wu, B., Park, J., Shu, H. y Morrison, A. (2013). Women's role in sustaining villages and rural tourism in China. *Annals of Tourism Research*, 43, 634-638 <https://doi.org/10.1016/j.annals.2013.07.009>
- Liu, C., Dong, T. y Vu, H. (2023). Transformed virtual concepts into reality: Linkage the viewpoint of entrepreneurial

- passion, technology adoption propensity and advantage to usage intention. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 75. <https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2023.103452>
- Mivehchi, L. (2019). The Role of Information Technology in Women Entrepreneurship (The Case of E-Retailing in Iran). *Procedia Computer Science*, 158, 508-512. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.09.082>
- Monteith, W. y Camfield, L. (2019). Business as family, family as business: Female entrepreneurship in Kampala, Uganda. *Geoforum*, 101, 111-121. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2019.03.003>
- Nordbø, I. (2022). Female entrepreneurs and path-dependency in rural tourism. *Journal of Rural Studies*, 96, 198-206. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2022.09.032>
- Ojediran, F., & Anderson, A. (2020). Women's Entrepreneurship in the Global South: Empowering and Emancipating? *Administrative Sciences*, 10(4), 87. <https://doi.org/10.3390/admsci10040087>
- Pécot, M., Ricaurte-Quijano, C., Khoo, C., Alonso, M. Barahona-Canales, D., Chiao, E. y Tan, R. (2024). From empowering women to being empowered by women: A gendered social innovation framework for tourism-led development initiatives. *Tourism Management*, 102. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2024.104883>
- Rahman, S., Haque, E., Afrad, S., Hasan, S. y Rahman, A. (2023). Impact of mobile phone usage on empowerment of rural women entrepreneurs: Evidence from rural Bangladesh. *Heliyon*, 9(11), 1-15. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e21604>
- Sampedro, R. y Camarero, L. (2007). Mujeres empresarias en la España rural. El sujeto pendiente del desarrollo. *Revista internacional de sociología*, 60(48): 121-146. <https://doi.org/10.3989/ris.2007.i48.71>
- Sánchez-Rivero, M., Gutiérrez-Fernández, M., Fernández-Torres, Y., & Gallego-Sosa, C. (2024). A gender-oriented analysis of digital skills and ICT use intensity in tourism companies in Extremadura (Spain). *Gender in Management: An International Journal*, 39(2), 239-254. <https://doi.org/10.1108/GM-04-2022-0147>
- UN Women (2024). SDG 5 – Gender equality. Unwoman.org https://www.unwomen.org/en/resources/gender-snapshot/sdg-5?gad_source=1&gclid=CjwKCAiArva5BhBiEiwA-oTnXZdICTly0HL4NW7J6f-3DIF1Q5UBuFBfsPYTJ2pEn4FGPbhEMUnk9jRoCWesQAvD_BwE
- United Nations (2024). Goal 5: Achieve gender equality and empower all women and girls. Sustainable Development Goals. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/gender-equality/>
- United States Department of Agriculture. (2022). Resources for Rural Entrepreneurs. A Guide to Planning, Adapting, and Growing Your Business. [Archivo PDF]. Rural Development U.S. Department of Agriculture. <https://www.rd.usda.gov/media/publication/download/508-rd-federalentrepreneurshipguide-021122.pdf>
- Velázquez-Castro, J., Cruz-Coria, E. y Vargas-Martínez, E. (2018). Cooperación empresarial para el fomento de la innovación en la pyme turística. *Revista de Ciencias Sociales*, 24(3), 9-20. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7025044>
- You, W. y Badertscher, K. (2024). Women's empowerment and power relations: Evidence from Grameen Bank China. *Women's Studies International Forum*, 103. <https://doi.org/10.1016/j.wsif.2024.102882>

