

Periodicidad: Trimestral Julio-Septiembre, Volumen: 3, Número: 3, Año: 2025 páginas 37-57

Deforestación en la producción de maíz en la parroquia La Pila del cantón Montecristi

Deforestation in corn production in the La Pila parish of the Montecristi canton

Ing. Eddy Williams Santana Burgos¹

santana-eddy6605@unesum.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0002-8256-4880>

**Universidad Estatal del Sur de Manabí, Instituto de Postgrado, Programa de
Maestría en Gestión Ambiental**

Ing. Luisa Anabel Palacios Lopez²

luisa.palacios@unesum.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-9257-7557>

**Universidad Estatal del Sur de Manabí, Instituto de Postgrado, Programa de
Maestría en Gestión Ambiental**

Como citar:

Santana Burgos, E. W., & Palacios Lopez, L. A. (2025).
Deforestación en la producción de maíz en la parroquia
La Pila del cantón Montecristi. Revista Pulso Científico,
3(3), 37–57. <https://doi.org/10.70577/rps.v3i3.40>

Fecha de recepción: 2025-06-13

Fecha de aceptación: 2025-07-22

Fecha de publicación: 2025-07-28

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo evaluar si existe deforestación en la parroquia La Pila del cantón Montecristi como consecuencia de la producción de maíz, en un contexto donde los bosques secos tropicales enfrentan una presión creciente por el avance agrícola. La problemática radica en la pérdida progresiva de cobertura forestal y la transformación del uso del suelo en zonas de alta biodiversidad, lo que amenaza el equilibrio ecológico local. Para ello, se aplicó una metodología mixta que incluyó el análisis de modelos de producción agrícola (tradicional y semi-convencional), el uso de herramientas como CROPWAT y CLIMWAT para estimar la huella hídrica, así como la aplicación de factores de emisión del IPCC para calcular la huella de carbono. Los resultados revelaron una deforestación estimada de 603 hectáreas destinadas principalmente al cultivo de maíz, siendo el modelo semi-convencional el que genera mayor impacto ambiental (179,49 kg CO₂ eq y 0,89 m³/ha de agua utilizada), mientras que el modelo tradicional, con una ecoeficiencia de 0,99 y menor huella de carbono (19,68 kg CO₂ eq), demostró ser más sostenible tanto económica como ambientalmente. En conclusión, se evidencia que la expansión agrícola está contribuyendo directamente a la deforestación en la parroquia, por lo que se recomienda promover prácticas agrícolas sostenibles, restauración ambiental y políticas de ordenamiento territorial que mitiguen esta problemática.

Palabras clave: Deforestación, cobertura forestal, producción de maíz.

ABSTRACT

The research aimed to assess whether deforestation exists in the parish of La Pila in the canton of Montecristi as a result of corn production, in a context where tropical dry forests face increasing pressure from agricultural expansion. The problem lies in the progressive loss of forest cover and the transformation of land use in areas of high biodiversity, which threatens the local ecological balance. To this end, a mixed methodology was applied, including the analysis of agricultural production models (traditional and semi-conventional), the use of tools such as CROPWAT and CLIMWAT to estimate the water footprint, and the application of IPCC emission factors to calculate the carbon footprint. The results revealed an estimated deforestation of 603 hectares, primarily used for corn cultivation. The semi-conventional model generated the greatest environmental impact (179.49 kg CO₂ eq and 0.89 m³/ha of water used). The traditional model, with an eco-efficiency of 0.99 and a lower carbon footprint (19.68 kg CO₂ eq), proved to be more sustainable both economically and environmentally. In conclusion, it is evident that agricultural expansion is directly contributing to deforestation in the parish. Therefore, it is recommended to promote sustainable agricultural practices, environmental restoration, and land use policies to mitigate this problem.

Keywords: Deforestation, forest cover, production of.

INTRODUCCIÓN

La deforestación es un término que se define como la conversión permanente de bosques tropicales a otros usos de la tierra (Ruiz, 2018). A nivel mundial los bosques de América del Sur entre el período 2010 – 2020 se han perdido 2,6 millones de hectáreas, disminuyendo esta cifra significativamente en comparación con el periodo 2000 – 2010 que fue un número muy elevado (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2020). Sin embargo, los bosques secos tropicales son los más afectados a escala global y también los que menos superficie original posee, tal como mencionan Valderrábano et al. (2021). Por otra parte, en Ecuador la deforestación es la mayor amenaza para los ecosistemas de bosque seco estacional, por ello la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza ha considerado clasificar el bosque seco ecuatorial en peligro crítico de extinción (Rivas et al. 2021).

Recientes investigaciones han identificado a la agricultura como principal factor de deforestación a nivel mundial, debido al uso que los agricultores realizan como la tala de estas tierras fértiles para cosechar su fruto, siendo este el medio más confiable para garantizar su diario vivir, según lo expuesto por Perlin y Leguizamán (2024). Cabe mencionar que, entre 2013 y 2019 en el noreste de la Amazonía se presentó una tasa elevada de deforestación principalmente en las tierras aledañas a carreteras y pueblos cercanos (López, 2022). Según el Instituto Nacional de Estadística y Censos (2019) Manabí es la provincia costera donde existe mayor producción agrícola, en la cual 777.088 ha corresponden a pastos cultivados y naturales, sus principales productos son el maíz y el cacao.

Además, el impacto ambiental que causa la agricultura está relacionado con el uso de fertilizantes, uso de maquinaria pesada, implementación de sistemas de riego, semillas certificadas entre otras, que impactan de forma directa o indirecta al suelo, agua y aire (Pinzón & Ramírez, 2021). Esta destrucción de ecosistema disminuye las poblaciones de flora y fauna, poniendo en riesgo la extinción de especies endémicas (Zambrano, 2020). Por ello, existen diferentes opciones para implementar prácticas agrícolas favorables que

integren los aspectos ambientales y económicos, cuya finalidad sea fomentar la sostenibilidad en la producción agrícola (Rodríguez, 2018).

En efecto, es importante considerar que los gases de efecto invernadero representan factores determinantes del cambio climático debido a su potencial de calentamiento global. El aumento de estos gases está estrechamente relacionado con las actividades de diversos sectores económicos, como el agrícola, que según el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (2014), ha contribuido con aproximadamente el 24% de las emisiones globales. En la actualidad, el incremento de los gases de efecto invernadero pueden generar significativas alteraciones ecológicas y económicas, así como intensificar los efectos del cambio climático (Pinzón & Ramírez, 2021).

Por su parte, el cantón Montecristi, ubicado en la provincia de Manabí, sustenta su economía en sectores como la industria, la agricultura, el comercio y el turismo. No obstante, también presenta registros sobre usos del suelo e impactos ambientales asociados, como la deforestación, el uso intensivo de agroquímicos y la expansión de la frontera agrícola, los cuales han contribuido al deterioro de la calidad del suelo y a una disminución en la calidad de vida de la población (Baque & Camargo, 2021). En este contexto, La Pila representa una zona de especial interés, ya que alberga un área significativa de Conservación y Protección orientada a la preservación de ecosistemas y biodiversidad. Sin embargo, el 4,33 % de su territorio está destinado a actividades agrícolas, porcentaje que resulta relevante por el impacto ambiental que puede generar (Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial La Pila, 2020).

En consecuencia, el objetivo de este estudio fue evaluar si existe deforestación en la parroquia La Pila del cantón Montecristi por la producción de maíz. La intención de este estudio es ofrecer al lector información útil sobre el estado ambiental de la parroquia La Pila, siendo de utilidad para generar conciencia y desarrollar medidas de protección que disminuyan la deforestación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio de deforestación se realizó en la parroquia rural La Pila, cantón Montecristi, ubicada en el centro de la provincia Manabí, posee un clima tropical seco, con una temperatura entre 23°C – 26°C, tiene un rango altitudinal entre los 100 msnm hasta los 643 msnm y una extensión aproximadamente de 98.41 Km² (Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial La Pila, 2020).

Figura 1

Mapa de ubicación de la parroquia La Pila



Nota. Elaboración propia.

Uso y Cobertura del suelo

Es un área de conservación y protección lo que ocupa mayor parte del territorio de la parroquia, mientras que los usos del suelo como agropecuarios mixtos, antrópico, pecuario, son de influencia reducida (Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial La Pila, 2020).

Según datos del Ministerio de Agricultura y Ganadería (2019) el área de Conservación y Protección, ocupa el 94,42% de la zona, mientras que el 4,33 % restante se dedica a labores agrícolas.

Identificación de modelos de producción

Se identificó dos modelos agrícolas de maíz en el área de estudio, el modelo tradicional (MT) y el modelo semi – convencional (MS), estos modelos fueron caracterizados en base a la tabla de la investigación similar de Pinzón & Ramírez (2021), (Tabla 1):

Tabla 1

Caracterización de los modelos de producción de maíz

Caracterización	Modelo Semi – Convencional	Modelo tradicional
Energía	Predomina uso de energía fósil (gas-petróleo)- o alternativas (solar)	Uso de energía renovable (solar) menor predominio de combustible fósiles
Escala	Parcelas de 0,5 ha Cuadrilla 0,71 ha <= 1 ha	Área de producción Parcela, chacra.
Objetivo	Comercio-autoconsumo	Autoconsumo- (poco o nada al comercio)
Fuerza de trabajo	Jornal-Familiar-mingas	Familiar-Comunal
Diversidad	Monocultivo – Asociados Baja diversidad	Policultivo Alta diversidad
Productividad	“Irregular en el tiempo, con alta productividad laboral; baja productividad ecológica y energética” (Martínez 2008, 11).	“Irregular en el tiempo, con alta productividad laboral; baja productividad ecológica y energética” (Martínez 2008, pág. 11).
Semilla	Modificada	No modificada
Maquinaria y herramientas	Maquinaria agrícola artesanal (Desgranadora artesana guadaña)	-No existe uso de maquinaria agrícola
Insumos	-Fitosanitarios -Fertilizantes sintéticos	-abonos orgánicos -violetes - compost

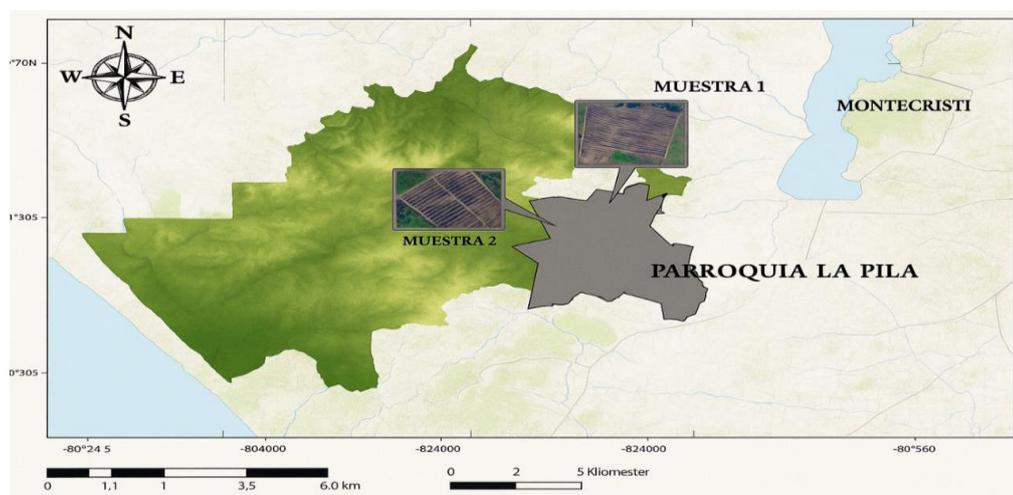
Prácticas agrícolas	-Puede o no existir la rotación de cultivos	-Rotación de cultivos
Presencia de plagas	Si	Si-No
Control de plagas	Agroquímico	Control natural
Desechos	-Reincorporación de residuos, quema -Desechos de agroquímicos	-Reincorporación de residuos - Producción de desechos orgánicos
Conocimiento	Local- Convencional	Local, tradicional basado en creencias de transmisión limitada.
Conmovisión	Mercadocéntrica	Ecocéntrica: “La naturaleza es una entidad viva y sacral. Lo natural se encarna en deidad con quien debe dialogar durante la apropiación” (Martínez 2008, pág.11).

Nota. Datos extraídos de Pinzón y Ramírez (2021).

Posteriormente, se identificaron satelitalmente dos áreas o parcelas de cultivos que del 2021 presentan deforestación para realizar el análisis pertinente.

Figura 2

Mapa de identificación de áreas a investigar.



Nota. Elaboración propia.

Tabla 2

Características y ubicación de las áreas seleccionadas para el estudio de deforestación

N°	Coordenadas		Z	Área	
	X	Y	msnm	m ²	ha
1	546297,7	9878098,8	199,73	10.897,94	1,09
2	545947,5	9877968	188,90	2.309,37	0,23

Nota. Elaboración a partir de los datos de (Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial La Pila, 2020).

Categorías de impacto

a. Emisiones de GEIs

Se utilizó el cálculo de la Huella de Carbono (HC), el cual consiste en sumar las emisiones, expresadas en toneladas de CO₂ equivalente (t CO₂ eq) según las actividades realizadas en el proceso de producción (Fajardo & Cardenas, 2022):

$$E_{A_i} = \text{Dato de actividad } A_i * \text{Factor de emisión}$$

El dato de la actividad es aquella que define el nivel de la actividad generadora de GEI, mientras que el factor de emisión es un valor relacionado con la cantidad de gas emitido en la atmosfera. Según el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (2006), se toman en cuenta las siguientes actividades que tienen un impacto mayor al 1%:

- Emisión por fertilizantes orgánicos.
- Emisión por la semilla de maíz.
- Emisión por la quema de residuos agrícolas.
- Emisión por el uso de combustibles y lubricantes
- Emisión por la aplicación de fitosanitarios

Finalmente, se calculó la Huella de Carbono (HC):

$$HC = \sum_i E_{A_i}$$

b. Cálculo de Huella Hídrica del Cultivo

Para conocer este parámetro se necesita HH (huella hídrica), para la cual se utilizó componentes de investigación de Hoekstra y otros, 2011, también se necesitan datos hídricos como: precipitación (HHVerde), la contaminación de agua dulce (HHGris) y la evaporación (HHAzul), la suma de estos factores determinó el volumen total de agua dulce utilizada por los cultivos de maíz.

Su fórmula:

$$HH_{CULTIVO} = HH_{VERDE} + HH_{GRIS} + HH_{azul} \left(\frac{m^3}{ton} \right)$$

Para un resultado más preciso de HH se utilizó el software CROPWAT 8.0, programa desarrollado por la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación).

Evaluación económica

Para la determinación de este parámetro, se consideraron los costos asociados a cada etapa del proceso de producción de maíz, tales como semillas, fertilizantes, jornales, insumos y productos fitosanitarios. Asimismo, se cuantificó la rentabilidad de la producción tomando como referencia la información bibliográfica obtenida del estudio realizado por Pinzón y Ramírez (2021):

$$Rentabilidad = IT - CT$$

$$IT = P_y Y$$

$$CT = P_x X$$

En donde:

IT = Ingreso Total en ha⁻¹

CT = Costo de Producción

Y = Rendimiento del cultivo en ton ha⁻¹

X = Actividad

P_y = Precio de mercado del cultivo en ton

P_x = Precio de actividad en ton ha⁻¹

Evaluación de impacto ambiental

Para conocer si la producción de maíz es rentable tanto económicamente como ambientalmente, se calculó la ecoeficiencia, la cual es la unión de aspectos ecológicos y económicos, según la literatura de Rincón & Wellens, (2011):

$$\text{Ecoeficiencia} = \frac{\text{Valor del producto o servicio}}{\text{Influencia Ambiental}}$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

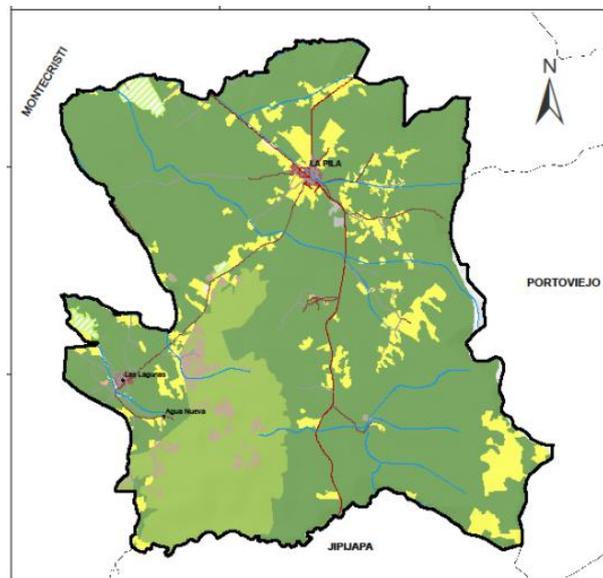
En Manabí gran parte de los agricultores aprovechan los primeros meses del año para sembrar el maíz, es decir, entre los meses enero – junio, debido a que es temporada de invierno; de esta manera el cultivo recibe la precipitación necesaria para obtener un producto de calidad.

Por lo general, la mayoría de los agricultores realizan una cosecha al año, ya que esta temporada se presenta una sola vez, a diferencia de ganaderos o haciendas que cuentan con maquinaria, sistemas de riego, personal jornalero, y mayor economía realizan más de una cosecha al año.

En este contexto agrícola, resulta fundamental comprender cómo la expansión del cultivo de maíz ha impactado la cobertura vegetal original del territorio. Para ello, se presenta a continuación un mapa de cobertura forestal de la parroquia La Pila, el cual permite visualizar las zonas que históricamente estuvieron cubiertas por bosque seco tropical, sirviendo como base para analizar la conversión del uso del suelo hacia fines agrícolas y estimar el grado de deforestación en la zona de estudio.

Figura 3

Cobertura forestal de la parroquia La Pila



Nota. Elaboración propia.

En el mapa, la cobertura forestal está representada con color verde oscuro, correspondiente a zonas de bosque, matorral seco y sabana ecuatorial. Por otro lado, el cultivo de maíz se encuentra identificado con color amarillo intenso, lo que permite evidenciar visualmente las áreas donde se ha sustituido vegetación natural por uso agrícola.

Cabe resaltar que, según los datos del Instituto Espacial Ecuatoriano y el Ministerio del Ambiente (2019), en la parroquia La Pila predominaba una cobertura de bosque seco, clasificada como área de conservación y protección, la cual representaba originalmente un 94,42 % del territorio (equivalente a 24.825,37 hectáreas). No obstante, el incremento progresivo del uso agrícola ha generado un cambio significativo en el uso del suelo.

La expansión de la frontera agrícola, orientada especialmente al cultivo de maíz, ha conllevado la transformación de una parte considerable del área natural. Según los registros de deforestación del Ministerio del Ambiente (2019), se ha estimado que aproximadamente 603 hectáreas de bosque seco han sido deforestadas, siendo destinadas principalmente a actividades agrícolas y usos antrópicos.

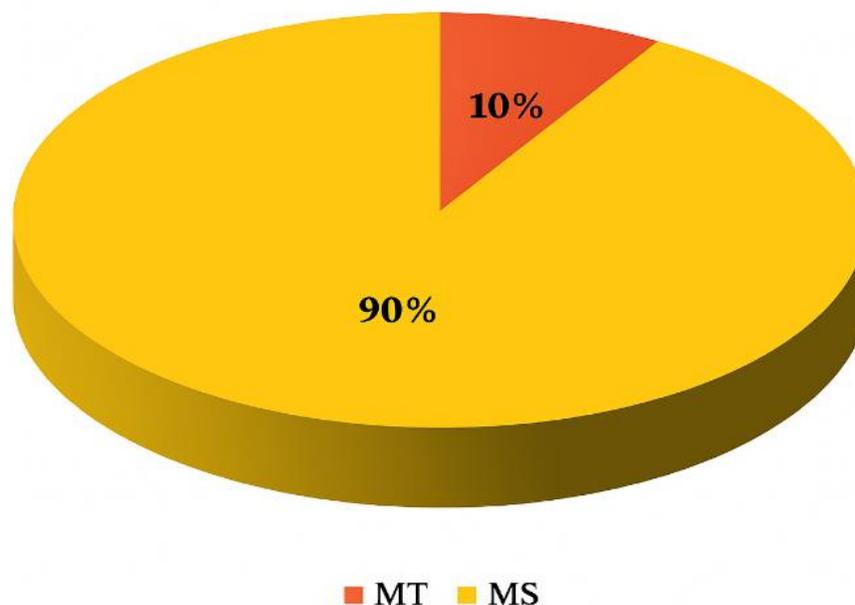
Huella de carbono

Según la metodología estudiada, se aplicó en dos áreas seleccionadas de la parroquia La Pila, para conocer sus condiciones de deforestación. Inicialmente se obtuvo el valor de emisiones de gas invernadero (EGIs), donde MT aporta 19,68 de kg CO₂ eq, siendo un valor mínimo en comparación al MS que aporta 179,49 de kg CO₂ eq,

Figura 4

Representación total de kg CO₂eq según los modelos de producción.

TOTAL DE Kg CO₂ eq MT y MS



Nota. Elaboración propia.

Las emisiones calculadas se realizaron de acuerdo al proceso que desarrolla cada uno de los modelos de producción; el MT al ser tradicional, no afecta en gran proporción al ecosistema, ya que se ejecutan técnicas naturales y elementos orgánicos que no afectan en gran proporción al ecosistema, mientras que en el MS al ser semi – convencional afecta por el uso de fitosanitarios, quema de residuos y en algunos casos el tipo de fertilizantes. A continuación, se muestran las emisiones evaluadas para cada modelo de producción:

Tabla 3

Emisiones de Kg de CO₂ de los sistemas de producción.

EMISIONES Kg DE CO₂ EQUIVALENTE		
TIPOS	MT	MS
E. Combustibles	6,61	137,54
E. Semillas	12,99	15,88
E. Fertilizantes	0,08	11,76
E. Fitosanitarios	-	3,29
E. Quema de residuos	-	11,02
HUELLA DE CARBONO	19,68	179,49

Nota. Los valores presentados en la tabla corresponden a las emisiones de CO₂ equivalente obtenidas a partir de los insumos utilizados en el proceso productivo de maíz en las dos áreas seleccionadas para el estudio, identificadas como muestra 1 y muestra 2.

Huella Hídrica

A continuación, se presenta la tabla con los requerimientos de agua estimados para el cultivo, organizados por períodos del ciclo productivo, incluyendo datos como el coeficiente del cultivo (Kc), evapotranspiración y necesidades de riego.

Tabla 4

Requerimiento de agua para el cultivo

REQUERIMIENTO DE AGUA PARA EL CULTIVO							
Mes	Década	Etapas	Kc	ETc	ETc	Prec, efec	Req, Riego
			coef	mm/día	mm/dec	mm/dec	mm/dec
Ene	1	Inic	0,15	0,57	1,7	0,4	1,7
Ene	2	Inic	0,15	0,56	5,6	2	3,6
Ene	3	Inic	0,15	0,56	6,1	4,7	1,4
Feb	1	Des	0,26	0,96	9,6	8,1	1,5
Feb	2	Des	0,5	1,85	18,5	10,8	7,7
Feb	3	Des	0,72	2,67	21,3	11,3	10,1

Mar	1	Des	0,93	3,5	35	12,6	22,4
Mar	2	Med	1,11	4,18	41,8	13,9	28
Mar	3	Med	1,11	4,32	47,5	10,2	37,3
Abr	1	Med	1,11	4,43	44,3	5,4	38,9
Abr	2	Med	1,11	4,54	45,4	2	43,5
Abr	3	Fin	1,1	4,43	44,3	1,3	43
Ma y Ma y Ma y	1	Fin	0,94	3,73	37,3	0,1	37,2
	2	Fin	0,73	2,87	28,7	0	28,7
	3	Fin	0,56	2,06	14,5	0	14,5
					401,8	82,7	319,5

Nota. Los datos corresponden a estimaciones aplicadas en las dos áreas seleccionadas para el análisis del cultivo.

Para determinar la huella hídrica es esencial conocer la huella hídrica verde (HHVerde) y la huella hídrica azul (HHAzul), para ello se necesita principalmente la precipitación efectiva, el requerimiento de agua y el rendimiento del cultivo. Según la FAO (2022), Ecuador tuvo un rendimiento de maíz equivalente a 4 527,60 ton/ha.

Conforme a la metodología aplicada se obtuvo 0.18 m³/ha de HHVerde y 0.71 m³/ha de HHAzul, en este caso los modelos de producción no aplicaron fertilizantes que causen daño o alteren de forma grave el suelo se obtuvo HHGris por ello no se obtuvo dicho valor.

Finalmente se obtuvo un total de 0.89 m³/ha, equivalente a la sumatoria de las huellas hídricas mencionadas.

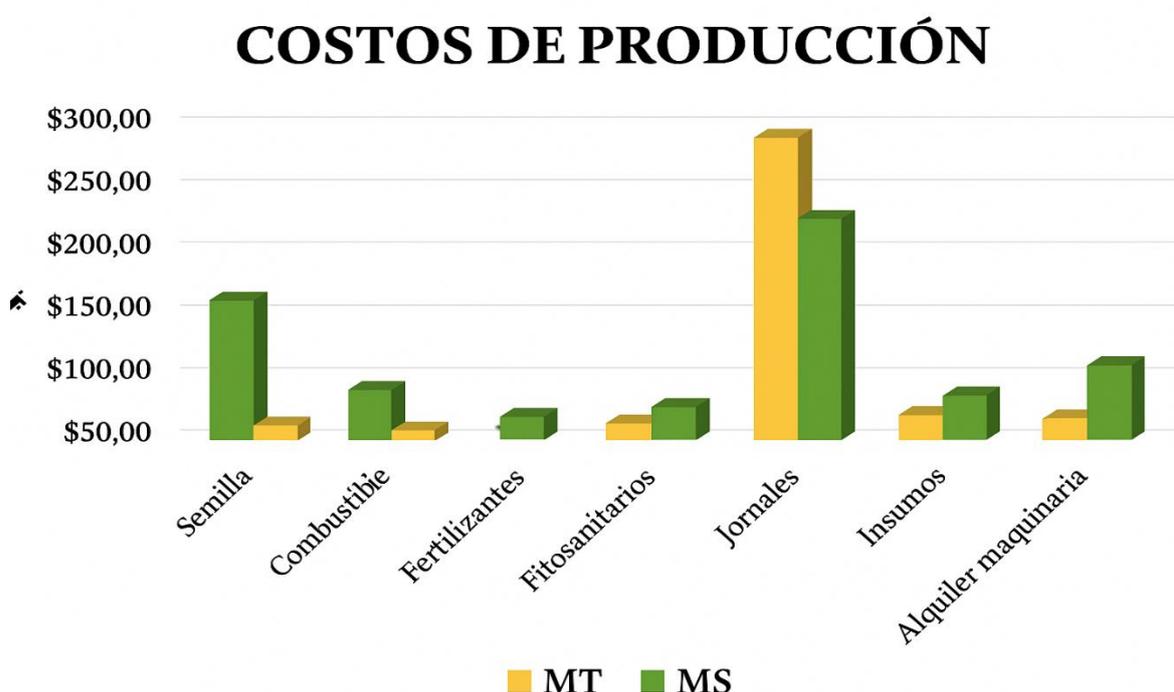
Costos

Los modelos de producción dependen mucho de la economía del agricultor, debido a que mediante este factor pueden producir mayores ingresos con el uso de maquinarias, elementos de mayor concentración de compuestos, lo cual es beneficioso económicamente para el ser humano pero dañino para la naturaleza. Los costos de producción se realizaron con base al proceso realizado en cada uno de los modelos en áreas donde los productores no cuentan con recursos económicos altos.

Luego de la evaluación de costos y gastos se obtuvo una rentabilidad de \$548,08 para MT, mientras que para MS fue de \$313,46. Es evidente que el MT es un modelo más forzoso a nivel laboral, pero a pesar de ello es rentable. Hoy en día muchos agricultores siguen implementando técnicas como sus antepasados les enseñaron.

Figura 5

Gráfico de costos de producción



Nota. Elaboración propia.

A pesar de que la rentabilidad representada se muestra como una buena opción de negocio, muchos agricultores viven de esta y otras actividades agrícolas, ya que tener negocio de la cosecha de maíz no es rentable para ellos porque la realizan solo una vez al año.

Impacto ambiental

La agricultura es una actividad que se realiza en cualquier parte del mundo, que con la tecnología avanza cada día más rápido la cosecha de un producto, pero de la misma forma estas técnicas alteran la calidad del suelo y del ambiente por los químicos que contienen; lo

cual provoca pérdidas de suelo que terminan en áreas deforestadas por la ausencia de áreas verdes.

Según la literatura de Rincón & Wellens (2011), el valor de la ecoeficiencia varía de 0 a 1, es decir entre más cerca del uno será más eficiente.

Para el MT se obtuvo un coeficiente de 0,99, mientras que para el MS se obtuvo 0,80, según las cifras el MT es el más cercano, es decir, tiene un proceso de producción que prácticamente no afecta al ecosistema, ni suelos, ni agua.; mientras que el MS se puede estimar que suceda por la quema de residuos que realiza dentro de su proceso.

Discusión

A través del análisis de cobertura forestal y uso del suelo, se estimó que al menos 603 hectáreas de bosque seco han sido deforestadas en la parroquia La Pila, mayormente transformadas en tierras agrícolas. Esta pérdida representa una amenaza significativa para la biodiversidad local y para los servicios ecosistémicos. El uso del suelo para el cultivo de maíz, aunque vital para la economía local, debe ser regulado con enfoque de ordenamiento territorial para evitar la expansión descontrolada. Este resultado se alinea con lo reportado por el MAE (2019) y por Baque & Camargo (2021), quienes advierten sobre la presión agrícola como principal causa de degradación de los paisajes rurales manabitas.

El modelo tradicional presenta una huella de carbono significativamente menor (19,68 kg CO₂ eq) en comparación con el modelo semi-convencional, que registra 179,49 kg CO₂ eq. Esta diferencia obedece al uso limitado de combustibles fósiles, la no utilización de agroquímicos y la práctica de control natural de plagas en el MT. En cambio, el MS recurre al uso de fertilizantes sintéticos, fitosanitarios y quema de residuos, lo cual incrementa su aporte de GEIs. Estos datos ratifican lo planteado por Pinzón y Ramírez (2021), quienes afirman que los sistemas tradicionales poseen una mayor ecoeficiencia ambiental.

En relación con la huella hídrica, el estudio refleja un consumo total de 0,89 m³/ha, de los cuales 0,18 m³/ha corresponden a huella verde y 0,71 m³/ha a huella azul, mientras que no se reportaron valores de huella gris debido a la no utilización de insumos contaminantes en el suelo. Esta proporción evidencia una dependencia considerable del riego, especialmente

durante los meses con menor precipitación efectiva. Si bien el volumen total puede considerarse bajo en comparación con cultivos más demandantes, en un ecosistema como el bosque seco tropical, la extracción de agua para riego debe manejarse con criterios de sostenibilidad.

La comparación de rentabilidad entre modelos evidencia que el modelo tradicional genera mayores ingresos netos con \$548,08/ha frente a los \$313,46/ha del modelo semi-conventional, a pesar de que este último incorpora más insumos y tecnología. Este resultado refleja que el bajo costo operativo del MT compensa su menor tecnificación, y que su enfoque agroecológico no solo es viable desde lo ambiental, sino también desde lo económico. Asimismo, demuestra que las prácticas heredadas y locales pueden mantener niveles aceptables de productividad, siempre que se adapten a las condiciones del entorno. Este resultado coincide con lo planteado por Rodríguez (2018), al afirmar que la sostenibilidad agroproductiva puede lograrse mediante el equilibrio entre tradición e innovación.

Los valores de ecoeficiencia obtenidos (0,99 para MT y 0,80 para MS) muestran que el modelo tradicional es significativamente más eficiente en términos ambientales. Esta diferencia refleja la menor carga contaminante del MT, dado que no utiliza maquinaria pesada ni agroquímicos que alteren la calidad del suelo y del agua. En cambio, el MS, aunque más rentable a corto plazo en ciertas condiciones, incrementa el riesgo de degradación ambiental por sus prácticas intensivas. Como señalan Rincón y Wellens (2011), los sistemas con mayor ecoeficiencia son los que optimizan recursos sin comprometer el equilibrio ecológico. En este sentido, el MT se perfila como una opción productiva más adecuada para ecosistemas frágiles como el bosque seco tropical.

CONCLUSIONES

Se confirma la existencia de deforestación vinculada a la producción de maíz en la parroquia La Pila. A través del análisis de cobertura forestal y registros históricos de uso del suelo, se estimó que aproximadamente 603 hectáreas de bosque seco tropical han sido deforestadas, siendo destinadas principalmente a fines agrícolas.

El modelo de producción semi-convencional (MS) mostró una mayor huella ambiental al registrar 179,49 kg de CO₂ equivalente, frente a los 19,68 kg CO₂ eq del modelo tradicional (MT). Esta diferencia evidencia que las prácticas agrícolas más intensivas, como el uso de agroquímicos, maquinaria y quema de residuos, aumentan considerablemente las emisiones de gases de efecto invernadero, contribuyendo al deterioro del entorno natural.

En cuanto a la huella hídrica, se determinó un valor total de 0,89 m³/ha, siendo la huella azul (riego) la más predominante. Aunque los valores no son excesivos, representan una carga importante sobre los recursos hídricos en un ecosistema seco, por lo cual se recomienda el uso eficiente del agua mediante prácticas agroecológicas y tecnologías sostenibles.

Desde la perspectiva económica, el modelo tradicional resultó más rentable, con una ganancia neta de \$548,08 por hectárea, comparado con los \$313,46 por hectárea del modelo semi-convencional.

La evaluación de la ecoeficiencia reafirma que el modelo tradicional tiene un menor impacto ambiental por unidad de beneficio económico, alcanzando un valor de 0,99, muy cercano al ideal.

Es urgente implementar medidas de protección y restauración ambiental, así como promover prácticas agrícolas sostenibles, para frenar el avance de la deforestación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Baque, B., & Camargo, M. (2021). Cambios del uso de la tierra y propuesta de zonificación para el cantón de Montecristi, Ecuador (2010-2017). *AXIOMA*. <https://pucesinews.pucesi.edu.ec/index.php/axioma/article/view/845/770>
- FAO. (2020). *Evaluación de los recursos forestales mundiales 2020*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://doi.org/10.4060/ca8753es>

- Fajardo, P., & Cárdenas, R. (2022). Carbon footprint of the banana cultivation (*Paradisiaca musa*) in La Victoria Farm, El Oro province. *Revista de Producción, Ciencias e Investigación*, 6(45). <https://doi.org/10.29018/issn.2588-1000vol6iss45>
- GAD Parroquial La Pila. (2020). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia Rural "La Pila"*. CGV Consultores. http://www.gadprcascol.gob.ec/media/gadprlapila/pdot_archivos/ACTUALIZACION_PDOT_GAD_LA_PILA_2019-2023_compressed2.pdf
- Hoekstra, A., Chapagain, A., Aldaya, M., & Mekonnen, M. (2011). *The water footprint assessment manual: Setting the global standard*. Earthscan.
- INEC. (2019). *Contenido: Encuesta de superficie y producción agropecuaria*. Instituto Nacional de Estadística.
- IPCC. (2006). *Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra*. IPCC.
- López, S. (2022). Deforestation, forest degradation, and land use dynamics in the Northeastern Ecuadorian Amazon. *Applied Geography*, 145, 102749. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2022.102749>
- Perlin, L., & Leguizamán, A. (2024, abril). Agriculture-driven deforestation in Ecuador's Mache-Chindul Ecological Reserve: The farmers' perspective. *Revista de estudios rurales*, 107. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2024.103263>
- Pérez, S. (2012). *Evaluación y análisis de la huella hídrica y agua virtual* (Tesis de maestría). Escuela Agrícola.
- Pinzón, I., & Ramírez, L. (2021). Ecoeficiencia de los modelos de producción agrícola de maíz duro y su influencia. *Revista de Ciencias de la Vida*, 33(1). <https://www.redalyc.org/journal/4760/476065991007/476065991007.pdf>
- Rincón, E., & Wellens, A. (2011). Cálculo de indicadores de ecoeficiencia para dos empresas ladrilleras mexicanas. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 27(4). https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0188-49992011000400006&script=sci_arttext

- Rivas, C., Guerrero-Casado, J., & Navarro-Cerillo, R. (2021). Deforestation and fragmentation trends of seasonal dry tropical forest in Ecuador: Impact on conservation. *Forest Ecosystems*. <https://doi.org/10.1186/s40663-021-00329-5>
- Rodríguez, E. (2018). *Indicadores de ecoeficiencia de sistemas productivos* (Tesis de maestría).
- Ruiz, M. (2018). *Reducción de la deforestación*. Organización de las Naciones para la Alimentación y la Agricultura (FAO).
- Valderrábano, M., Nelson, C., Nicholson, E., Etter, A., Carwardine, J., Hallett, J., ... Botts, E. (2021). *La ciencia de la evaluación del riesgo ecosistémico al servicio de la restauración de ecosistemas*. UICN. <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2021-042-Es.pdf>
- Zambrano, E. (2020). *Determinación del grado de fragmentación del bosque seco tropical de la subcuenca Quimis de la comuna Las Lagunas, cantón Montecristi* (Tesis de grado). Universidad Estatal del Sur de Manabí. <https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/2464/1/Elias%20Zambrano.pdf>

Conflicto de intereses:

Los autores declaran que no existe conflicto de interés posible.

Financiamiento:

No existió asistencia financiera de partes externas al presente artículo.

Nota:

El artículo no es producto de una publicación anterior.