ISSN: 3101-4895

AÑO 1 NÚMERO 2 . JULIO - DICIEMBRE 2026

CERES

Revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible





Ediciones Clío

CERES
Revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible
Ediciones Clío
Año 1, núm. 2, julio-diciembre, 2026
ISSN-e: 3101-4895

Ceres

Revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible es una revista científica arbitrada, adscrita a **Ediciones Clío**, de circulación internacional y periodicidad semestral. Su misión es fortalecer la producción y difusión de conocimiento científico y técnico mediante la publicación de investigaciones originales, desarrollos aplicados y aportes críticos desde un enfoque interdisciplinario orientado al desarrollo sostenible.

Ceres se constituye como un espacio de convergencia entre la ingeniería, la tecnología y las ciencias agropecuarias, promoviendo el diálogo entre áreas como Ingeniería Agrícola, Tecnología de Alimentos, Ciencias Ambientales, Agronomía, Zootecnia y campos relacionados. Se priorizan contribuciones sobre innovación y transferencia tecnológica, sostenibilidad y resiliencia de sistemas agropecuarios, gestión integral de recursos naturales, evaluación de impactos ambientales y estrategias para la mitigación y adaptación en contextos productivos.

Cada volumen organiza sus contenidos en secciones que incluyen: artículos científicos, artículos técnicos, ensayos, entrevistas, relatos de experiencias técnicas, textos de divulgación científica, reseñas de libros y medios audiovisuales, así como manifiestos y declaraciones institucionales. El proyecto editorial de **Ceres** se orienta por el rigor metodológico, la pluralidad académica y un compromiso ético con el entorno natural, social y cultural, fomentando la articulación entre saberes académicos, técnicos y populares.

Comité Editorial

Director

Jorge Isaac Vidovic Chourio
Desarrollador de software y emprendedor
Vidovic Systems. Vigo, España
https://orcid.org/0000-0001-6802-6168

Editor Jefe

Jorge Fymark Vidovic López. Doctor en educación. Miembro honorario de la Academia de Historia del estado Zulia. Director de la Fundación Ediciones Clío. Maracaibo, Venezuela. https://orcid.org/0000-0001-8148-4403

BY: se debe dar crédito al creador.
NC: Solo se permiten usos no comerciales de la obra.
SA: Las adaptaciones deben compartirse bajo los mismos términos.

Los autores mantienen los derechos sobre los artículos y, por tanto, son libres de compartir, copiar, distribuir, ejecutar y comunicar públicamente.

CERES
Revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible
Ediciones Clio
Año 1, núm. 2, julio-diciembre, 2026
ISSN-e: 3101-4895

Editora Académica

Dorys Acosta. Doctora en educación. Ingeniera en Informática. Universidad Experimental Rafael María Baralt, Maracaibo, Venezuela. https://orcid.org/0000-0002-7868-6749

Comité Científico

Freddi Roland Rodríguez Ordoñez. Licenciado en Física. Universidad Nacional de Jaén. Jaén, Cajamarca, Perú. https://orcid.org/0000-0001-6685-6598

Arturo Hardisson de la Torre. Farmacéutico. Catedrático de la Universidad de La Laguna. Tenerife, España. https://orcid.org/0000-0002-5760-4687

César Timaure. Doctor en Ciencias Gerenciales. Magister Scientiarium en gerencia de Agrosistemas. Universidad Experimental Rafael María Baralt, Maracaibo, Venezuela. https://orcid.org/0000-0003-1479-4211

Juan Eduardo Suárez. Ingeniero Agrícola. Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza. Perú. https://orcid.org/0009-0006-0597-6370

Eduardo Benjamín Suárez. Ingeniero Zootecnista. Hospital Gustavo Lanatta Lujan de Bagua. Perú. https://orcid.org/0009-0003-7873-3458

Gilsi Domínguez Jiménez. Dra. en Educación. Licda. en Educación, mención matemática y física. Investigadora de las Ciencias Físicas desde la complejidad, energías alternativas, ecología y tecnología. Universidad Nacional Experimental Rafael María Baralt. Venezuela. https://orcid.org/0000-0001-6031-7227

Magdalena Górska. Founder, WSHIU Academy of Applied Sciences, Poznan, Poland. https://orcid.org/0000-0002-5208-1637

Paulina Kolisnichenko. Vice Rector for International Cooperation, WSHIU Academy of Applied Sciences, Poznan, Poland. https://orcid.org/0000-0001-6730-1236

Oleksandr Sylkin. PhD in Management, Faculty of Socio-Economics WSHIU Academy of Applied Sciences, Poznan, Poland. https://orcid.org/0000-0001-9381-9872

Myroslav Kryshtanovych. D.Sc. in Public Administration, Professor, Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine. https://orcid.org/0000-0003-1750-6385

Halyna Leskiv. PhD (Technics), Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies, Lviv, Ukraine. https://orcid.org/0000-0002-4900-9466

CERES
Revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible
Ediciones Clío
Año 1, núm. 2, julio-diciembre, 2026
ISSN-e: 3101-4895

Iryna Mihus. Doctor of Science (Economics), Professor, Visiting Professor of the Pontifical Catholic University of Paraná (Curitiba, Brazil), CEO and Director of the Scientific Center of Innovative Research (Estonia).
https://orcid.org/0000-0001-6939-9097

Equipo técnico

Diseño editorial y diagramación: Ediciones Clío
Diseño gráfico: Jenibeth Maldonado
Soporte técnico y contacto: edicionesclio.es@gmail.com

CERES
Revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible
Ediciones Clío
Año 1, núm. 2, julio-diciembre, 2026
ISSN-e: 3101-4895

Sumario

Presentación editorial

Jorge Isaac Vidovic
6-8

Artículos

Evaluación morfológica y agronómica de genotipos de tarwi (Lupinus mutabilis Sweet) de los Andes del norte del Perú
Morphological and agronomic evaluation of tarwi (Lupinus mutabilis Sweet) genotypes from the northern Peruvian Andes
Rojas Culqui, Ney y Millones Chanamé, Carlos Eduardo
9-33

Adding a Rust-like memory ownership model to classic C language
Incorporación de un modelo de propiedad de memoria similar al de Rust al lenguaje C clásico
Costas Rodríguez, Sergio
34-69

Fundamentos epistemológicos de los modelos de desarrollo históricamente existentes: de la modernidad liberal y marxista hasta el desarrollo sostenible
Epistemological foundations of historically existing development models: from liberal and marxist modernity to sustainable development
Villasmil Espinoza, Jorge Jesús
70-104

Ecoeducación y agroecología: estrategias comunitarias para el manejo integrado de insectos plaga en un asentamiento agrícola
Eco-education and agroecology: community strategies for integrated pest management in an agricultural settlement
Pascal, Edison; Mora, Gerson; Vásquez Pascal, Helimar y Faria, Hennet
105-121

Ceres. Revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible
ISSN: 3101-4895 / Provincia de Pontevedra – España
https://revistaceres.com/index.php/ceres/index

CERES
Revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible
Ediciones Clío
Año 1, núm. 2, julio-diciembre, 2026
ISSN-e: 3101-4895

China, the war in ukraine, the Middle East and the Venezuelan direction of the United States of America as signs of the transition to a conflict-ridden world order and threats to sustainable development, food security, and natural resources
China, la guerra en Ucrania, Oriente Medio y la dirección venezolana de los Estados Unidos de América como señales de la transición hacia un orden mundial plagado de conflictos y amenazas para el desarrollo sostenible, la seguridad alimentaria y los recursos naturales
Maj, Julian y Krąkowska, Ewa
122-157

Salario emocional y comunicación estratégica: factores para la optimización del clima organizacional en la industria del cangrejo azul
Emotional salary and strategic communication: factors for optimizing the organizational climate in the blue crab Industry
Arias Mora, Emily Chiquinquirá y Ferrer Alaña, Luis Guillermo
158-180

Caracterización clínica y hematológica de la tripanosomosis bovina crónica: un estudio de caso en sistemas de producción del municipio Colón, Zulia, Venezuela
Clinical and hematological characterization of chronic bovine trypanosomiasis: a case study in production systems of the Colón municipality, Zulia, Venezuela
Torres de Bracho, Erika Agustina
181-204

Normas (español e inglés)
205-213

CERES
Revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible
Ediciones Clio
Año 1, núm. 2, julio-diciembre, 2026
ISSN-e: 3101-4895

Sumario

Presentación editorial

Jorge Isaac Vidovic
6-8

Artículos

Evaluación morfológica y agronómica de genotipos de tarwi (Lupinus mutabilis Sweet) de los Andes del norte del Perú
Morphological and agronomic evaluation of tarwi (Lupinus mutabilis Sweet) genotypes from the northern Peruvian Andes
Rojas Culqui, Ney y Millones Chanamé, Carlos Eduardo
9-33

Adding a Rust-like memory ownership model to classic C language
Incorporación de un modelo de propiedad de memoria similar al de Rust al lenguaje C clásico
Costas Rodríguez, Sergio
34-69

Fundamentos epistemológicos de los modelos de desarrollo históricamente existentes: de la modernidad liberal y marxista hasta el desarrollo sostenible
Epistemological foundations of historically existing development models: from liberal and marxist modernity to sustainable development
Villasmil Espinoza, Jorge Jesús
70-104

Ecoeducación y agroecología: estrategias comunitarias para el manejo integrado de insectos plaga en un asentamiento agrícola
Eco-education and agroecology: community strategies for integrated pest management in an agricultural settlement
Pascal, Edison; Mora, Gerson; Vásquez Pascal, Helimar y Faria, Hennet
105-121

Ceres. Revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible
ISSN: 3101-4895 / Provincia de Pontevedra – España
https://revistaceres.com/index.php/ceres/index

CERES
Revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible
Ediciones Clío
Año 1, núm. 2, julio-diciembre, 2026
ISSN-e: 3101-4895

China, the war in ukraine, the Middle East and the Venezuelan direction of the United States of America as signs of the transition to a conflict-ridden world order and threats to sustainable development, food security, and natural resources
China, la guerra en Ucrania, Oriente Medio y la dirección venezolana de los Estados Unidos de América como señales de la transición hacia un orden mundial plagado de conflictos y amenazas para el desarrollo sostenible, la seguridad alimentaria y los recursos naturales
Maj, Julian y Krąkowska, Ewa
122-157

Salario emocional y comunicación estratégica: factores para la optimización del clima organizacional en la industria del cangrejo azul
Emotional salary and strategic communication: factors for optimizing the organizational climate in the blue crab Industry
Arias Mora, Emily Chiquinquirá y Ferrer Alaña, Luis Guillermo
158-180

Caracterización clínica y hematológica de la tripanosomosis bovina crónica: un estudio de caso en sistemas de producción del municipio Colón, Zulia, Venezuela
Clinical and hematological characterization of chronic bovine trypanosomiasis: a case study in production systems of the Colón municipality, Zulia, Venezuela
Torres de Bracho, Erika Agustina
181-204

Normas (español e inglés)
205-213

CERES
Revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible
Ediciones Clío
Año 1, núm. 2, julio-diciembre, 2026
ISSN-e: 3101-4895

Presentación editorial

Entre la siembra y la memoria

DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.21157986

Jorge Isaac Vidovic
Director. Revista Ceres
Desarrollador de software
Correo: jorge.i.vidovic@edicionesclio.com
Orcid: https://orcid.org/0000-0001-6802-6168
Ediciones Clío. Vigo, Provincia de Pontevedra, España

Hay una afortunada coincidencia en el nombre que hemos elegido para esta revista. **Ceres**, antigua divinidad de las cosechas y del sustento, simboliza la fertilidad de la tierra y el cuidado de aquello que sostiene la vida en común; Clío, musa de la historia, custodia la memoria de cuanto hemos aprendido. Entre la siembra y la memoria se sitúa, precisamente, la tarea de toda revista científica: cultivar conocimiento y conservarlo para quienes vendrán. Con ese espíritu presentamos el **segundo número del primer volumen de Ceres**.

Nuestra revista nace con una vocación deliberadamente plural. No creemos que el conocimiento avance encerrado en compartimentos estancos, sino en el cruce de disciplinas que, al encontrarse, se iluminan mutuamente. Este número reúne siete contribuciones que recorren la agronomía, la agroecología, la sanidad animal, la informática, la filosofía del desarrollo, la geopolítica y la gestión organizacional. Lejos de ser una dispersión, esa amplitud responde a una convicción: los grandes desafíos de nuestro tiempo —la seguridad alimentaria, la sostenibilidad y la convivencia— son irreductiblemente multidisciplinarios.

Buena parte de las páginas que siguen dialogan, no por casualidad, con aquello que **Ceres** representa: el alimento y la tierra. *Rojas Culqui y Millones*

BY: se debe dar crédito al creador.
NC: Solo se permiten usos no comerciales de la obra.
SA: Las adaptaciones deben compartirse bajo los mismos

Chanamé evalúan genotipos de tarwi (Lupinus mutabilis) en la Jalca amazónica del Perú, un grano andino de alto valor proteico llamado a fortalecer la seguridad alimentaria. Desde Venezuela, *Pascal, Mora, Vásquez y Faria* muestran cómo la ecoeducación y la agroecología permiten a una comunidad campesina transitar del uso de agroquímicos al manejo integrado de plagas, mediante un genuino diálogo de saberes. *Torres de Bracho* examina los límites del diagnóstico convencional de la tripanosomosis bovina crónica en el estado Zulia, y nos recuerda cuánto depende la producción pecuaria de una sanidad animal rigurosa. *Arias Mora y Ferrer Alaña* llevan la mirada al factor humano de la cadena agroalimentaria, al proponer el salario emocional y la comunicación estratégica como vías para optimizar el clima organizacional en la industria del cangrejo azul.

A esta raíz agraria, se suman contribuciones que amplían el horizonte. *Villasmil Espinoza* ofrece una lectura de los fundamentos epistemológicos de los modelos de desarrollo —de la modernidad liberal y marxista al paradigma del desarrollo sostenible— y reivindica los saberes autóctonos como co-creadores de conocimiento, con plena autoridad epistémica sobre los ecosistemas que habitan. *Maj y Krąkowska* analizan la transición hacia un orden mundial conflictivo y sus amenazas para el desarrollo sostenible, la seguridad alimentaria y los recursos naturales. Por último, *Costas Rodríguez* nos recuerda que la innovación tecnológica también forma parte de esta conversación: su analizador estático propone llevar al lenguaje C un modelo de propiedad de memoria inspirado en Rust, en favor de un software más seguro y estable. La técnica, bien entendida, es otra forma de cuidar lo que construimos.

Como toda revista que aspira al rigor, **Ceres** se sostiene en la evaluación cuidadosa, en la pluralidad de voces —del Perú a Venezuela, de Europa a nuestra propia comunidad— y en el compromiso de tender puentes entre la ciencia y los

Ceres. Revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible
ISSN: 3101-4895 / Vigo, Provincia de Pontevedra – España

saberes locales. Agradecemos a las autoras y los autores que nos confiaron sus trabajos, y a quienes, desde la revisión, contribuyeron a mejorarlo. A nuestras lectoras y lectores los invitamos, no solo a recorrer estas páginas, sino a sumarse a ellas: **Ceres** es, ante todo, un campo abierto al cultivo compartido del conocimiento.

Que estas páginas siembren preguntas y cosechen diálogos.

CERES
Revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible
Ediciones Clío
Año 1, núm. 2, julio-diciembre, 2026
ISSN-e: 3101-4895

Sección: **Artículo científico** | **2026**, julio-diciembre, año 1, núm. 2, 9-33

Evaluación morfológica y agronómica de genotipos de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) de los Andes del norte del Perú

DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.21157891

Rojas Culqui, Ney[1]
Correo: rojasculquiney67@gmail.com
Orcid: https://orcid.org/0009-0009-9714-2147
Technoserve. Rodríguez de Mendoza. Amazonas, Perú.

Millones Chanamé, Carlos Eduardo[2]
Correo: carlos.millones@untrm.edu.pe
Orcid: https://orcid.org/0000-0001-7236-6341
Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza.
Amazonas, Perú.

Resumen

El tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet), pertenece a la familia fabaceae, se adapta en diferentes zonas climáticas, el grano posee alto contenido proteico de importancia en la alimentación. El objetivo del presente estudio fue evaluar las características morfológicas y agronómicas de genotipos de *L. mutabilis* bajo condiciones de la Jalca, Amazonas, Perú. Para ello, se evaluaron dos variedades y cuatro genotipos provenientes de los agricultores del distrito de La Jalca. Se emplearon 64 caracteres morfo-agronómicos bajo un diseño de bloques completos al azar con 4 repeticiones. Los caracteres agronómicos y de producción evaluados en el presente estudio mostraron diferencias significativas entre los genotipos que mostraron mayores valores con respecto a las variedades de tarwi. El rendimiento de semilla registró alta correlación con seis caracteres agronómicos y seis caracteres cuantitativos. Estos hallazgos podrían permitir emplearlos a futuro para la selección de genotipos de tarwi con mayor rendimiento de grano.

Palabras clave: *Lupinus mutabilis*, andes del Perú, morfoagronómico, rendimiento de grano.

[1] Ingeniero Agrónomo. Cursa maestría en Cambio Climático, Agricultura y Desarrollo Rural Sostenible.
[2] Licenciado en Biología. Magíster Scientiae. Doctor en Genética.

BY: se debe dar crédito al creador.
NC: Solo se permiten usos no comerciales de la obra.
SA: Las adaptaciones deben compartirse bajo los mismos

https://revistaceres.com/index.php/ceres/index
Recibido: 2026-01-31 **Aceptado**: 2026-04-04

Morphological and agronomic evaluation of tarwi (Lupinus mutabilis Sweet) genotypes from the northern Peruvian Andes

Abstract

Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet), belonging to the Fabaceae family, adapts to different climatic zones, and its grain has a high protein content, making it an important food source. The objective of this study was to evaluate the morphological and agronomic characteristics of *L. mutabilis* genotypes under the conditions of La Jalca, Amazonas, Peru. To this end, two varieties and four genotypes from farmers in the La Jalca district were evaluated. Sixty-four morpho-agronomic traits were used in a randomized complete block design with four replications. The agronomic and production traits evaluated in this study showed significant differences among the genotypes, which exhibited higher values compared to the tarwi varieties. Seed yield showed a high correlation with six agronomic and six quantitative traits. These findings could be used in the future to select tarwi genotypes with higher grain yields.

Keywords: *Lupinus mutabilis*, Andes of Peru, morphoagronomic, grain yield.

Introducción

El género *Lupinus* pertenece a la familia Fabaceae y comprende aproximadamente 300 especies distribuidas a nivel mundial (Boukid & Pasqualone, 2022). El tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet), conocido también como tauri, chocho, tarhui o kirku, es cultivado tradicionalmente desde los 1500 msnm en los Andes del Perú, Venezuela, Colombia, Ecuador, Chile y Argentina (Jacobsen & Mujica, 2006, 2008). Los agricultores utilizan el tarwi como la fuente principal de alimento e ingreso económico, las prácticas ancestrales para su cultivo, conservación *in situ* y diversos usos de esta planta se mantiene en los agricultores de las zonas andinas (Rodríguez-Ortega et al., 2024). El tarwi posee alta capacidad de fijar nitrógeno por la asociación simbiótica de sus raíces con la bacteria *Rhizobium* teniendo la capacidad de fijar entre 120 a 160 kg.ha^{-1} de

nitrógeno por año en el suelo, haciendo de esta especie esencial para la conservación de los sistemas agroecológicos en las zonas andinas (Jacobsen & Mujica, 2008).

El tarwi se caracteriza por poseer semillas con alto contenido de proteína (33-55% en peso seco en forma de globulinas) y aceite (18% en peso seco) considerado una alternativa importante a la soya. Asimismo, se destaca por la ausencia de almidón y la presencia de aminoácidos esenciales como lisina, metionina y cisteína (Gulisano et al., 2019; Lo et al., 2021). Además de estos macronutrientes el tarwi posee compuestos bioactivos como flavonoides, tocoferoles y triterpenos que proporcionan beneficios terapéuticos para la salud por los efectos antioxidantes, antiinflamatorios, antibacterianos y anticancerígenos (Czubinski et al., 2021; Tian et al., 2024).

Los alcaloides del tarwi mayormente es la quinolizidina que proporciona un sabor amargo y ocasiona una toxicidad aguda, este metabolito secundario es sintetizado mayormente en la familia Fabaceae como un mecanismo para la protección contra las plagas, sin embargo, su consumo por los humanos puede ocasionar problemas neurológicos, cardiovasculares y gastrointestinales (Koleva et al., 2011; Frick et al., 2017). Es por ello, que en la región andina utilizan el proceso de desamargado empleando tratamiento con agua fría o tibia por varias horas para eliminar los alcaloides de las semillas antes del consumo por los pobladores (Carvajal-Larenas et al., 2016).

En la actualidad el *L. mutabilis* es un cultivo poco estudiado, escasamente caracterizado y poco utilizado como alimento con alto potencial proteico, debido principalmente que la expansión de su cultivo es limitada por la presencia de alcaloides tóxicos que poseen sus semillas y por el bajo rendimiento. El estudio de la variación genética en las colecciones de germoplasma de esta especie

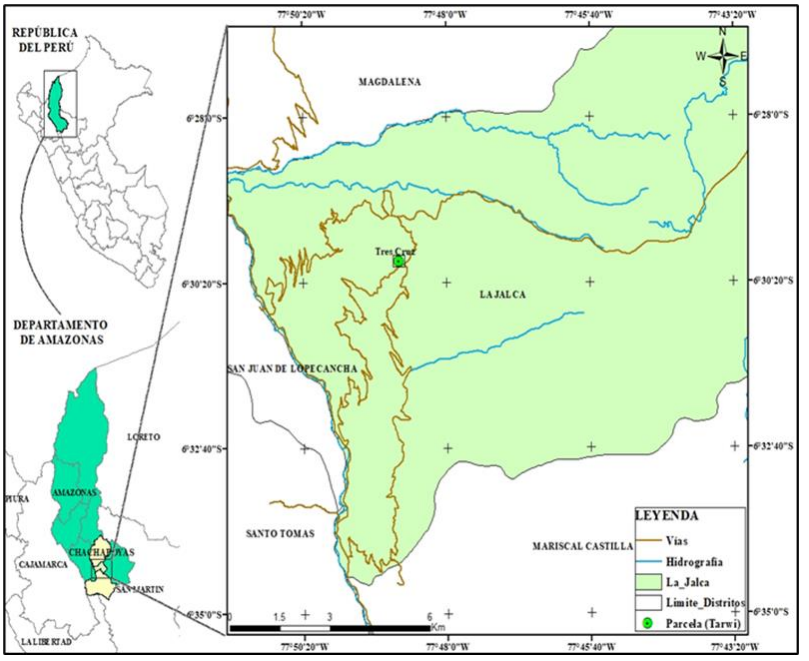
podría respaldar los programas de mejoramiento genético en la identificación de genotipos con mayor rendimiento y bajos niveles de alcaloides, caracteres adaptativos, que permitan aumentar su potencial comercial y su introducción en nuevos sistemas de producción (Gulisano et al., 2022). El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar las características morfológicas y agronómicas de genotipos de *L. mutabilis* bajo condiciones de la Jalca en el norte del Perú.

1. Material y métodos

1.1. Área de estudio

El trabajo experimental se ejecutó en el sector Tres Cruces, distrito de La Jalca, Amazonas, Perú. Altitud de 2805 msnm., coordenadas 6°30’02’’S 77°48’46’’O (Figura 1).

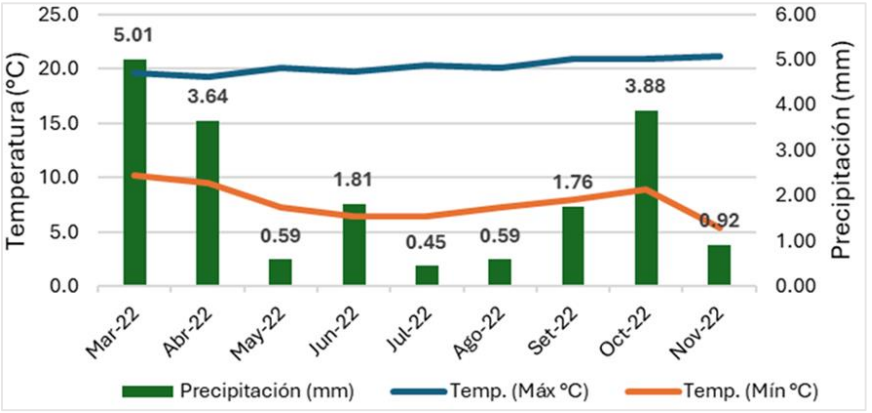
Figura 1. Área de estudio en el distrito La Jalca, Amazonas, Perú.



Ceres. Revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible
ISSN: 3101-4895 / Vigo, Provincia de Pontevedra – España

Los datos meteorológicos fueron obtenidos del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), estación meteorológica de Chachapoyas (Figura 2).

Figura 2. Datos meteorológicos



Nota: Temperatura máxima y mínima (ºC), precipitación (mm) durante el período de crecimiento de las plantas de tarwi (marzo a noviembre de 2022).

En el área experimental de La Jalca fueron cultivadas las plantas de tarwi en suelo franco-arenoso con pH 5.0 (Tabla 1).

Tabla 1. Características del suelo del área experimental del distrito de la Jalca, Amazonas, Perú.

Componentes	Cantidad
pH	5.0
Conductividad Eléctrica	0.07 dS/m
Fosforo	17.93 ppm
Potasio	34.42 ppm
Carbono	1.33%
Materia Orgánica	2.30%
Nitrógeno	0.11%
Clase Textural	Arena Franca
Capacidad de Intercambio Catiónico	6%

Componentes	Cantidad
Calcio	1.58 meq/100g
Magnesio	0.18 meq/100g
Potasio	0.06 meq/100g
Sodio	0.29 meq/100g
Aluminio + Hidrógeno	0.72 meq/100g

1.2. Material vegetal

El material genético estuvo conformado por dos variedades de tarwi Andenes 90 y Masacanchino y cuatro genotipos de tarwi del distrito de La Jalca. Las variedades fueron provenientes de la Estación Experimental Agraria Santa Ana, Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA-Perú). Los genotipos fueron provenientes de los agricultores de los distritos de La Jalca, Quinjalca, Trita y Kuelap, Amazonas, Perú (Rojas, 2023).

Variedad 'Andenes-90', variedad precoz, semilla blanca y brillante, es moderadamente tolerante a la roya amarilla, antracnosis y fusarium (INIA, 2021). Variedad 'Masacanchino' (INIA 445 - Masacanchino categoría básica), variedad obtenida por el Programa Nacional de Cereales, Granos Andinos y Leguminosas - Junín, semilla blanca y brillante, es moderadamente tolerante a la roya amarilla, antracnosis y fusarium (INIA, 2021).

Los genotipos locales 'La Jalca' (2870 msnm), 'Quinjalca' (3150 msnm), 'Trita' (2935 msnm), y 'Kuelap' (2728 msnm) son cultivados por los agricultores del distrito de La Jalca. Poseen periodos de crecimiento entre 8 a 9 meses. Color de tallo y hoja verde, flor azul, alta resistencia a las bajas temperaturas, sequía, plagas y enfermedades. La semilla es blanca y brillante.

1.3. Instalación en campo

Las parcelas experimentales fueron instaladas en el sector de Tres Cruces, distrito La Jalca, Amazonas, Perú en febrero de 2022. Los surcos se realizaron con lampa a una profundidad de 5 cm, y distancia de 0.8 m colocando las semillas cada 40 cm y conforme al diseño experimental planteado. Las plantas se cultivaron en condiciones de secano y sin fertilización. Se empleó un diseño de bloques completamente al azar con 4 repeticiones. La unidad experimental fueron las parcelas que incluyeron 65 plantas (5 hileras con 13 plantas por hilera) a una distancia de 40 x 40 cm. Las evaluaciones morfológicas se realizaron en 10 plantas tomadas al azar de la parcela. Los caracteres morfoagronómicos fueron adaptados del descriptor del IBPGR (1981) (Anexo: Tabla S1) y, los caracteres agronómicos y de producción fueron adaptados de Barda et al. (2021) (Anexo: Tabla S2).

1.4. Determinación del contenido de proteína en las semillas

Las semillas fueron colectadas de las parcelas cuando se encontraron estas en su madurez fisiológica, luego fueron secadas y envasadas en bolsas plásticas y etiquetadas para su envío al Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos (LENA) de la Universidad Nacional Agraria la Molina (UNALM), para la determinación del contenido de proteína total.

1.5. Análisis de los datos

Se empleó un Diseño en Bloques Completamente al Azar (DBCA) con seis tratamientos y cuatro bloques. Los tratamientos estuvieron conformados por dos variedades comerciales de tarwi y cuatro genotipos domesticados por los agricultores del distrito de La Jalca, Amazonas, Perú. Los resultados del comportamiento agronómico y productivo se evaluaron mediante un análisis de

varianza, cuando se encontró diferencias significativas entre tratamientos se empleó la prueba de Tukey al 5% de significancia. La relación entre los caracteres morfoagronómicos se exploró mediante el análisis de los componentes principales, y los resultados se visualizaron en una gráfica biplot construido a partir de los dos primeros componentes principales (CP1 y CP2). Se utilizó el paquete Corrplot para estimar la correlación de Pearson entre los caracteres de producción y cuantitativos de tarwi. El análisis estadístico de los datos se realizó con el software R versión 4.3.2.

2. Resultados

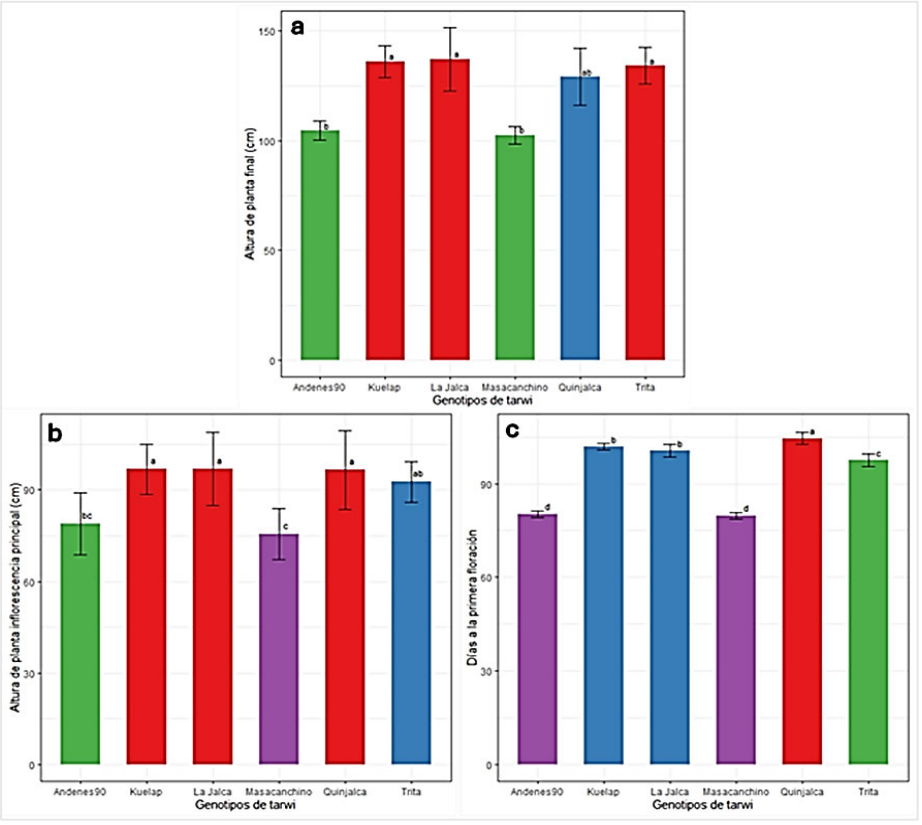
2.1. Caracteres agronómicos y de producción

Los caracteres agronómicos involucrados en el estudio mostraron diferencias significativas entre los genotipos y las variedades de tarwi estudiadas (Figura 3-6). Concerniente a la altura de planta (AltPl) y la altura en la inflorescencia principal (AlPlI) mostraron diferencias significativas los genotipos con respecto a las variedades de tarwi, quienes registraron mayores valores a en los caracteres evaluados (Figura 3a y b). El carácter agronómico días a la floración (DiFlor) hubo diferencias significativas registrando cuatro grupos, precoces las variedades ‘Andenes 90’ y ‘Masacanchino’, semi precoces los genotipos ‘Trita’, semitardío los genotipos ‘Kuelap’ y ‘La Jalca’ y tardío el genotipo ‘Quinjalca’ (Figura 3c).

El número promedio de ramas primarias (RamPr) mostraron diferencias significativas los genotipos y las variedades de tarwi, registrando tres grupos, menor número las variedades ‘Andenes 90’ y ‘Masacanchino’, número intermedio los genotipos ‘Kuelap’, ‘La Jalca’ y ‘Trita’, mayor número el genotipo ‘Quinjalca’ (Figura 4a). El número de flores (NumFl) mostraron

diferencias significativas los genotipos con respecto a las variedades de tarwi, quienes registraron mayor número en comparación con las variedades de tarwi (4b).

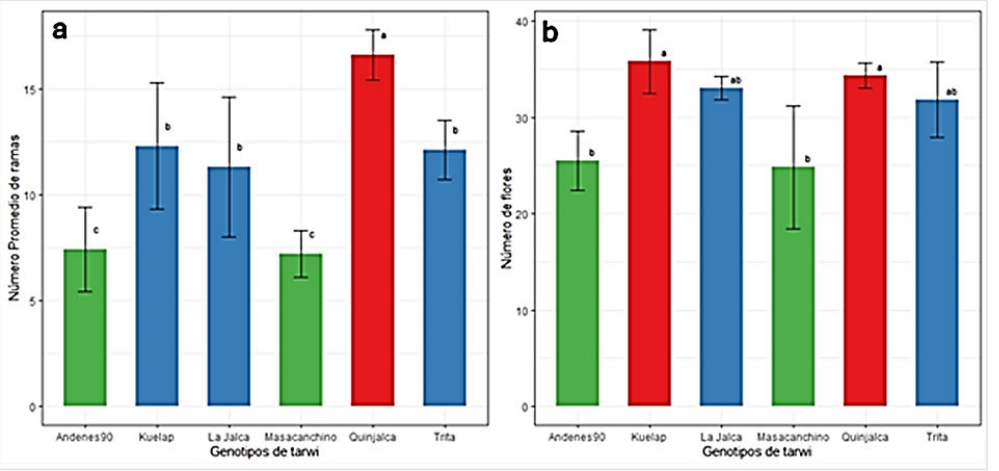
Figura 3. Caracteres agronómicos de los genotipos de *L. mutabilis*, comparados con las variedades 'Andenes 90' y 'Masacanchino'.



Nota: a) altura de planta, b) altura de planta en la inflorescencia principal y c) días a la floración. Los datos son presentados con la media ± desviación estándar, y diferentes letras indican diferencias significativas en los parámetros evaluados para $p \leq 0.05$ de acuerdo con la prueba Tukey.

Ceres. Revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible
ISSN: 3101-4895 / Vigo, Provincia de Pontevedra – España

Figura 4. Caracteres agronómicos de los genotipos de *L. mutabilis*, comparados con las variedades 'Andenes 90' y 'Masacanchino'.

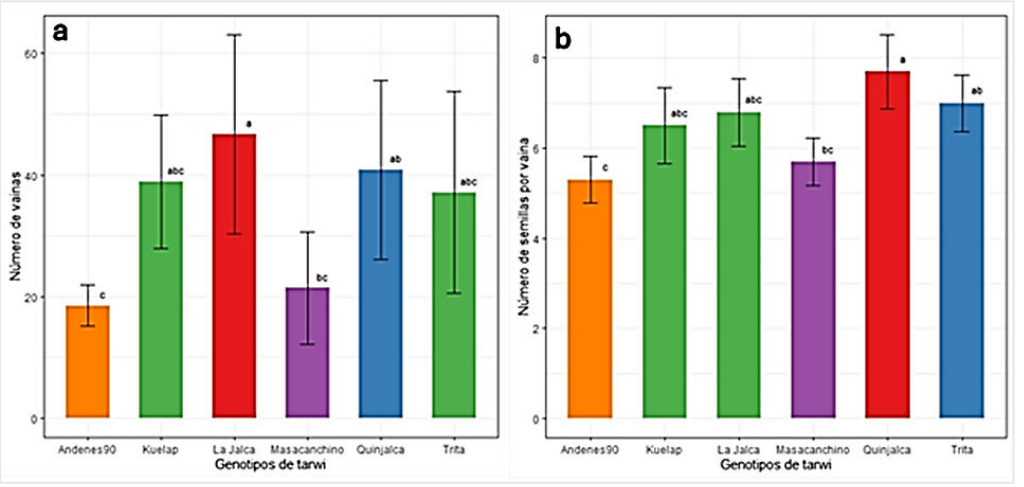


Nota: a) número de ramas, b) número de flores. Los datos son presentados con la media ± desviación estándar, y diferentes letras indican diferencias significativas en los parámetros evaluados para p≤0.05 de acuerdo con la prueba Tukey.

El número de vainas (NumVa) mostraron diferencias significativas los genotipos y las variedades de tarwi, registrando tres grupos, menor número la variedad 'Andenes 90', número intermedio la variedad 'Masacanchino', y mayor número los genotipos 'La Jalca'. 'Quinjalca', 'Kuelap' y 'Trita' (Figura 5a). Similarmente, el número de semillas por vaina (NumSV) mostraron diferencias significativas entre los genotipos y las variedades de tarwi, registrando tres grupos, menor número la variedad 'Andenes 90', número intermedio la variedad 'Masacanchino', y mayor número los genotipos 'La Jalca'. 'Quinjalca', 'Kuelap' y 'Trita' (Figura 5b).

Ceres. Revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible
ISSN: 3101-4895 / Vigo, Provincia de Pontevedra – España

Figura 5. Caracteres agronómicos de los genotipos de *L. mutabilis*, comparados con las variedades 'Andenes 90' y 'Masacanchino'.

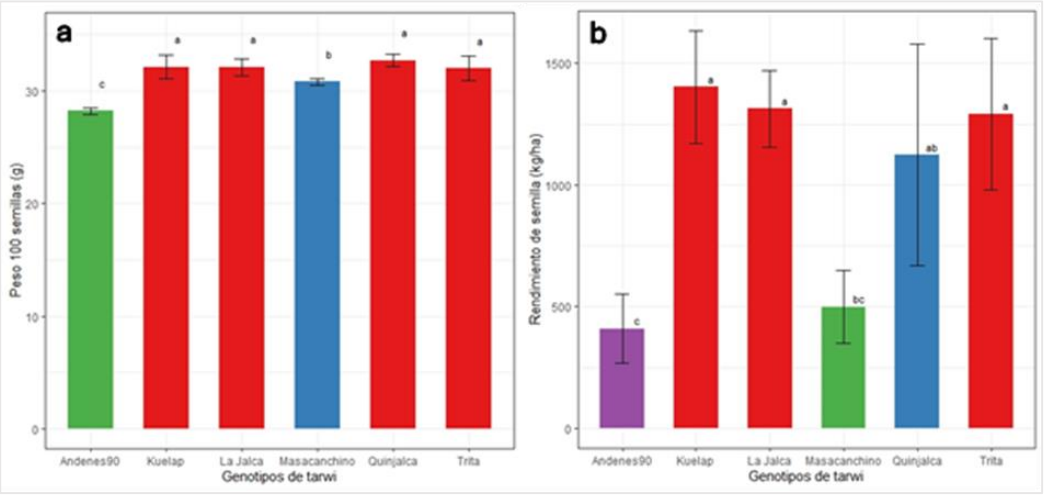


Nota: a) número de vainas en la inflorescencia principal, b) número de semillas por vaina. Los datos son presentados con la media ± desviación estándar, y diferentes letras indican diferencias significativas en los parámetros evaluados para $p \leq 0.05$ de acuerdo con la prueba Tukey.

Los caracteres de producción evaluados en los genotipos de *L. mutabilis* mostraron diferencias significativas. El peso de 100 semillas registró diferencias significativas entre los genotipos y las variedades de tarwi, siendo que los genotipos registraron mayores valores en el peso de 100 semillas (Figura 6a). Concerniente al rendimiento de semillas se mostraron diferencias significativas entre genotipos y las variedades de tarwi, formando tres grupos, menor rendimiento la variedad 'Andenes 90', número intermedio la variedad 'Masacanchino', y mayor rendimiento los genotipos 'La Jalca'. 'Quinjalca', 'Kuelap' y 'Trita' (Figura 6b).

Ceres. Revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible
ISSN: 3101-4895 / Vigo, Provincia de Pontevedra – España

Figura 6. caracteres de producción evaluados en los genotipos de *L. mutabilis,* comparados con las variedades 'Andenes 90' y 'Masacanchino'.



Nota: a) peso de 100 semillas, b) rendimiento de semilla. Los datos son presentados con la media ± desviación estándar, y diferentes letras indican diferencias significativas en los parámetros evaluados para p≤0.05 de acuerdo con la prueba Tukey.

Los genotipos de tarwi mostraron mayor porcentaje en el contenido de proteínas, comparados con las variedades. Los genotipos 'Kuelap' registró el máximo contenido de proteínas 41.6 %, 'Quinjalca' 39.1 %, 'Trita' 37.5% y 'La Jalca' 37.2%. En tanto, las variedades de tarwi 'Andenes 90' y 'Masacanchino' a condiciones de la Jalca Grande, Amazonas fueron de 32.8 % y 35.5 %, respectivamente.

2.2. Caracteres morfológicos cuantitativos

Los genotipos de tarwi registraron significancia estadística en siete caracteres como número promedio de ramas primarias (RamPr), diámetro de la hoja (DiaHo), longitud de peciolo (LonPe), longitud de la inflorescencia central (LonIC), longitud de las flores (LonFl), número de vainas por planta (NumVP),

longitud de la vaina (LonVa) y altura de planta en la primera vaina (AltPV). Estos caracteres permitieron la diferenciación con las variedades 'Andenes' y 'Masacanchino' (Anexo: Tabla S3). Entretanto, los caracteres RamPr, DiaHo y LonPe permitieron la diferenciación del genotipo 'Quinjalca' con respecto a los genotipos 'La Jalca', 'Trita' y 'Kuelap', siendo la prueba significativa (Anexo: Tabla S3).

Los primeros ejes del análisis de componentes principales (ACP) explicaron 87,2% de la variación total. La gráfica del biplot (Figura 7) se puede definir diferencias en los genotipos y las variedades de tarwi.

En el primer cuadrante estuvo conformado por los genotipos 'La Jalca' y 'Kuelap', mostrando que los caracteres NumVP y AltPV son los que describen mejor a estos genotipos. En el segundo cuadrante el genotipo 'Andenes' formó el segundo grupo, descrito mejor por el carácter altura de la rama principal (AltRP). En el cuarto cuadrante los genotipos 'Quinjalca' y 'Trita' se describieron mejor con los caracteres posición de la rama primaria inferior (PosRI) y LonIC.

El rendimiento de semilla por hectárea registró alta correlación con seis caracteres agronómicos (AltPl, DiFlor, AlPII, NumFl, NumVa y RenPl) y seis caracteres cuantitativos (DiaHo, LonPe, LonIC, NumVP, LonVa y AltPV), hallazgos importantes para su uso a futuro en la selección de genotipos con mayor rendimiento de grano (Figura 8).

Ceres. Revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible
ISSN: 3101-4895 / Vigo, Provincia de Pontevedra – España

Figura 7. Biplot dimensional de los primeros componentes principales del análisis de los componentes principales para cuatro genotipos y dos variedades de tarwi. I.4.4.4 (AltRP), I.4.7.1 (NumVP), I.6.6 (AltPV), I.4.6.25 (LonIC) y I.4.4.3 (PosRI)

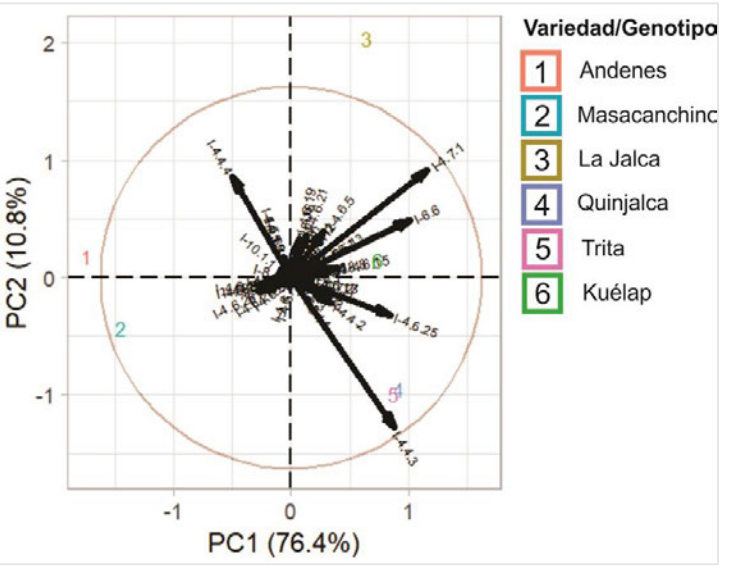
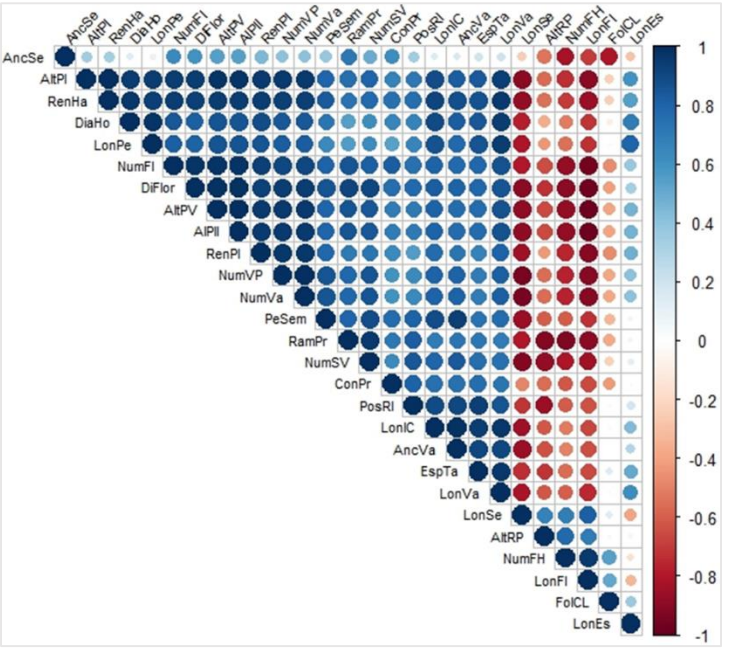


Figura 8. Coeficientes de correlación (r) entre los caracteres examinados cuatro genotipos y dos variedades de tarwi



Ceres. Revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible
ISSN: 3101-4895 / Vigo, Provincia de Pontevedra – España

3. Discusión

3.1. Caracteres agronómicos y de producción

Los genotipos de tarwi mostraron su potencial agronómico en comparación con las variedades de tarwi. La mayoría de los caracteres estudiados mostraron gran variación entre los genotipos y las variedades evaluadas. La arquitectura de la planta (NumVa, AltPl, LonIC, AncVa, y EspTa) y el carácter de rendimiento por planta (RenPl) son los caracteres de *L. mutabilis* que han sido reportados como altamente dependientes de las condiciones ambientales (Barda et al., 2021).

La variabilidad genética de las accesiones y genotipos de *L. mutabilis* referente al número de días que abarca desde la siembra hasta la floración es muy variable y, que a la fecha abarca de los 42 a 140 días (Hardy et al., 1998; Guilengue et al., 2020). Al respecto, la variable días a la primera floración en los genotipos del presente estudio fueron de floración tardía que abarcaron entre 98 y 105 días, pero cabe resaltar que estos se caracterizaron por registrar el mayor rendimiento y contenido de proteína, estos dos últimos caracteres agronómicos de importancia en el cultivo del tarwi. Similares resultados fueron obtenidos la variedad comercial 'Multitalia' (*L. albus*) y las accesiones 'LIB223' y 'LIB214' (*L. mutabilis*) de floración tardía donde las accesiones abarcaron 116 y 135 días, también registraron el mayor rendimiento y contenido de proteína (Barda et al., 2021). Asimismo, en cultivares de tarwi (*L. albus*) los más tardíos registraron mayor rendimiento y contenido de proteína (Hammermeister et al., 2006).

Las variables que permitieron identificar el rendimiento de las accesiones de tarwi fue a partir de la correlación entre rendimiento por hectárea con el número de semillas por vaina, y el rendimiento por planta correlacionado con la

altura de planta y el número de vainas. Similares resultados fueron hallados en los cultivares de *L. albus* y las accesiones de *L. mutabilis* donde el rendimiento de semillas se correlacionó con el número de semillas y el número de vainas por inflorescencia (Barda et al., 2021). El rendimiento de grano los genotipos respondieron mejor que las variedades de tarwi (45 a 65 g/planta) sobresaliendo los genotipos 'La Jalca' (65 g/planta) y 'Kuélap' (60 g/planta).

La importancia que ha tomado el cultivo del tarwi es por el alto contenido de proteína en su semilla. Se considera que el *L. mutabilis* posee mayor contenido de proteínas en comparación con las accesiones nativas de *L. albus* y *L. angustifolius*, sin embargo, la información registrada entre las especies de *L. mutabilis* el contenido de proteínas puede oscilar entre 32 y 53%, este amplio margen de diferencia puede estar asociados a factores genéticos y agronómicos (Carvajal-Larenas et al., 2016; Gulisano et al., 2019). En el presente estudio los genotipos de tarwi registraron contenidos de proteína entre 36 y 42 % bajo las condiciones del distrito La Jalca, en los Andes del norte del Perú, siendo el genotipo 'Kuélap' el que registró el mayor contenido de proteínas. Por otro lado, en estudios realizados por Pszczolkowska et al. (2016) en *L. mutabilis* varían significativamente los contenidos de proteínas entre el crecimiento indeterminado en comparación con el crecimiento determinado. En el presente estudio, tanto las variedades como lo genotipos de tarwi mostraron crecimiento indeterminado con maduración no uniforme de las vainas, destacando que los genotipos 'Kuélap', 'Quinjalca' y 'Trita' los que registraron mayor contenido de proteína, y tal como aseveran Hardy et al. (1998) que los lupinos con crecimiento indeterminado presentan una preferencia por la distribución de los asimilados en las condiciones favorables del ambiente.

Ceres. Revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible
ISSN: 3101-4895 / Vigo, Provincia de Pontevedra – España

Las plantas de tarwi de la especie *L mutabilis* cultivadas a alta densidad de siembra desarrollan tallos más delgados y forman menos vainas, en comparación con las plantas cultivadas a menor densidad, está es una correlación negativa reportada en tarwi (Adomas, 2015). Por el contrario, en el presente estudio, el contenido de proteína tuvo correlaciones positivas con el ancho de vaina y espesura de tallo, estos resultados son importantes, porque las medidas de estos caracteres morfológicos puedan ser útiles para seleccionar genotipos de tarwi con mayor contenido de proteínas. Al respecto, en estudios realizados en *Glycine max* se evaluaron caracteres fisiológicos que ocasionan reducción del rendimiento de plantas de soya por estrés hídrico a través del monitoreo de los cambios del diámetro del tallo y grosor de las vainas, siendo que la medición del grosor de la vaina pueda emplearse en el monitoreo del estado hídrico en plantas de soya (Ohashi et al., 2009).

3.2. Caracteres morfológicos cuantitativos

El empleo de descriptores morfológicos en *Lupinus* ha permitido identificar diferencias en las accesiones y variedades de *L. mutabilis* bajo condiciones en diferentes ambientes, siendo esto importante para evaluar la estabilidad de los materiales genéticos que pueden ser empleados en la selección de plantas para mayor rendimiento y calidad de la semilla (Guilengue et al., 2020; Barda et al., 2021). Bajo ese contexto, en el presente estudio los caracteres ramas primarias, diámetro de hoja, longitud de peciolo, longitud de la inflorescencia central, longitud de las flores, número de vainas por planta, longitud de vainas y altura de planta en la primera vaina registraron mayores valores en comparación con las variedades, permitiendo la distinción entre los genotipos y las variedades de tarwi. Por otro lado, El genotipo ‘Quinjalca’ registró mayores valores en los caracteres ramas primarias, diámetro de la hoja y

longitud de peciolo que permitió diferenciarlo con los genotipos 'La Jalca', 'Trita' y 'Kuélap'. Estos hallazgos son importantes, debido que los caracteres diámetro de la hoja, la longitud del peciolo y longitud de la inflorescencia central mostraron valores tres veces más a los reportados por Barda et al. (2021) en 10 accesiones de tarwi, asimismo, registraron alta correlación con el rendimiento de semilla por hectárea (Figura 8).

El carácter de producción del rendimiento de semillas por hectárea estuvo altamente correlacionado con seis caracteres agronómicos (AltPl, DiFlor, AlPII, NumFl, NumVa y RenPl) y seis caracteres cuantitativos (DiaHo, LonPe, LonIC, NumVP, LonVa y AltPV) que podrían ser evaluados por los fitomejoradores para la selección de genotipos para mayor rendimiento (Gulisano et al., 2022). En el Perú, el tarwi se cultiva en las zonas altoandinas de las regiones de Cajamarca, La Libertad, Amazonas, Huánuco, Huancavelica, Ancash, Ayacucho, Junín, Pasco, Apurimac, Cuzco y Puno, con un rendimiento promedio de 1335 kg ha^{-1} en Apurimac, y un rendimiento de 667 kg ha^{-1} en Amazonas (Rodríguez-Ortega et al., 2024). Al respecto, en la presente investigación realizada en el distrito de La Jalca, caracterizado por presentar alturas por encima de los 2800 msnm, los genotipos de tarwi mostraron rendimientos muy superiores registrando pesos entre 1124 a 1403 kg.ha^{-1}. Los materiales genéticos de tarwi provenientes del Perú son considerados prometedores para aumentar el rendimiento de grano, destacando cuatro genotipos LIB065, LIB142, LIB144 y LIB094 que producen en promedio 26 g/planta (López-Bellido et al., 2000; Gulisano et al., 2022). En el presente estudio los genotipos de tarwi provenientes de los andes del norte del Perú llegaron a producir en promedio de 32 g/planta, lo que respalda que el germoplasma andino de *L. mutabilis* en su entorno nativo posee una variación alta para el rendimiento agronómico.

Ceres. Revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible
ISSN: 3101-4895 / Vigo, Provincia de Pontevedra – España

Conclusión

En el presente estudio se describieron caracteres morfológicos y agronómicos de dos variedades comerciales y cuatro genotipos de tarwi de la especie *L. mutabilis* cultivados en los andes del norte del Perú. La evaluación de las variedades comerciales y los genotipos se diferenciaron por el rendimiento, siendo mayor en los genotipos de tarwi. El rendimiento de semillas estuvo altamente correlacionado con seis caracteres agronómicos y seis caracteres cuantitativos. Esto demuestra el potencial del germoplasma andino del norte del Perú.

Referencias

Adomas, B. (2015). *Adaptation of the Andean lupin (Lupinus mutabilis Sweet) to natural conditions of south-western Poland*. Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu. Editor: A. Kotecki. https://www.researchgate.net/publication/303818080_Adaptation_of_the_Andean_lupin_Lupinus_mutabilis_Sweet_to_natural_conditions_of_south-western_Poland

Barda, M.S., Chatzigeorgiou, T., Papadopoulos, G.K., & Bebeli, P.J. (2021). Agro-morphological evaluation of Lupinus mutabilis in two locations in Greece and association with insect pollinators. *Agriculture*, *11*(3), 236. https://doi.org/10.3390/agriculture11030236

Boukid, F., & Pasqualone, A. (2022). Lupine (*Lupinus* spp.) proteins: Characteristics, safety and food applications. *European Food Research and Technology*, *248*(2), 345-356. https://doi.org/10.1007/s00217-021-03909-5

Carvajal-Larenas, F.E., Linnemann, A.R., Nout, M.J.R., Koziol, M., & Van Boekel, M. A.J.S. (2016). *Lupinus mutabilis*: composition, uses, toxicology, and debittering. *Critical reviews in food science and nutrition*, *56*(9). https://doi.org/10.1080/10408398.2013.772089

Ceres. Revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible
ISSN: 3101-4895 / Vigo, Provincia de Pontevedra – España

Czubinski, J., Grygier, A., & Siger, A. (2021). *Lupinus mutabilis* seed composition and its comparison with other lupin species. *Journal of Food Composition and Analysis*, *99*(1), 103875. https://doi.org/10.1016/j.jfca.2021.103875

Frick, K.M., Kamphuis, L.G., Siddique, K.H., Singh, K.B., & Foley, R.C. (2017). Quinolizidine alkaloid biosynthesis in lupins and prospects for grain quality improvement. *Frontiers in plant science*, *8*, 87. https://doi.org/10.3389/fpls.2017.00087

Guilengue, N., Alves, S., Talhinhas, P., & Neves-Martins, J. (2020). Genetic and genomic diversity in a tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) germplasm collection and adaptability to Mediterranean climate conditions. *Agronomy*, *10*(1), 21. https://doi.org/10.3390/agronomy10010021

Gulisano, A., Alves, S., Martins, J. N., & Trindade, L. M. (2019). Genetics and breeding of *Lupinus mutabilis*: An emerging protein crop. *Frontiers in Plant Science*, *10*, 1385. https://doi.org/10.3389/fpls.2019.01385

Gulisano, A., Alves, S., Rodriguez, D., Murillo, A., Van Dinter, B.J., Torres, A.F., Torres, M.D.L, Neves-Martins, J., Paulo, M.J. & Trindade, L.M. (2022). Diversity and agronomic performance of *Lupinus mutabilis* germplasm in European and Andean environments. *Frontiers in Plant Science*, *13*, 903661. https://doi.org/10.3389/fpls.2022.903661

Hammermeister, A.; Punnett, K.; Beavers, R. (2006). Lupin as an Alternative Organic Feed Grain; Truro: New Scotland, Australia. https://cdn.dal.ca/content/dam/dalhousie/pdf/faculty/agriculture/oacc/en/technical-bulletins/2006/OACC_Technical_Bulletin_2006_5_web.pdf

Hardy, A., Huyghe, C., Rahim, M.A., Roemer, P., Neves-Martins, J.M., Sawicka-Sienkiewicz, E., & Caligari, P.D.S. (1998). Effects of genotype and environment on architecture and flowering time of indeterminate Andean lupins (*Lupinus mutabilis* Sweet). *Australian Journal of Agricultural Research*, *49*(8), 1241-1252. https://doi.org/10.1071/A98060

IBPGR (1981). Lupin Descriptors. Rome: IBPGR Executive Secretariat, 68. https://alliancebioversityciat.org/es/node/3172

INIA. (2021). Inia 445-masacanchino. 511, 2. https://repositorio.inia.gob.pe/items/aa59d28c-217c-4c3b-b6b9-b73d9117fff8

Jacobsen, S. E., & Mujica, A. (2006). El tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet.) y sus parientes silvestres. *Botánica Económica de los Andes Centrales*, *28*(1), 458-482. https://beisa.dk/Publications/BEISA%20Book%20pdfer/Capitulo%2028.pdf

Jacobsen, S. E., & Mujica, A. (2008). Geographical distribution of the Andean lupin (*Lupinus mutabilis* Sweet). *Plant Genet. Res. Newslett*, *155*, 1-8. https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.1201/9781482280548-6/geographical-distribution-andean-lupin-lupinus-mutabilis-jacobsen-angel-mujica

Koleva, I.I., Van Beek, T.A., Soffers, A.E., Dusemund, B., & Rietjens, I.M. (2011). Alkaloids in the human food chain–natural occurrence and possible adverse effects. *Molecular Nutrition & Food Research*, *56*(1), 30-52. https://doi.org/10.1002/mnfr.201100165

López-Bellido, L., Fuentes, M., & Castillo, J.E. (2000). Growth and yield of white lupin under Mediterranean conditions: Effect of plant density. *Agronomy Journal*, *92*(2), 200-205. https://doi.org/10.2134/agronj2000.922200x

Ohashi, Y., Nakayama, N., Saneoka, H., Mohapatra, P.K., & Fujita, K. (2009). Differences in the responses of stem diameter and pod thickness to drought stress during the grain filling stage in soybean plants. *Acta Physiologiae Plantarum*, *31*(2), 271-277. https://doi.org/10.1007/s11738-008-0229-4

Pszczolkowska, A., Okorski, A., Kotecki, A., Gas, M., Kulik, T., & Reczek, A. (2016). Incidence of seed-borne fungi on Lupinus mutabilis depending on a plant morphotype, sowing date and plant density. *Journal of Elementology*, *21*(2), 501-512. https://yadda.icm.edu.pl/agro/element/bwmeta1.element.agro-d579f419-efce-4f56-9e89-53dc638b9471

Rodríguez-Ortega, D., Zambrano, J. L., Pereira-Lorenzo, S., Torres, A., & Murillo, Á. (2024). *Lupinus mutabilis* breeding in the Andes of Ecuador, Peru, and Bolivia: a review. *Agronomy*, *14*(1), 94. https://doi.org/10.3390/agronomy14010094

Rojas, N. (2023). *Caracterización fenotípica y agronómica de cultivares de tarwi* (*Lupinus mutabilis* Sweet) *en la Jalca Grande, Amazonas*. [Tesis Grado, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Amazonas]. Repositorio Institucional. https://repositorio.untrm.edu.pe/handle/20.500.14077/3232

Ceres. Revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible
ISSN: 3101-4895 / Vigo, Provincia de Pontevedra – España

Tian, Y., Cortés-Avendaño, P., Yang, B., Glorio-Paulet, P., Repo-Carrasco-Valencia, R., & Suomela, J. P. (2024). Flavonoid diversity in bitter and debittered seeds of Andean lupin (*Lupinus mutabilis* Sweet). *Food Chemistry*, *442*, 138411. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2024.138411

Declaración de conflicto de interés y originalidad

Conforme a lo estipulado en el C*ódigo de ética y buenas prácticas* publicado en *Revista Ceres,* los autores *Rojas Culqui, Ney y Millones Chanamé, Carlos Eduardo,* declaran al Comité Editorial que no tienen situaciones que representen conflicto de interés real, potencial o evidente, de carácter académico, financiero, intelectual o con derechos de propiedad intelectual relacionados con el contenido del artículo: *Evaluación morfológica y agronómica de genotipos de tarwi (Lupinus mutabilis Sweet) de los Andes del norte del Perú*, en relación con su publicación. De igual manera, declaran que el trabajo es original, no ha sido publicado parcial ni totalmente en otro medio de difusión, no se utilizaron ideas, formulaciones, citas o ilustraciones diversas, extraídas de distintas fuentes, sin mencionar de forma clara y estricta su origen y sin ser referenciadas debidamente en la bibliografía correspondiente. Consienten que el Comité Editorial aplique cualquier sistema de detección de plagio para verificar su originalidad.

Los autores declaran que en la preparación de este manuscrito no utilizaron herramientas de inteligencia artificial generativa para la redacción de textos o interpretación de datos.

Anexo

Tabla S1. Caracteres de crecimiento medidos para cuatro genotipos y dos variedades de tarwi.

IBPGR	Abreviación	Caracteres cualitativos
4.5.9	IntCH	Intensidad del color de las hojas
4.5.11	ColEs	Color de las estípulas
4.5.12	IntCE	Intensidad del color de las estípulas
4.5.15	IntCP	Intensidad del color del peciolo
4.6.1	ColBF	Color del botón floral antes de la floración
4.6.2	IntCF	Intensidad del color del botón floral antes de la floración
4.6.3	ColFA	Color en las alas de las flores recién abiertas
4.6.5	ColQA	Color en la quilla de las flores recién abiertas
4.6.7	ColBM	Color de la banda marginal en el estandarte de las flores recién abiertas
4.6.8	IntBM	intensidad del color de la banda marginal en el estandarte de las flores recién abiertas
4.6.9	ColMC	Color de las manchas centrales en el estandarte de las flores recién abiertas
4.6.10	IntFA	Intensidad del color de las manchas centrales en el estandarte de las flores recién abiertas
4.6.11	ColEF	Color de la región intermedia en el estandarte de las flores recién abiertas
4.6.12	IntEF	Intensidad del color de la región intermedia en el estandarte de las flores recién abiertas
4.6.13	ColAF	Color en las alas de las flores poco antes de marchitarse
4.6.14	IntCA	Intensidad del color en las alas de las flores poco antes de marchitarse
4.6.15	ColQF	Color en la quilla de las flores poco antes de marchitarse
4.6.16	IntCQ	Intensidad del color en la quilla de las flores poco antes de marchitarse
4.6.17	ColMM	Color en la banda marginal del estandarte de las flores poco antes de marchitarse
4.6.18	IntCB	Intensidad del color en la banda marginal del estandarte de las flores poco antes de marchitarse
4.6.19	ColLM	Color de las manchas centrales del estandarte de las flores poco antes de marchitarse
4.6.20	IntCM	Intensidad del color de las manchas centrales del estandarte de las flores poco antes de marchitarse
4.6.21	ColRI	Color en la región intermedia del estandarte de las flores poco antes de marchitarse
4.6.22	IntCR	Intensidad del color en la región intermedia del estandarte de las flores poco antes de marchitarse
4.8.1	ForSe	Forma de la semilla
4.8.6	IntCS	Intensidad de color predominante de la semilla
4.8.7	ColDS	Color secundario de la semilla
4.8.8	IntSS	Intensidad del color secundario de la semilla

Ceres. Revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible
ISSN: 3101-4895 / Vigo, Provincia de Pontevedra – España

IBPGR	Abreviación	Caracteres cualitativos
4.8.9	DisCS	Distribución del color secundario de la semilla
6.3	RitCr	Ritmo de crecimiento
6.11	ResEn	Resistencia al encamado
8.2	AltTe	Alta temperatura
8.4	Humed	Humedad
10.1.1	Antra	Antracnosis (*Glomerella cingulata*)
10.1.2	ManPa	Mancha parda (*Pleiochaete setosa*)
10.1.3.	Milde	Mildew (*Erysipe* spp.)
10.1.5	Roya	Roya (*Unomyces lupinucolus*)
4.3.6	EspTa	Espesor del tallo
4.4.2	RamPr	Número promedio de ramas primarias
4.4.3	PosRI	Posición de la rama primaria inferior
4.4.4	AltRP	Altura de la rama primaria inferior
4.5.1	DiaHo	Diámetro de la hoja
4.5.4	FolCL	Foliolo Central longitud/anchura
4.5.7	NumFH	Numero de foliolos por hoja
4.5.10	LonEs	Longitud de las estípulas
4.5.13	LonPe	Longitud del peciolo
4.6.25	LonIC	Longitud de la inflorescencia central
4.6.26	LonFl	Longitud de las flores
4.7.1	NumVP	Numero de vainas por planta
4.7.2	LonVa	Longitud de la vaina
4.7.3	AncVa	Anchura de la vaina
4.8.2	LonSe	Longitud de la semilla
4.8.3	AncSe	Anchura de la semilla
6.6	AltPV	Altura de planta en la primera vaina

Ceres. Revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible
ISSN: 3101-4895 / Vigo, Provincia de Pontevedra – España

Tabla S2. Caracteres agronómicos y de producción para cuatro genotipos y dos variedades de tarwi.

Abreviación	Caracteres agronómicos y de producción
AltPl	Altura de planta
DiFlor	Días a la floración
AlPlI	Altura de planta en la inflorescencia principal
NumFl	Número de flores
NumVa	Número de vainas por planta
NumSV	Número de semillas por vaina
RenHa	Rendimiento de semilla por hectárea
PeSem	Peso de 100 semillas
RenPl	Rendimiento por planta
ConPr	Contenido de proteína

Tabla S3. Características morfológicas cuantitativas vegetativas para cuatro genotipos y dos variedades de tarwi.

Genotipo	LonIC	LonFl	NumVP	LonVa	AncVa	LonSe	AncSe	AltPV
Andenes-90	22.7 b	28.5 ab	18.5 c	10 c	15.2 b	11.15 a	8.55 a	79 b

Genotipo	EspTa	RamPr	PosRI	AltRP	DiaHo	FolCL	NumFH	LonEs	LonPe
Andenes-90	12.9 d	7.4 c	44.5 b	21.7 ab	12.05 c	3.48 ab	8.8 ab	10.8 a	8.48 c
Masacanchino	13.1 cd	7.2 c	50.5 ab	23.9 a	12.4 bc	3.43 ab	9.2 a	10 a	8.02 c
La Jalca	14 cd	11.3 b	52.5 ab	20.2 ab	16.7 a	3.28 ab	8.45 bc	11.1 a	13.2 a
Quinjalca	14.6 abc	16.6 a	66 a	7.25 c	14.38 b	3.22 b	8 c	10.2 a	10.85 b
Trita	15.7 a	12.1 b	68 a	12.4 bc	17.05 a	3.73 a	8.65 b	11.3 a	13.97 a
Kuélap	15 ab	12.3 b	62 ab	17.9 abc	17.35 a	3.20 b	8.35 bc	10.9 a	13.1 a
Masacanchino	30.3 b	30.3 a	21.4 bc	10.13 c	16.3 ab	11 ab	8.4 a	75.6 b	
La Jalca	38.45 a	24.2 cd	46.7 a	12.55 b	16.9 a	10.25 b	8.55 a	96.9 a	
Quinjalca	38.7 a	23.2 d	40.9 a	12.38 b	17.1 a	10.35 ab	9 a	96.55 a	
Trita	46.1 a	26.1 bc	37.1 ab	14.06 a	17.6 a	10.35 ab	8.35 a	92.6 a	
Kuélap	41.4 a	24.2 cd	38.9 a	13.46 ab	17.1 a	10.65 ab	8.85 a	96.8 a	

Nota: Los datos son presentados con la media, y diferentes letras indican diferencias significativas en los parámetros evaluados para $p \leq 0.05$ de acuerdo con la prueba Tukey.

Ceres. Revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible
ISSN: 3101-4895 / Vigo, Provincia de Pontevedra – España

CERES
Revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible
Ediciones Clío
Año 1, núm. 2, julio-diciembre, 2026
ISSN-e: 3101-4895

Sección: **Artículo científico** | **2026**, julio-diciembre, año 1, núm. 2, 34-69

Adding a Rust-like memory ownership model to classic C language

DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.21157881

Costas Rodríguez, Sergio[1]
Correo: rastersoft@gmail.com
Orcid: https://orcid.org/0009-0006-1940-957X
Canonical. Reino Unido

Abstract

RUST programming language is becoming an inter- esting alternative to C thanks to its memory ownership model, which allows to write safer code without a runtime system or a garbage collector. This increases the stability and speed without penalty in code size or CPU usage. Unfortunately, as a relatively new language, it forces developers to learn and master it before being able to take full advantage of such capabilities. In this paper we present a C static analyzer that allows to implement some parts of that same memory ownership model in standard C code, allowing developers to create safer code (with less memory leaks and core dumps) without having to learn a new language or adding any kind of runtime code.

Keywords: C Language, Rust Language, static analyzer.

Incorporación de un modelo de propiedad de memoria similar al de Rust al lenguaje C clásico

Resumen

El lenguaje de programación RUST se está convirtiendo en una alternativa interesante a C gracias a su modelo de propiedad de memoria, que permite escribir código más seguro sin un sistema de tiempo de ejecución ni un recolector de basura. Esto aumenta la estabilidad y la velocidad sin aumentar el tamaño del código ni el uso de la CPU. Desafortunadamente, al ser un lenguaje relativamente nuevo, obliga a los desarrolladores a aprenderlo y dominarlo antes de poder aprovechar al máximo estas capacidades. En este artículo presentamos un analizador estático de C que permite implementar algunas partes de ese mismo

[1] Ing. en Telemática. Doctor en Ingeniería en Telecomunicaciones. Canonical. Reino Unido.

BY: se debe dar crédito al creador.
NC: Solo se permiten usos no comerciales de la obra.
SA: Las adaptaciones deben compartirse bajo los mismos

https://revistaceres.com/index.php/ceres/index
Recibido: 2026-02-05 **Aceptado**: 2026-04-10

modelo de propiedad de memoria en código C estándar, lo que permite a los desarrolladores crear código más seguro (con menos fugas de memoria y volcados de memoria) sin tener que aprender un nuevo lenguaje ni añadir ningún tipo de código de tiempo de ejecución.

Palabras clave: Lenguaje C, Lenguaje Rust, analizador estático.

Introduction

RUST[1] is a relatively new *system programming language* created originally by Mozilla Research, part of the Mozilla Foundation[2] and currently developed by the Rust foundation[3], that supports both functional and imperative-procedural paradigms. It aims to offer similar performance to C/C++, while being safer thanks to implement a strict memory model to manage the allocated memory blocks. This allows to ensure that there won't be neither *dangling pointers*, nor *memory leaks*.

Several projects born as RUST-only projects, like Servo[2][4] and Redox[3][5], but it is also gaining traction in other projects, like the Gnome Desktop[6][7].

Gnome Desktop started as an alternative to the KDE Desktop[8]. From the beginning, the developer team was aware of the inherent problems of the C language, and that is why they decided to offer bindings for as many languages as possible, allowing to create *first-class* applications for Gnome using Perl, Python, C++, C#, Java, Lua... To simplify this task even further, they developed *GObject Introspection*[4]. The last iteration (Gnome 3) goes as far as to use Javascript for the desktop itself. But no matter how many elements are developed in high-level

[2] Servo is a browser engine originally developed by Mozilla to replace the Gecko engine in Firefox. Although several components, like the CSS subsystem, have been backported to Gecko, currently it is no longer used for Firefox, and it is being developed independently

[3] Redox is an UNIX-like operating system being written in RUST

[4] GObject Introspection is a middleware between a GObject library and language bindings that allows to generate automatically the later. This elim- inates the need for manually writing the bindings for every new object or method in GObject-based libraries for each and every language, allowing to have up-to-date bindings with very little effort

Ceres. Revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible
ISSN: 3101-4895 / Vigo, Provincia de Pontevedra – España

languages, there will always be parts that must be written in C language. In the case of Gnome, these are, at least, the base libraries (GTK, Clutter, Gstreamer...) and the window manager (Mutter[5]).

The problem with GObject libraries relies in that they are as prone as any other C code to suffer memory leaks and dangling pointers. Some alternatives where proposed, like Vala[6], but none has really caught enough momentum as to be considered *the* solution.

Here is where RUST makes its appearance: being a language aiming to offer similar performance to C/C++ and being memory safe, it is ideal to replace C in libraries. In fact, it is being used to rewrite some libraries like *librsvg*[11] and to write new Gnome applications.

Another field where C is still very common is the microcontroller arena. Today, only the smallest microcontrollers are programmed in Assembly language, and it is common that the manufacturer even tries to enforce using C for programming their devices. But recently, RUST have been gaining momentum in this area, with microcontroller families like the STM32, the ESP32 and more.

Unfortunately, this still presents some problems:

- RUST is a new language, and its syntax is quite different from classic languages like C, so it requires learning and training before a programmer becomes competent in it.

- Porting a library to RUST implies to rewrite the code. Although it is possible to do it in a *function-by-function* manner, replacing only one C function with a new RUST one each time, it still implies throwing all the C code.

[5] Mutter is a window manager for X11 and Wayland compositor created by merging the previous *Metacity* window manager and Clutter graphic libraries

[6] Vala is high-level language that borrows its syntax from C#, but is compiled into C code with GObject and then to native code with a classic C compiler[9]. It heavily relies in GObject and related libraries, and uses automatic reference counting for memory management[10]

Ceres. Revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible
ISSN: 3101-4895 / Vigo, Provincia de Pontevedra – España

- Not all devices have support for RUST, and some probably will never have it.

For these cases where C is still a better option, but where the safety of the RUST Memory Ownership Model is desirable, is why we created CRUST. This paper presents this tool, its internal design and how it works.

1. Memory ownership model

As explained above, the main attractive in Rust is its memory ownership model and the checks implemented in the compiler to enforce it. This model allows to create safe applications, making it very hard to have *memory leaks* or *dangling pointers* in them. Also, it does this without using any kind of runtime (neither a *garbage collector*, nor other systems like *reference counting*), which gives it an unprecedented combination of security and performance.

Our new memory ownership model mimics the Rust one by using the basic assumption that a function has full ownership of every memory block ("*managed* block") it allocates, and is fully responsible for freeing them. It can also access a block only while it is being owned by it and hasn't been freed. Thus, if a block is allocated by a function, there are three possible courses of action:

- It can be freed inside the same function.
- It can be returned to the function caller, passing on to it both the ownership and the responsibility for freeing the memory block.
- It can be passed on to another function, so the caller function will loose not only the ownership and the responsibility for freeing it, but also the rights to access that block (because the block must be freed by the called function before returning to the caller).

Although, in theory, these three rules are enough to guarantee safety, in practice, to make coding easier, the concept of *borrowing* an allocated block is

introduced: when a function receives a borrowed block, that function *must not* free it, so it must not only avoid calling the *free()* function, but also not to pass that block to another function that could free it. This means that a borrowed block can only be borrowed to other functions and sub-functions.

Without borrowing, every function that didn't want to free a block would have to return it again to the caller, in order to also return the ownership. This would make the code clumsy.

Of course, it is not enough to just check that a memory block is freed or passed on once in a piece of code, but all the code execution paths must be considered. An example is when a memory block is passed on to another function inside an *if* statement: when the comparison is *true*, the block will be freed in the called function and the original function must not use it from that point onward; but when the comparison is *false* then the original function will still have the ownership, so it still can use the block and must free it or return it before exiting.

Finally, there is another rule to increases legibility and maintainability: each *managed* block can be referred only by a unique pointer; thus there can't be two pointers referring to the same block (although there is a way for relaxing this in cases that require it, as we will see).

2. Requirements for the implementation

When deciding how to implement this memory ownership model in C language in a generic and flexible way, there were several requirements that we considered unavoidable:

- The code must still be *pure C*, thus no code transformations are allowed. This means that solutions based on preprocessors (like Qt's *Meta-Object Compiler*[12]) that add extra functionality to the code were completely rejected.

Ceres. Revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible
ISSN: 3101-4895 / Vigo, Provincia de Pontevedra – España

- For the same reason, no specific macros are allowed. The programmer must be able to retain full control over the code and never rely on any kind of code transformation that could have side effects.

This is because the idea is not to create a new programming language, but to just add the bare minimum required to pure C to allow a static analyzer to ensure that the code follows the specified memory ownership model. Also, it is desirable to avoid adding extra steps in the compilation and build sequence, thus allowing the programmer to use any toolchain, compiler system, IDE... that they already use. This way, the programmer will just run the tools periodically on the generated code to find bugs, but not every time they compile the code.

Also, since C language wasn't originally designed to use this model, it is not desirable to enforce it in each and every memory block, so there must be a way to specify which memory blocks must be managed and which ones shouldn't.

The solution was to define several new reserved words with the prefix *_crust*. These reserved words must be completely unnecessary for the compiler, and must be completely ignored by it. They must be meaningful only to the static analyzer. Thus, the code must be compiled as if these words didn't exist, but when using our static analyzer it must be able to interpret them to know whether a memory block is *managed* or *unmanaged*.

3. New reserved words

The reserved words can be divided into three groups:

• Qualifiers: these work like *tags* and just modify the meaning of a pointer variable or function parameter (in much a way as *const* or *volatile* from C), allowing to specify that the block pointed by it must be managed and in which way. These are:

Ceres. Revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible
ISSN: 3101-4895 / Vigo, Provincia de Pontevedra – España

- _crust_
- _crust_borrow_
- _crust_recycle_
- _crust_alias_
- _crust_not_null_
- _crust_override_

• Loop qualifiers: allow to give extra information about a *for* or *while* loop.

- _crust_no_0_

• Control commands: allow to control the way the static analysis is performed

- _crust_disable_
- _crust_enable_
- _crust_full_enable_
- _crust_set_null_
- _crust_set_not_null_

To ensure that the compiler ignores these words, the following header file must be added in all source files:

```
#ifndef ENABLE_CRUST_TAGS

#ifndef __crust__
#define __crust__
#endif

#ifndef __crust_borrow__
#define __crust_borrow__
#endif

#ifndef __crust_recycle__
#define __crust_recycle__
#endif

/* all other reserved words */
#endif
```

It ensures that all the reserved words will be defined as “blank” (and, thus, will be fully removed by the C preprocessor during normal compilation) when *ENABLE_CRUST_TAGS* is not defined. This is a must because the

static analyzer must pass the source code through the standard C preprocessor too, just like the compiler, to ensure that the macros used by the programmer will be correctly expanded to the desired code, but this time without removing the reserved words.

4. Working with CRUST

As mentioned in section III, the idea is to annotate what otherwise is just plain standard C code with some extra qualifiers that have meaning only for the static analyzer, but which will be discarded by the C preprocessor during normal compilation.

The main qualifier is *_crust_*. It allows to specify that a pointer refers to a *managed* block. Whenever a pointer is defined as *managed* it must be operated only in a *managed* way.

Of course, not every pointer has to be marked as *managed*; as a rule of thumb, any pointer to a memory block that won't be accessed through pointer arithmetic is a potential candidate to be defined as *managed*. Examples of these are:

• opaque pointers to library handlers, like the *FILE* pointer from *stdio*, the *xcb_connection_t* from XCB...
• any pointer to a *GObject*[7] object
• pointers to C structs.

But any pointer that will be modified with pointer arithmetic must not be declared as *managed*, because CRUST forbids it.

[7] GObject, or GLib Object System, is a C library that provides a portable object system in C. It was originally created as part of GTK[13], the Gimp ToolKit, but with the launch of GTK 2.0 it was removed from it and launched as part of the GLib library

Ceres. Revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible
ISSN: 3101-4895 / Vigo, Provincia de Pontevedra – España

As explained in section II, a *managed* block will be evaluated by the static analyzer to ensure that it is not used before being assigned a block or after being freed, and also that it is properly freed, passed on to a child function or returned before the end of the function.

The *_crust_* qualifier can also be used in a function definition to specify that a parameter and/or the return value is a *managed* block. In this case, trying to pass an *unmanaged* block as a parameter when the function expects a *managed* one, or a *managed* block where the function expects an *unmanaged* one, is an error. Trying to assign an *unmanaged* block into a *managed* pointer, or vice-versa, is also an error. This is shown in the following piece of code:

```
void a_function(unsigned int *);

void another_function() {
        __crust__ unsigned int * param;

        // ERROR: param is managed, but
        // the function expects an
        // unmanaged block

        a_function(param);
}
```

This is 100% legal C code, but when it is processed by CRUST it returns the error:

```
Analizing file
CRITICAL: Expected a non _crust_ variable as argument 1 when calling function 'function' at line 10, but passed a _crust_ variable
Total: 1 errors.
```

This happens because *param* is defined as a *managed* block at line 4, but the function doesn't expect a *managed* block. This is considered a *syntax error,* thus it can hide other errors. CRUST doesn't allow to do this because it can't determine what will happen to that block inside that function (this is: CRUST won't know if it will be freed or not).

Ceres. Revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible
ISSN: 3101-4895 / Vigo, Provincia de Pontevedra – España

CRUST also tracks the current status for each *managed* pointer, ensuring that they are used only after a block has been assigned. This is paramount because not taking care of this would result in *core dumps* during execution. This piece of code shows this:

```
void a_function(__crust__ unsigned int *);

void another_function() {
        __crust__ unsigned int * param;

        // ERROR: param is managed, but
        // is used before being assigned

        a_function(param);
}
```

Here, CRUST detects an error at line 9 because the pointer hasn't been previously assigned to a block, thus returning this error:

```
Analizing file
ERROR: Argument 1 when calling function 'function' at line 9 isn't initialized.
Total: 1 errors.
```

A *managed* block can be created using *malloc* and family, or from a factory function that returns an initialized *managed* block of the desired type[8]. Also, every *managed* block must be passed on to a function, returned to the function caller, or freed before the function ends in all possible execution paths.

[8]An example is an object's constructor function in GObject.

Ceres. Revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible
ISSN: 3101-4895 / Vigo, Provincia de Pontevedra – España

```
typedef __crust__ void * managed_t;

managed_t factory();

void a_function(managed_t);

void another_function(int b) {

        managed_t param = factory();

        if (b < 0) {
                a_function(param);
        }
}
```

In this piece of code, a *typedef* is used to simplify the syntax: *managed_t* is a pointer to a *managed* block. After that, two functions are defined: one is a factory function that returns an initialized *managed* block, and the second one consumes a *managed* block. After being processed by CRUST it returns this error:

```
Analizing file
ERROR: Memory block 'param', initialized at line 9, is still in use at exit point in line 14
Total: 1 errors.
```

This happens because CRUST detects that there is an execution path, when *b* is equal or greater than zero, where the *managed* block pointed by *param* is not freed before the function ends. It is, thus, mandatory to ensure that *param* is passed on to a function that expects a *managed* block also in the second path, in order to free it before exiting the current function.

CRUST can detect some of the same errors detected by the compiler, but not all, so it is mandatory to ensure that the code doesn't produce warnings or errors when compiled before trying to pass it to CRUST. Here is an example:

Ceres. Revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible
ISSN: 3101-4895 / Vigo, Provincia de Pontevedra – España

```
typedef __crust__ struct str1 * str1_t;
typedef __crust__ struct str2 * str2_t;

str1_t factory_1();
str2_t factory_2();

void a_function(str2_t);

void another_function() {

        str1_t param_1 = factory_1();
        str1_t param_2 = factory_2();

        a_function(param_1);
        a_function(param_2);
}
```

This code doesn't return errors after being processed by CRUST, but it returns several warnings when compiled because the pointer types passed on to each function are incorrect in lines 12, 14 and 15. This piece of code also shows that, in the same code, can be *managed* blocks of several types, but they are not interchangeable.

Of course, CRUST also ensures that a pointer to a *managed* block is not overwritten before being freed, as shown in this piece of code:

```
typedef __crust__ void * managed_t;

managed_t factory();

void a_function(managed_t);

void another_function(int b) {

        managed_t param = factory();

        if (b < 0) {
                a_function(param);
        }

        param = factory();
        a_function(param);
        param = factory();
        a_function(param);
}
```

When CRUST processes this code it returns the following error message:

```
Analizing file
ERROR: Assignment to 'param' at line 15, which was already assigned at line 9
Total: 1 errors.
```

When assigning a block to *param* at line 15, in one of the possible execution paths (when *b* is equal or greater than zero) the old block has not been freed. This is not allowed because it would result in a *memory leak*, and this is why CRUST complains. But in line 17 it is possible to assign a new *managed* block in the same pointer because there is no doubt that it has been freed before, in line 16.

The possible states for a pointer are not only *unassigned*, *freed* and *assigned*; the static analyzer tracks if a variable or pointer is or can be NULL; this is why this code does not produce errors when checked by CRUST:

Ceres. Revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible
ISSN: 3101-4895 / Vigo, Provincia de Pontevedra – España

```
typedef __crust__ void * managed_t;

managed_t factory();
void a_function(managed_t);

void another_function(int b) {

        managed_t param = factory();
        if (param != NULL) {
                a_function(param);
        } else {
                param = factory();
                a_function(param);
        }
}
```

The *factory* function returns either a pointer to a block, or NULL. If the pointer is not NULL, the block will be freed during the call to *a function*; but if it is NULL, then the assignment at line 14 will be legal because there is no memory block that can leak.

A. Borrowing blocks

It is not always desirable to give the ownership of a *managed* block to the called function, because the caller may still want to use it after the call. The *naive* solution for this case is to ensure that the called function returns the same block that is passed on as a parameter, but it is not a perfect solution because it not only makes the code clumsy, but it also can't be used when more than one block must be preserved.

To avoid this problem, both Rust and CRUST allow to *borrow* a *managed* block. When a function accepts a parameter as *borrowed*, the caller can be sure that it won't be freed, thus retaining the ownership after the call. This can be seen in this piece of code:

Ceres. Revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible
ISSN: 3101-4895 / Vigo, Provincia de Pontevedra – España

```
typedef __crust__ void * mnged_t;

void afunction(__crust_borrow__ mnged_t);

void another_function(mnged_t param) {

        afunction(param);
}
```

Analizing file
ERROR: Memory block 'param', initialized at line 5, is still in use at exit point in line 8
Total: 1 errors.

Since the *managed* block pointed by *param* is *borrowed* to the function *a function*, it isn't freed after returning, so the calling function still has the responsibility of managing it. That is why CRUST complains.

Also, a *borrowed* block can be passed on only as a *borrowed* parameter to subfunctions, because it must never be freed by the called function, as seen in this piece of code:

```
typedef __crust__ void * mnged_t;

void a_function(mnged_t);

void another_function(
        __crust_borrow__ mnged_t param) {

        a_function(param);
}
```

Analizing file
CRITICAL: Argument 'param' at position 1 when calling function 'a_function' at line 8 is borrowed, but is used as a
non-borrow argument
Total: 1 errors.

Ceres. Revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible
ISSN: 3101-4895 / Vigo, Provincia de Pontevedra – España

Since *a_function* receives a *managed* block, it assumes that it must free it, thus it is an error to pass on a *borrowed* block, because when a block is *borrowed* it must not be freed by the called function, nor by any of the functions called by it.

B. Not null parameters

By default, when CRUST analyzes the code it presumes that any pointer parameter passed on to a function, or any return value from a function, can be NULL or NOT NULL (of course, until an *if* statement checks whether a pointer is NULL or NOT NULL). But it is possible to annotate the code to specify that a parameter passed on to a function must never be NULL, or that the return value from a function will never be NULL.

```
typedef __crust__ void * mnged_t;

void a_function(
        __crust_not_null__ mnged_t);

void another_function(mnged_t param) {

        a_function(param);
}
```

```
Analizing file
WARNING: Argument 'param' at position 1 when calling function 'a_function' at line 7 is defined as not_null, but is being called with a possible NULL value
Total: 1 errors.
```

Here *param* is the parameter received by *another_function*, which can be NULL or NOT NULL, thus is an error to pass it on as-is to *a_function*, because the parameter must be a NOT NULL pointer. A solution could be to put the call inside an *if (param != NULL)* statement, which will be detected by CRUST and avoid the error:

```
typedef __crust__ void * mnged_t;

void a_function(
        __crust_not_null__ mnged_t);

void another_function(mnged_t param) {

        if (param != NULL) {
                a_function(param);
        }
}
```

This code will not produce errors because if *param* is NOT NULL, it will call *a_function* and the block will be freed; but if it is NULL, nothing will be called (this also will not generate an error because CRUST knows that if a pointer is NULL there is no block, so there is no risk of a *memory leak*).

Of course, when a parameter in a function is labeled as *not_null*, when CRUST analyzes the execution paths it will presume that the pointer is never NULL.

It is also possible to label a return value as *not_null*. In this case, when analyzing the execution paths, CRUST will ensure that the return value is never NULL.

C. Recycling managed blocks

This qualifier was added only as a helper for the first project, and probably has no use in others. It can be applied only to up to one *not borrowed managed* pointer in a function's parameters, and that function must also return a *managed* block. In that case, it means that if the *recycled* parameter is NOT NULL, then the returned value will also be NOT NULL; but if the parameter is NULL, the returned value can be NULL or NOT NULL.

Ceres. Revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible
ISSN: 3101-4895 / Vigo, Provincia de Pontevedra – España

This is used in some functions that, internally, recycle the memory block previously allocated for a *managed* block to create a new *managed* block, instead of freeing the memory first and then asking for a new allocation; but that when passed a NULL pointer instead, the function allocates a new memory block.

D. Pointer aliases

By default, each *managed* block can be assigned only to a single pointer. Trying to assign the same block to several pointers will only pass the ownership from one to the next, while all the previous pointers will end in a *freed* status. This is on purpose, because having several pointers to the same *managed* block messes up the code and makes it harder to maintain and understand.

Unfortunately, there is a common case where it is useful to have several pointers to the same block: when walking through a linked list. In this case it is common to have a *for* loop and a temporary pointer that is used to walk through the linked list. To allow to implement this, CRUST allows to create an *alias* pointer, a specific type of pointer to a *managed* block that can, if needed, point to a block that is already pointed by another reference. This piece of code shows how to use it:

```
struct block {
        void *data;
        struct block *next;
}

typedef __crust__ struct block * mnged_t;

void a_function(mnged_t a_list) {

        __crust_alias__ mnged_t tmp;

        for(tmp = a_list;
            tmp != NULL;
            tmp = tmp->next) {
                // do things
        }
        // more things
}
```

Here, the *tmp* pointer is an alias, so it can point to the same block than *a_list*. Thus *tmp* and *a_list* become "*entangled*". When this happens, passing any of them on as a *not borrowed* parameter will mark BOTH as freed. But if a new block is assigned to the alias when both pointers are still *entangled* (like in line 14 with the code *tmp = tmp-¿next*), both pointers become *disentangled*, so passing one on as a *not borrowed* parameter will mark only that pointer as freed, and the other will retain its current state.

Although it is possible to use aliases in other cases, it is strongly discouraged, because *aliases* break the assumption that each *managed* block is referred only by an unique pointer and make the code harder to understand and maintain.

Ceres. Revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible
ISSN: 3101-4895 / Vigo, Provincia de Pontevedra – España

E. Overriding function definitions

When using external libraries in a project with CRUST, the function declarations in the header files have to be modified to add the needed CRUST qualifiers. This has several problems:

- Usually, the programmer lacks *root* access to modify the files *system-wide*.
- It is uncommon to use all of the function available in a library, usually requiring only a handful of them, so it is not a must to modify all the function definitions in the header files.
- Changes in the header files may be overwritten every time the library is updated by the operating system's package manager.

The naive solution to these problems is to copy the library header files into the project folder, modify only the functions used in the code, and use them to compile it. This solves the first two items, but leaves the third unresolved: every time the library is updated, the programmer is required to find and append the differences in the header files.

A more elaborated solution would be to still include the original headers and add another header file with only the definitions that must be changed. Unfortunately, this won't work: during compilation there will be no problems because CRUST qualifiers are removed by the C preprocessor, so both definitions will match; but when using CRUST, it will find two different definitions for each function, one with the qualifiers and another without them, and it will raise an error.

The solution is to use the qualifier_*crust_override*_with the modified definitions. When CRUST finds it, it will give priority to that definition over the ones without the *override* qualifier.

Ceres. Revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible
ISSN: 3101-4895 / Vigo, Provincia de Pontevedra – España

```
__crust_override__ xcb_connection_t
    __crust__ *xcb_connect(
            const char *displayname,
            int *screenp);

__crust_override__
    void *xcb_get_property_value(const
        xcb_get_property_reply_t
            __crust_borrow__ *R);
```

In this example, the function definition for *xcb_connect* is replaced by one that returns a *managed* block, which is the *xcb* connection. Also the function definition for *xcb_get_property* is also replaced by one that receives a *borrowed* block with a connection to the X server.

F. Loop qualifiers

The qualifier *crust_no_0* allows to specify that a loop runs at least once. To understand this better let's see how CRUST evaluates loops:

Evaluating a loop takes into account that it can be run zero times, once, or more than once, depending on the condition. This is why *for* and *while* loops are analyzed in three cases:

1. when the loop is not run at all: it evaluates when the condition isn't met right at the beginning.
2. when the loop is run once and the loop exits.
3. when the loop is run twice: it allows to detect errors when the loop is run several times before exit.

Checking these three cases allows to detect common errors like writing code that fulfills the rules when it is run once or more times but not when it is run zero times, or that honors them when it is run zero or one times but not when it is run

Ceres. Revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible
ISSN: 3101-4895 / Vigo, Provincia de Pontevedra – España

more than once. Of course, a *do...while* loop will be tested only in the two latter cases because it always runs at least once.

Now the usefulness of this qualifier becomes clear: it is very uncommon for a *for* loop to run zero times, but the static analyzer can't know that, so in order to avoid false errors from CRUST it is possible to tag a *for* or *while* loop with *_crust_no_0_*. This will instruct CRUST to check only the cases where the loop runs one or more times, but not zero times. Of course, this qualifier is not allowed in *do...while* loops because they always run at least once.

G. Control commands

Sometimes, there is no way of doing something without breaking the rules. In these cases it is possible to disable the error detection for specific blocks of code. To manage this, CRUST has an internal variable named *disable counter*, which is managed with these commands:

- *_crust_disable_* increments the *disable counter*
- *_crust_enable_* decrements the *disable counter*
- *_crust full enable* sets to zero the *disable counter*

When *disable counter* is zero, CRUST will detect and show warnings and errors in the code as expected; but when it is non-zero, CRUST will ignore them. This allows to nest the *disable* and *enable* commands, since as many *enables* as *disables* are required to re-enable the error detection. This can be overriden with *full_enable*, which forces the error detection again no matter how many *disables* have been executed previously.

H. Global pointers

Working with *managed* blocks pointed by global variables is not trivial, because it implies many cases that a static analyzer can't detect. This is why the

rules must be relaxed in this case.

Global pointers to *managed* blocks are allowed, but by default, when entering a function, they are considered to be always assigned; that is, their value can be NULL or NOT NULL, so it is mandatory to check the state with an *if* statement before trying to assign a block or to use it as a parameter.

But since it is common that, in some functions, the true state of a global variable is known due to the logic of the program, there are two statements to specify this and avoid putting an unnecessary *if*. These are *_crust_set_null_()* and *_crust_set_not_null_()*:

```
typedef __crust__ void *crust_t;

crust_t global_var;

void a_function() {

    // global_var is never NULL
    __crust_set_not_null__(global_var);

    // process global var and free it
    // ...

    enable_interrupt();
}

void interrupt_handler() {

    // global var is always NULL

    __crust_set_null__(global_var);

    global_var = ...

    trigger_fnc(a_function);

}
```

This example shows this case: there is an interrupt handler that stores a block in a global variable and triggers a function that, in user-mode, will read that block and enable the interrupts again. Every time the user-mode function is triggered, the global variable is known to point to a *managed* block, because the function is called only after an interrupt; also, whenever the interrupt handler is called, the global variable is known to be *empty* because it is assigned only in the interrupt handler, and it can't be called again until the user-mode function frees the global variable and enables again the interrupts.

There are several differences between a local and a global variable. A block can be assigned simultaneously to a local and a global variable, but if the block is freed before exiting the function, it is mandatory to set the global variable to NULL. Not doing it is an error, and CRUST will report it. This can happen either if the local or the global variable is passed on to a function that frees it. Also, assigning the same block to more than one global variable is not allowed.

Of course, setting the status for a global variable should be done always before accessing it for the first time. CRUST will detect any attempt to set it after having accessed the variable and will report it with a *warning*.

5. Implementation details

The static analyzer is divided into two main sections: the C parser, written as a classic *LEX/YACC* parser and compiled as a *shared library* into native code; and the *execution path evaluator*, written in *Python 3*.

A. C parser

The C parser was created using the *LEX/YACC* rules written originally by Jeff Lee and published by Tom Stockfisch in Usenet, and currently maintained by Jutta Degener in her personal webpage[14] [15]. This C99 parser has been

expanded with several GNU extensions. The following extensions are recognized at syntax level but completely ignored during the static analysis:

- #pragma
- _builtin va list
- _signed
- _extension
- _prog
- _restrict
- _inline
- _attribute (...)
- _asm [XXXX] (...)
- asm [XXXXX] (...)
- _alignof (...)
- _typeof (...)
- _builtin offsetof(...)

Also, support for concatenated strings (in the form ”a concat””enated string”), statements inside parentheses and ellipsis in CASE statements (like CASE n1 ... n5) has been added.

The C parser receives the source code after being managed by the *C preprocessor*, and generates an *AST tree* that is passed on to the main program. The *AST tree* is quite unusual because it looks more like a linear list of nodes than a proper tree, as seen in figure 1. This format greatly simplifies the execution of loops and conditional statements because a branch can be easily evaluated just by duplicating the list at the branching point and removing only the unnecessary statements in each duplicate. This will be explained in depth later.

Ceres. Revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible
ISSN: 3101-4895 / Vigo, Provincia de Pontevedra – España

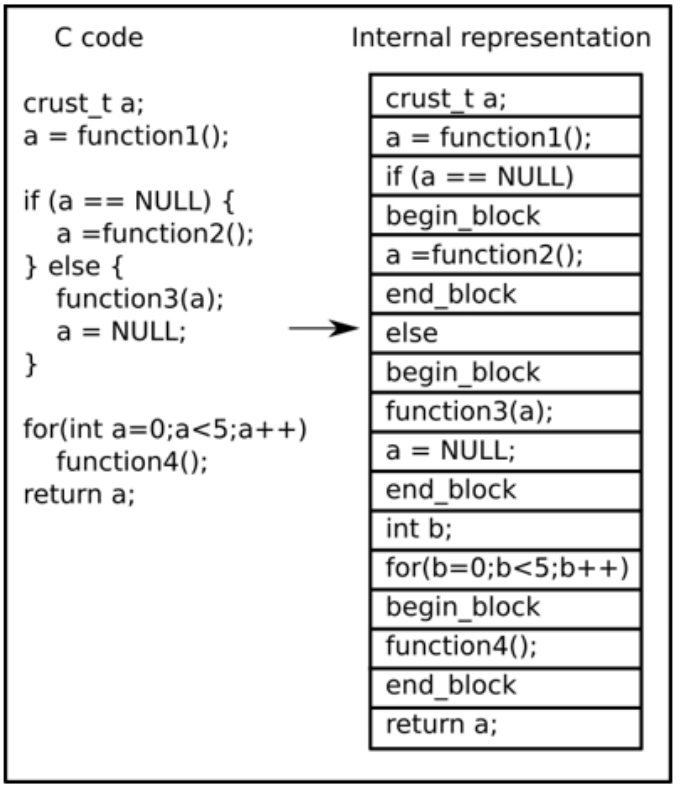


Figure 1: A piece of C code with a branch is translated from the *original C code* into the *internal representation* generated by the *LEX/YACC* parser. Code blocks inside *if*, *switch*, *for* loops, *while* loops and *do...while* loops are surrounded by *begin_block* and *end_block* statements to allow, in further steps, to separate all the execution paths.

B. The execution path evaluator

The *execution path evaluator* is the heart of the static analyzer. It does all the hard work.

The first step is to take the *AST tree* created by the parser and build a list with all the global variables and functions in the code. Then, these functions are processed one by one.

Whenever a function is going to be analyzed, a new *execution environment* is created. It consists of a list with all the remaining code to be "executed" and the

current variables (global, local, and parameters). The execution environment holds the type (whether it is a *managed* pointer or not, and if it is *borrowed*), and the current status for all the variables. The status of a variable can be one of the following:

- *UNINITIALIZED*
- *NULL*
- *NOT NULL*
- *NULL OR NOT NULL*
- *FREED*
- *FREED OR NULL*

By default, all parameter variables are set as *NULL_OR_NOT_NULL* (meaning that it is unknown if they point to a *managed* block or are just NULL) unless they are defined with the qualifier *_crust_not_null_*, in which case the status will be set to *NOT_NULL*.

Global *crust pointers*, by default, are set as *NULL_OR_NOT_NULL*, but if it is known that a global one is positively *NULL* or *NOT_NULL*, it is possible to specify it by using *_crust_set_null_(variable_name)* or *_crust_set_not_null_(variable name)*, as explained in section V-H.

Local variables are set to *UNINITIALIZED* when created, and they keep that status until they are assigned a value (which can be the value of another pointer, the NULL value, or the return value of a function).

C. Processing linear code

The main actions that form a piece of *linear code* and that matter to CRUST are assignments, reads, and calls that involve *crust pointers*. Other assignments, reads and calls aren't evaluated unless necessary. The *execution path evaluator* will take each instruction in the piece of code and check if a *crust pointer* is

involved in any of the steps needed to run it. If that is the case, it will simulate its behavior.

If the statement creates a new variable, it will be added to the execution environment and its status will be set to *UNINITIALIZED*.

When a *crust pointer* is used inside a statement, it will be set to *FREED* status if its previous status was *NOT_NULL*, or *FREED_OR_NULL* status if its previous status was *NOT_NULL_OR_NULL*, unless it is passed as a *borrowed* block or when it is used in a comparison (like in *if (variable == NULL)* comparison). Trying to pass on a *borrowed crust pointer* as a *non-borrowed* parameter is an error, because the called function will free it, and CRUST will report it.

When a statement assigns a value to a *crust pointer*, first it is checked whether its status is *UNINITIALIZED*, *NULL*, *FREED_OR_NULL* or *FREED*; if the status is none of the above, it means that the code is trying to overwrite a *managed* block, which would cause a memory leak if allowed, so CRUST will show an error message with the line number. If there is no error, the value to be assigned will be evaluated as the new status; if it is the return value of a function, it usually will mean *NULL_OR_NOT_NULL*, unless the return value is defined as *crust_not_null_*. If it is another *crust pointer*, the current status of the origin pointer will be copied and the original pointer will be set to *FREED* or to *FREED_OR_NULL*, depending on the previous state.

If a statement tries to read from a *crust pointer*, or pass on a *crust pointer* as a function parameter, and the *crust pointer* is still *UNINITIALIZED*, it will be considered a breach in the memory management rules and an error will be displayed with the corresponding line in the code where the error is located. The same happens if the status is *FREED*, because that means that the code is trying to pass on a *dangling pointer*.

Ceres. Revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible
ISSN: 3101-4895 / Vigo, Provincia de Pontevedra – España

When the function reaches the end, the status of all the *crust pointers* will be checked to ensure that the rules have been honored:

- If a local variable or a *non-borrowed* parameter is *NOT NULL* or *NULL OR NOT NULL*, it will be considered an error because it means that there is a memory leak.
- Global *crust pointers* must be *NULL*, *NOT_NULL* or *NULL OR NOT NULL*, but never *FREED* nor *FREED OR NULL*, because that means that a global variable contains a *dangling pointer*. Thus, every time a global *crust pointer* is used (and, thus, freed) it must be set manually to NULL to ensure that other functions won't find a *dangling pointer* in it.
- When the returned value is a pointer to a *managed* block, it must be *NULL*, *NOT NULL* or *NULL OR NOT NULL* status, but never one in *UNINITIALIZED*, *FREED* or *FREED OR NULL*, because that would lead to a *dan- gling pointer*.

D. Branches

Conditional statements and loops have in common that they contain at least one branch: the code breaks its linear nature and branches out in ways that may or not be followed in an actual execution. However, in the case of a static analyzer, it must follow all the branches to ensure that there aren't any errors in any path.

With *if*, *switch* and *condition? A : B* statements this is an easy task because the number of paths is finite and known in advance, so the solution used is to duplicate the remaining code in as many branches as needed, remove in each one the unused code, set the tested variables to the right values, and evaluate each one independently. This can be seen in figure 2, where an *if* statement with an *or-ed* condition is evaluated.

for, *while* and *do...while* loops are more complex because, except for trivial cases, it is not possible to know in advance how many iterations they will take and, thus, how many branches will be needed. Fortunately, it is not necesary to

Ceres. Revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible
ISSN: 3101-4895 / Vigo, Provincia de Pontevedra – España

evaluate all of them, but only three branches in the case of *for* and *while* loops, and two for *do...while* loops. As explained in section V-F, the first branch evaluates the case when the inner code in the loop is never run because the condition is false before starting (obviously, this branch is never created in the *do...while* loops because these always run at least once, nor in *for* or *while* loops labeled with *crust_no_0_*). The second branch evaluates the inner code when the loop runs exactly once. Finally, the third branch evaluates the case when the loop runs twice. It is not necesary to evaluate more cases because the third branch allows to detect all possible errors when the inner code is run more than once. This is shown in figure 3.

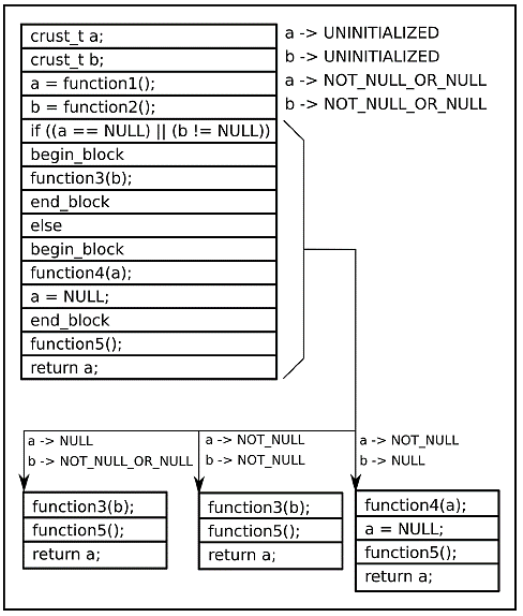


Figure 2: The code path, already transformed in the internal representation, is *run* to create the variables and assign its new status. When the execution reaches the *if* statement, the current internal representation and the list of variables are cloned, the blocks that don't belong to each branch are removed, the status of the variables is set in each path according to the condition tested, and each branch is *run* independently. This example also shows how the static analyzer follows the same *short- circuit* rules as the ANSI C compiler to reduce the number of branches from four to three, by evaluating a condition as *true* or *false* as soon as possible; in this case, when *a* is *NULL*, the value of *b* doesn't matter.

Ceres. Revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible
ISSN: 3101-4895 / Vigo, Provincia de Pontevedra – España

Finally, the *goto* branches are the most problematic ones. Historically they have been considered *harmful*[16], although in recent years they are being reconsidered under several circumstances, like in the Linux kernel: Linus Torvalds and other programmers consider that a judicious use of the *goto* statement can lead to a cleaner code than a pure structured approach[17].

The biggest problem with *goto* is that it is an *statement* that gives too much freedom to the programmer, allowing to create complex loops and behaviors that can defeat the most clever static analyzer[18]. But at the same time it has its legal use cases, so forbidding it completely is a bad idea. Fortunately, the main use case for *legal gotos* is to exit from an inner loop without needing extra flags to also exit outer loops, and in these cases they always jump into a label located *after* the *goto* statement. This case has the advantage that it is impossible to have an infinite loop (which is the main risk when jumping to a point located before the *goto* statement), so it can be managed as easily as a *break* statement.

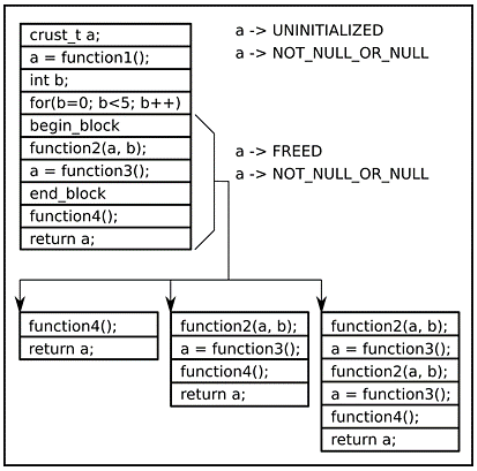


Figure 3: An example of a *for* loop and how it is evaluated to ensure that there are neither *memory leaks* nor *dangling pointers*. Three branches are evaluated, one where the loop never happens, another where the loop runs once, and finally another one where the loop runs twice, which is enough to detect if there are errors when the loop runs more than once.

Ceres. Revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible
ISSN: 3101-4895 / Vigo, Provincia de Pontevedra – España

E. Speed optimization

The model described works fine and is extremely useful. Unfortunately, the original, naive implementation proved to be inadequate with some common pieces of code. The problem is that having several loops and branches in the same function can result in a combinatorial explosion. An example is shown in figure 4.

That simple code, with six *if* and three *for* statements, expands into 1728 possible execution paths (each *if* statement multiplies by 2 the number of paths, and each *for*, by 3). Adding *AND* or *OR* statements to the conditions in the *if* statements would make that number even bigger. A function in our project had several nested *if* and *for* statements, resulting in more than six million paths to evaluate. These big numbers taxed the original static analyzer so much that it needed more than 36 hours to evaluate all of them.

To solve this, a solution was developed that discarded paths identical to other paths that have already been evaluated. To do so, each time the analyzer reaches an *end_block* statement in the *internal representation* (which corresponds to the end of an inner block in the code, usually to a closing brace), it will compare the current status of every variable in the current path with the status in the same code point in other paths that already have executed it. If all statuses are coincident, this path is identical to the previously executed path and may be discarded. But if there are differences, the status from the current path is stored along with the others to allow to compare it with future execution paths.

Ceres. Revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible
ISSN: 3101-4895 / Vigo, Provincia de Pontevedra – España

```
typedef __crust__ void * mnged_t;

mnged_t afunction();

void function2(
        __crust_borrowed__ mnged_t);

void function3(mnged_t);

void another_function(mnged_t param1,
                      mnged_t param2,
                      mnged_t param3) {

    if (param1 == NULL)
        param1 = afunction();

    if (param2 == NULL)
        param2 = afunction();

    if (param3 == NULL)
        param3 = afunction();

    for(int i=0; i<5; i++)
        function2(param1);

    for(int j=0; i<8; i++)
        function2(param2);

    for(int j=0; i<3; i++)
        function2(param3);

    if (param1 != NULL)
        function3(param1);

    if (param2 != NULL)
        function3(param2);

    if (param3 != NULL)
        function3(param3);
}
```

Figure 4: This piece of code is problematic because there are 1728 possible execution paths, which will require too much time to evaluate.

Thanks to this optimization, the time needed to analyze the problematic code went down to less than fifty seconds.

Ceres. Revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible
ISSN: 3101-4895 / Vigo, Provincia de Pontevedra – España

F. Unitary tests

To guarantee that changes in the code won't break the analyzer, a set of unitary tests are included to ensure that it always performs as expected. Currently there are 242 unitary tests that check every rule and corner case found during the development. Also, these tests are an excellent source of examples for what to do and what not to do.

6. Future work

Although the current static analyzer supports several GNU extensions, these are insufficient to analyze code from the Linux kernel, or the internal code in GObject objects. To fix this, several improvements in the *LEX/YACC* parser are needed.

Another important change considered is to extend the supported language standard from the current ANSI C99 syntax to ANSI C11, to ensure that all the C standard code can be compiled.

Conclusions

In this work, we have developed a useful tool for programmers that allows them to improve their efficiency by helping to find *memory leaks* and *dangling pointers* in their C code, without having to learn and master a new programming language. The tool is fast and unobtrusive, and can be easily integrated in any workflow.

References

[1] N. D. Matsakis and F. S. Klock, II, "The rust language," *Ada Lett.*, vol. 34, no. 3, pp. 103–104, Oct. 2014.

[2] "Mozilla foundation." [Online]. https://foundation.mozilla.org

[3] "Rust foundation." [Online]. https://rustfoundation.org

[4] B. Anderson, L. Bergstrom, D. Herman, J. Matthews, K. McAllister, M. Goregaokar, J. Moffitt, and S. Sapin, "Experience report: Developing the servo web browser engine using rust," *CoRR*, vol. abs/1505.07383, 2015. [Online]. http://arxiv.org/abs/1505.07383

[5] "Redox project." [Online]. https://www.redox-os.org/

[6] "Thoughts on dx: Gnome and rust." [On- line]. https://siliconislandblog.wordpress.com/2016/10/31/ thoughts-on-dx-gnome-and-rust/

[7] "Federico mena section about rust." [Online]. https://people.gnome.org/~federico/blog/tag/rust.html

[8] "Original mail from miguel de icaza about the gnome project." [Online]. https://mail.gnome.org/archives/gtk-list/ 1997-August/msg00123.html

[9] "Vala - compiler using the gobject type system." [Online]. https://wiki.gnome.org/Projects/Vala

[10] "Vala's memory management explained." [Online]. https://wiki.gnome.org/Projects/Vala/ReferenceHandling

[11] "Initial posts about librsvg's c to rust conversion."

[12] J. Thelin, *Foundations of Qt Development*, J. Gilmore, Ed. Apress, 2007.

[13] "Gtk, the gimp toolkit official website." [Online]. https://www.gtk.org

[14] "Jutta degener ansi c99 grammar, lex specification." [Online]. http://www.quut.com/c/ANSI-C-grammar-l-1999.html

[15] "Jutta degener ansi c99 grammar, yacc specification." [Online]. http://www.quut.com/c/ANSI-C-grammar-y-1999.html

[16] E. W. Dijkstra, "Letters to the editor: Go to statement considered harmful," *Commun. ACM*, vol. 11, no. 3, pp. 147–148, Mar. 1968

[17] "Linux kernel mailing list discussion about gotos in linux source code," 2003. [Online]. http://koblents.com/Ches/Links/ Month-Mar-2013/20-Using-Goto-in-Linux-Kernel-Code/

[18] A. M. Turing, "On computable numbers, with an application to the entscheidungsproblem," Proceedings of the London Mathematical Society, vol. s2-42, no. 1, pp. 230–265, 1937

Declaration of conflict of interest and originality

In accordance with the *Code of Ethics and Best Practices* published in the *Ceres Journal*, the author *Costas Rodríguez, Sergio* declares to the Editorial Committee that he has no situations that represent a real, potential, or evident conflict of interest of an academic, financial, intellectual, or intellectual property nature related to the content of the article: *Adding a Rust-like memory ownership model to classic C language*, in relation to its publication. Likewise, he declares that the work is original, has not been published partially or entirely in any other medium, and that no ideas, formulations, quotations, or illustrations from various sources were used without clearly and strictly mentioning their origin and without being properly referenced in the corresponding bibliography. He consents to the Editorial Committee applying any plagiarism detection system to verify its originality.

The author declares that he did not use generative artificial intelligence tools for writing texts or interpreting data in the preparation of this manuscript.

CERES
Revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible
Ediciones Clío
Año 1, núm. 2, julio-diciembre, 2026
ISSN-e: 3101-4895

Sección: **Artículo científico** | **2026**, julio-diciembre, año 1, núm. 2, 70-104

Fundamentos epistemológicos de los modelos de desarrollo históricamente existentes: de la modernidad liberal y marxista hasta el desarrollo sostenible

DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.21157897

Villasmil Espinoza, Jorge Jesús[1]
Correo: jvillasmil52@hotmail.com
Orcid: https://orcid.org/0000-0003-0791-3331
Universidad del Zulia. Maracaibo, Venezuela.

Resumen

En términos filosóficos, un modelo de desarrollo no constituye un conjunto de políticas económicas o un programa de gobierno: es, antes que nada, un marco filosófico desde el cual se organiza la percepción de la realidad social, se jerarquizan los problemas colectivos y se orientan, tanto los discursos como las prácticas de transformación de la realidad. En este contexto, el objetivo de esta investigación consiste en interpretar los significados epistémicos y políticos de los modelos de desarrollo históricamente existentes, desde las matrices filosóficas de la modernidad liberal y marxista hasta el paradigma emergente del desarrollo sostenible, en sus vertientes antropocéntricas y biocéntrica. Para tal fin, se hizo uso de una metodología hermenéutica basada en la ubicación de fuentes documentales seleccionadas por la calidad de su información (artículos científicos, monografías, libros y documentos oficiales). Se concluye que, la crisis mundial está profundamente arraigada en epistemologías predominantes que favorecen visiones extractivas, antropocéntricas y tecnocéntricas del entorno, y enfrentarlo requiere enfoques de gobernanza del conocimiento que integren, realmente, la ciencia occidental con los saberes autóctonos locales, considerando a las comunidades nativas, no como informantes secundarios sino como co-creadoras de conocimiento, con la misma autoridad epistémica sobre los ecosistemas que habitan y protegen.

Palabras clave: fundamentos epistemológicos, modelos de desarrollo, desarrollo sostenible, modernidad liberal, marxismo.

[1] Doctor en Ciencia Política con estudios Postdoctorales en Derechos Humanos. Profesor titular de la Universidad del Zulia. Maracaibo, Venezuela.

BY: se debe dar crédito al creador.
NC: Solo se permiten usos no comerciales de la obra.
SA: Las adaptaciones deben compartirse bajo los mismos

https://revistaceres.com/index.php/ceres/index
Recibido: 2026-02-10 **Aceptado**: 2026-04-20

Epistemological foundations of historically existing development models: from liberal and marxist modernity to sustainable development

Abstract

In philosophical terms, a development model does not constitute a set of economic policies or a government program: it is, first and foremost, a philosophical framework through which the perception of social reality is organized, collective problems are ranked in order of priority, and both the discourses and practices of social transformation are oriented. Within this context, the objective of this research is to interpret the epistemic and political meanings of historically existing development models, from the philosophical matrices of liberal and Marxist modernity to the emerging paradigm of sustainable development in its anthropocentric and biocentric dimensions. To this end, a hermeneutical methodology was employed, based on the identification and analysis of documentary sources selected according to the quality of their information — including scientific articles, monographs, books, and official documents. The study concludes that the global crisis is deeply rooted in prevailing epistemologies that favor extractive, anthropocentric, and technocentric visions of the environment, and that addressing it requires knowledge governance approaches that genuinely integrate Western science with local indigenous knowledge systems — treating native communities not as secondary informants, but as co-producers of knowledge with equal epistemic authority over the ecosystems they inhabit and steward.

Keywords: epistemological foundations, development models, sustainable development, liberal modernity, Marxism.

Introducción

Comprender la historia del pensamiento sobre el desarrollo exige ir más allá de sus manifestaciones políticas o económicas visibles, es necesario interrogarse sobre los sustratos filosóficos que subyacen a cada propuesta y que, en última instancia, le otorgan coherencia normativa y legitimidad epistémica. En este sentido, conviene precisar que un modelo de desarrollo no constituye

Ceres. Revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible
ISSN: 3101-4895 / Vigo, Provincia de Pontevedra – España

simplemente un conjunto de políticas económicas o un programa de gobierno: es, antes que nada, un marco filosófico desde el cual se organiza la percepción de la realidad social, se jerarquizan los problemas colectivos y se orientan tanto los discursos como las prácticas de transformación de la realidad.

Así lo sugiere Barahona (2018) cuando señala que los diferentes modelos de desarrollo implementados como directrices económicas y como derecho humano orientan la dinámica universal de los pueblos hacia un "necesario ideal" de progreso, que encierra una concepción epistémica específica sobre el lugar del ser humano en el mundo.

Desde esta perspectiva, el liberalismo y el marxismo —los dos grandes paradigmas del pensamiento moderno occidental— no son simples corrientes doctrinales: son matrices filosóficas completas, portadoras de un modo de conocer, un modo de valorar y, por extensión, un modo de gobernar el mundo natural y cultural.

En la lógica de Russell (2002), ambos modelos comparten, sin embargo, una premisa profunda que los hermana más de lo que los separa: la convicción de que el progreso histórico de la humanidad depende de la resolución de sus contradicciones socioeconómicas mediante la acción racional sobre el mundo material, lo que los inscribe, pese a sus divergencias, dentro del horizonte antropocéntrico de la modernidad materialista y racionalista.

La distinción entre modelos de desarrollo no reside únicamente en sus propuestas distributivas o en sus diagnósticos sobre la pobreza y la desigualdad, sino en la ideología que los articula interiormente y que estructura la relación entre el sujeto cognoscente y la realidad que pretende transformar.

Ceres. Revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible
ISSN: 3101-4895 / Vigo, Provincia de Pontevedra – España

El liberalismo, cimentado sobre la preeminencia del individuo, la libertad de mercado y la acumulación como motor del bienestar, reproduce una epistemología positivista que naturaliza el orden capitalista, como destino racional de la historia; el marxismo, por su parte, ofrece una crítica radical a ese orden desde el materialismo histórico, pero —como señala Marx (1975)— también parte de una vocación universalista y antropocéntrica que sitúa en el trabajo humano el eje articulador de la historia y el fundamento de toda riqueza.

Para quien suscribe este artículo de investigación, ambos proyectos filosófico-políticos, a pesar de sus profundas diferencias, coinciden en reproducir ideologías totalizantes —una individualista, la otra colectivista— que presuponen la centralidad ontológica de la humanidad sobre la naturaleza. Sería precisamente la crisis de este horizonte compartido la que, desde la segunda mitad del siglo XX, abriría paso a nuevas sensibilidades epistemológicas, para orientar el desarrollo civilizacional de la humanidad en su conjunto.

Gudynas y Carpio (2024) documentan cómo las diferentes concepciones del desarrollo sostenible descansan sobre modos de reconocer y asignar valores, siendo la perspectiva dominante todavía antropocéntrica —en tanto opera como una condicionalidad que subordina los imperativos ecológicos y es funcional al crecimiento económico—, mientras que las alternativas andino-amazónicas responden a una postura biocéntrica que reconoce valores intrínsecos en la naturaleza, más allá de cualquier variedad del desarrollo conocido hasta hoy.

Esta tensión entre antropocentrismo y biocentrismo no es únicamente ecológica: es, en su esencia, una disputa epistemológica sobre quién o qué merece ser considerado sujeto de derechos y de valor moral, en el marco de los modelos de organización sociopolítica de la actualidad.

El objetivo central de esta investigación consiste en interpretar los significados epistémicos y políticos de los modelos de desarrollo históricamente existentes, desde las matrices filosóficas de la modernidad liberal y marxista hasta el paradigma emergente del desarrollo sostenible, en sus vertientes antropocéntrica y biocéntrica. Para ello, se asume que el conocimiento sobre el desarrollo no es ideológicamente neutral, sino que —como advirtiera Habermas (2001)— toda producción epistémica está atravesada por intereses que condicionan su orientación, ya sea técnica, práctica o emancipatoria, lo que torna insoslayable la pregunta por el tipo de subjetividad y de mundo que cada modelo de desarrollo intenta producir y reproducir, en un tiempo y espacio particular.

Esta premisa abre dos interrogantes filosóficos que guían el desarrollo del presente artículo:

- ¿En qué medida los paradigmas epistemológicos del liberalismo y el marxismo han condicionado históricamente los discursos y prácticas del desarrollo, y en qué consisten sus diferencias y convergencias como proyectos de organización sociopolítica de la humanidad?

- ¿Supone el desarrollo sostenible, en particular en su vertiente biocéntrica y post-antropocéntrica, una ruptura genuina con los fundamentos epistemológicos de la modernidad, o constituye tan solo una reconfiguración discursiva de los mismos presupuestos filosófico-políticos que subyacen al capitalismo liberal y a sus críticos?

Responder a estas preguntas no solo tiene relevancia teórica, y es que en un momento en que la crisis civilizatoria exige repensar los fundamentos del orden global, estas cuestiones adquieren una urgencia política y ética de primer orden, pues Cummings et al. (2023) han demostrado que la injusticia epistémica —es decir, el tratamiento inequitativo en las prácticas relacionadas con el

conocimiento— es uno de los obstáculos más profundos para alcanzar un desarrollo genuinamente sostenible, avanzado el siglo XXI.

A fin de dar respuesta sistemática a las preguntas formuladas, el presente artículo se organiza en seis secciones posteriores a esta introducción. En la primera, se expone el marco teórico que sostiene la investigación, el cual articula las tradiciones de la filosofía crítica, la epistemología del desarrollo y la ecología política para establecer las categorías de análisis pertinentes.

La segunda sección describe la metodología adoptada, que sigue el enfoque hermenéutico-interpretativo propio de las ciencias sociales, en cuanto permite acceder a los significados profundos de los textos, discursos y prácticas asociados a cada modelo de desarrollo.

Por su parte, la tercera sección presenta el análisis y discusión de hallazgos, organizada en dos subtítulos que responden respectivamente a las dos preguntas filosóficas formuladas como objeto de investigación: el primero aborda las convergencias y divergencias epistemológicas entre el liberalismo y el marxismo, como modelos de desarrollo modernos; el segundo examina si el desarrollo sostenible, en su dimensión biocéntrica y post-antropocéntrica, constituye un quiebre epistemológico real o una continuidad encubierta.

Finalmente, el artículo termina con las conclusiones y recomendaciones del caso, orientadas tanto a la comunidad académica como a los decisores de políticas públicas que enfrentan el reto de construir modelos de desarrollo capaces de superar, las limitaciones que la historia de las ideas ha venido acumulando desde los albores de la modernidad.

Ceres. Revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible
ISSN: 3101-4895 / Vigo, Provincia de Pontevedra – España

1. Marco teórico

1.1. Fundamentos epistemológicos del modelo liberal de desarrollo

El modelo liberal de desarrollo no constituye, en su origen, una simple teoría económica, significa la expresión histórica de una ontología específica sobre el sujeto, el conocimiento y la organización social. En palabras de Pils y Schoenegger (2021), su núcleo filosófico reside en lo que la tradición ha denominado metafísica nominalista, esto es, la convicción de que la razón humana no puede alcanzar conocimiento esencial del mundo, sino únicamente registrar sus regularidades procedimentales; de allí que el mercado sea concebido, desde la economía política clásica, hasta el neoliberalismo contemporáneo, como una esfera autorregulada cuyas leyes internas son cognoscibles, pero no susceptibles de modificación racional por voluntad colectiva.

Esta premisa epistemológica tiene una consecuencia política de hondo alcance: si el conocimiento es inevitablemente fragmentado y disperso entre los individuos —como argumentó Hayekal (1945)— no se puede distinguir entre conocimiento explícito y tácito, entonces ninguna planificación central podrá superar la eficiencia del mecanismo de precios como dispositivo coordinador de las decisiones económicas.

En este orden de ideas, Pils y Schoenegger (2021) han demostrado, desde el campo de la epistemología analítica, que este supuesto liberal sobre la dispersión irreductible del conocimiento constituye un fundamento epistemológico compartido incluso con corrientes teóricas que le son ideológicamente antagónicas, lo que revela hasta qué punto las premisas gnoseológicas del liberalismo han permeado el pensamiento social moderno mucho más allá de sus fronteras doctrinales.

Asimismo, la epistemología del liberalismo económico reposa sobre el modelo empirista-inductivo de las ciencias naturales que se instala con la Ilustración: es el mismo giro racionalista que, en "La Riqueza de las Naciones ", llevó a Smith (2000) a postular "leyes universales" del comportamiento humano basadas en el interés propio y la división del trabajo como fundamentos naturales del orden económico. Que este edificio epistemológico resulte funcional a una ideología individualista no es casual: la prioridad cognitiva del sujeto autónomo precede y legitima la prioridad normativa del individuo sobre el colectivo, convirtiendo el mercado no solo en un mecanismo de asignación de recursos, sino en el principal "árbitro metafísico" de la verdad social.

1.2. Epistemología del modelo socialista-marxista de desarrollo

Tal como argumenta Lander (2008), frente a la fragmentación individualista del conocimiento que caracteriza al liberalismo, el marxismo construyó un modelo epistémico anclado en la praxis colectiva y en la comprensión dialéctica de la realidad histórica. La piedra angular de esta propuesta es el materialismo histórico: la tesis de que el conocimiento no emerge de una razón abstracta flotando sobre los conflictos sociales, sino de la actividad transformadora de los sujetos sobre la naturaleza y sobre las relaciones de producción que organizan su existencia material.

Esta concepción convierte la epistemología en un ejercicio irremediablemente político, pues el acceso al conocimiento no es neutral: está condicionado por la posición de clase del sujeto cognoscente, dentro de las relaciones de producción capitalistas.

Ye (2025) ha sintetizado con precisión estos principios al argumentar que la filosofía marxista de la praxis trasciende las limitaciones del dualismo cartesiano-kantiano que separa el pensamiento de la materia, situando el

conocimiento dentro de un proceso históricamente contingente y socialmente enraizado que apunta, en última instancia, a la emancipación colectiva.

> Within Western society, idealist and positivist epistemology have dominated by pursuing universal abstract knowledge principles. Rationalist philosopher Descartes and transcendental idealist Kant separated knowledge from its real-world surroundings as they researched knowledge through abstract universal principles. Marxist philosophy brings a transformative view to epistemology because it basesknowledge study on historical materialism while arguing that social and economic contexts determine mental understanding. (Ye, 2025, p. 1)

En esta línea, Carchedi (2022) ha desarrollado, desde el campo de la epistemología marxista, una teoría del conocimiento que vincula la producción de saber con la lucha de clases cognitiva, argumentando que el conocimiento en el capitalismo digital no es solo un producto intelectual sino un campo de batalla cognitiva donde el capital busca subsumirse la racionalidad del trabajo en sus múltiples formas históricas.

En nuestro punto de vista, esta perspectiva impugna la neutralidad valorativa de cualquier modelo de desarrollo, que se pretenda como una expresión simplemente técnica, y es que, tanto el desarrollismo socialdemócrata como las variantes del socialismo real heredaron del marxismo una epistemología productivista —orientada a la conquista racional de la naturaleza como fundamento del progreso— que, pese a su antagonismo con el liberalismo en el plano distributivo, compartía con este el mismo horizonte antropocéntrico como marco de referencia último para juzgar el éxito o el fracaso del desarrollo.

1.3. Bases epistemológicas del desarrollo sostenible

El surgimiento del paradigma del desarrollo sostenible, formalizado en el Informe Brundtland de 1987 (Naciones Unidas, 1987), supone el primer intento

sistemático de articular las dimensiones económica, social y ambiental del desarrollo dentro de un horizonte temporal intergeneracional. Sin embargo, esta articulación no fue acompañada, en sus versiones dominantes, por una ruptura epistemológica respecto a las tradiciones que pretendía superar.

Así, la tesis de que era posible «satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras» para satisfacer las suyas propias continuó descansando sobre una racionalidad instrumental antropocéntrica, en la que la naturaleza mantenía el estatus de recurso valorable, únicamente, en función de su utilidad para el ser humano.

Fue precisamente esta condicionalidad la que motivó el desarrollo de epistemologías alternativas que desplazarán el centro gravitacional del pensamiento sobre el desarrollo. Waldmüller et al. (2022) demostraron que los Objetivos de Desarrollo Sostenible perpetúan una infraestructura epistémica estrecha al privilegiar métricas oficiales que son incapaces de capturar las aspiraciones y principios de las epistemologías indígenas relacionales, para quienes la sostenibilidad no es una propiedad del desarrollo económico sino un modo de ser en relación con el mundo no humano.

En paralelo, Malo et al. (2024), propusieron una convergencia epistémica entre el Sumak Kawsay andino y la epistemología de la complejidad, orientada a trascender la dicotomía naturaleza-sociedad que ha estructurado tanto el pensamiento liberal como el marxista sobre el desarrollo. Esta propuesta articula una epistemología genuinamente post-antropocéntrica. Aquí, la naturaleza deja de ser objeto de gestión racional para convertirse en sujeto de derechos, comunidad de vida y condición de posibilidad de toda existencia humana, lo que implica una reorganización radical de las categorías desde las cuales se definen los problemas del desarrollo y sus posibles soluciones. Más específicamente:

> Yet, Sumak Kawsay is not unique — several indigenous and alternative cosmovisions imply and claim a rupture with capitalism. However, what makes it particularly different (along with the Bolivian Sumak Qamana) is that both have been included in their national constitutions. Furthermore, in addition to being an ancestral indigenous cosmovision, Sumak Kawsay is a political conception that has reached legislative and public policy dimensions. This is why we can claim that Sumak Kawsay, from its indigenous roots and political implications, offers an alternative to the dichotomy of nature/society. (Malo et al., 2024, p. 2)

La revisión de los estudios precedentes permite trazar una cartografía epistémica de los modelos de desarrollo que no se reduce a su dimensión económica o política, sino que pone en evidencia la profundidad de sus diferencias y convergencias filosóficas. El liberalismo y el marxismo, aunque radicalmente opuestos en sus diagnósticos sobre la organización de la producción y la distribución de la riqueza, coinciden en el plano epistemológico en su adscripción a una modernidad racionalista, empirista y antropocéntrica que subordina la naturaleza a los fines del progreso humano; sus divergencias se expresan más en el nivel de quién es el sujeto legítimo del conocimiento y del desarrollo —el individuo o la clase— que en una diferencia sustantiva respecto al estatuto ontológico de la naturaleza.

El desarrollo sostenible, en sus vertientes dominantes, heredó este sesgo y, por lo tanto, operó más como reconfiguración discursiva que como ruptura paradigmática, incorporando la variable ambiental sin cuestionar los fundamentos racionalistas e instrumentales del modelo de acumulación capitalista (Naciones Unidas, 1987).

Sin embargo, la emergencia de epistemologías biocéntricas y post-antropocéntricas —ancladas en la cosmovisión indígena, andino-amazónicas, en la complejidad sistémica y en los nuevos marcos de derechos de la naturaleza—

abre la posibilidad de una transformación epistemológica genuina, que afecta no solo a las políticas de desarrollo, sino a las categorías más fundamentales desde las cuales las ciencias sociales han pensado la relación entre saber, poder y naturaleza (Malo et al., 2024).

Esta síntesis no pretende disolver las tensiones dialécticas entre estos paradigmas: ellas son constitutivas del debate y productivas en términos heurísticos. Lo que sí pone de manifiesto, es que ningún proyecto serio de desarrollo sostenible puede prescindir de la pregunta por sus propios fundamentos epistemológicos ¿qué saberes?, pues es allí, en esa dimensión frecuentemente invisibilizada, donde se deciden en última instancia sus posibilidades emancipatorias o sus limitaciones reproductoras del orden existente.

2. Metodología

La hermenéutica filosófica no nació como un método entre otros, sino como una comprensión radical del modo en que los seres humanos se relacionan con el sentido. Gadamer (2004), en su obra fundacional “Verdad y Método”, sostuvo que la tarea de la hermenéutica no consiste en aplicar procedimientos técnicos para descifrar textos, sino en hacer explícita la estructura ontológica de la comprensión que siempre ya opera cuando un lector se aproxima a un texto, una tradición o un fenómeno histórico.

En consecuencia, lo que Gadamer (2004) denominó “fusión de horizontes” implica que comprender no es reproducir el significado original de un texto, sino producir un nuevo significado que resulta del encuentro entre el horizonte del intérprete —su lengua, su época, sus prejuicios legítimos— y el horizonte del

texto mismo; de allí que toda interpretación sea, irreductiblemente, una forma de apropiación creativa y no de reproducción fiel de un texto.

Ricoeur (2008) profundizó esta perspectiva al argumentar que la hermenéutica es la teoría de las operaciones de comprensión, en su relación con la interpretación de textos, ampliando el concepto de "texto" más allá del escrito estricto para incluir la acción humana, el discurso político y las prácticas sociales como objetos legítimos de interpretación.

Aplicada al objeto de la presente investigación, la hermenéutica permitió abordar los modelos de desarrollo —el liberalismo, el marxismo y el desarrollo sostenible— no como sistemas ideológicos cerrados y exhaustivamente definidos, sino como tradiciones vivas de sentido que incorporan tensiones internas, contradicciones históricas y posibilidades no actualizadas. En consecuencia, el análisis no buscó confirmar hipótesis previas, sino ampliar comprensivamente los significados epistémicos y políticos que estos modelos han producido y siguen produciendo en el debate filosófico contemporáneo.

Por su parte, Beuchot (2015) han precisado que la fenomenología hermenéutica, al articular los principios del "ser-en-el-mundo", la temporalidad y el círculo hermenéutico, constituye un marco operativo concreto que dota de rigor interpretativo a la investigación cualitativa al potenciar el movimiento iterativo entre la pre-comprensión del investigador, y los horizontes de sentido que abre el texto, principio metodológico que se adoptó sistemáticamente en las diferentes etapas de este estudio.

2.1. Criterios de selección documental

El rigor metodológico de una investigación hermenéutica depende, en medida decisiva, de la calidad epistemológica de las fuentes sobre las cuales se

construye la interpretación; por ello, la selección documental no fue un paso auxiliar sino una decisión filosófica con consecuencias directas sobre la validez y la profundidad del análisis.

Para garantizar esa calidad, se adoptaron criterios de inclusión explícitos y jerarquizados: se privilegiaron artículos científicos originales publicados en revistas indexadas en Web of Science (WOS) y Scopus —las dos bases de datos de mayor exigencia editorial y cobertura internacional reconocidas en la comunidad científica global —, así como libros clásicos de probada influencia en la tradición filosófica, política y económica, y documentos emanados de organismos internacionales, cuya autoridad institucional les confiere legitimidad como fuentes primarias para el análisis de las políticas globales de desarrollo.

Se otorgó prioridad sistemática a las publicaciones de acceso abierto del último lustro (2021-2026), con el fin de incorporar los debates más actuales sobre los fundamentos epistemológicos de los modelos de desarrollo, sin excluir los textos clásicos cuya relevancia trasciende la contingencia temporal. En consonancia con lo que la American Educational Research Association (2025) denomina el proceso de "evaluación y calibración de corpus" para revisiones cualitativas rigurosas —un proceso que exige definir con precisión los criterios de inclusión, los operadores de búsqueda y los umbrales de relevancia temática antes de proceder a la lectura analítica—, se excluyeron deliberadamente la literatura gris, los documentos sin revisión por pares, los materiales de opinión sin respaldo empírico o teórico verificable, y las fuentes secundarias que reproducen interpretaciones sin acceso a las fuentes originales.

Conviene aclarar que, esta decisión metodológica no es puramente instrumental: responde a un principio hermenéutico de fondo según el cual solo textos de comprobada profundidad filosófica (Gadamer, 2004), son capaces de

sostener el peso interpretativo que exige una investigación sólida. sobre los fundamentos epistemológicos de los grandes paradigmas del pensamiento sobre el desarrollo.

2.2. Etapas de la investigación

El proceso de investigación se articuló en cuatro etapas diferenciadas que, aunque se presentan de manera secuencial, estuvieron conectadas por la lógica circular propia del método hermenéutico (Gadamer, 2004; Beuchot, 2015; Ricoeur, 2008): cada etapa informó retrospectivamente a las anteriores y abrió nuevas preguntas hacia las siguientes, en un movimiento que reproduce la estructura del círculo hermenéutico gadameriano, según el cual la comprensión avanza del todo a las partes y de las partes al todo en espirales sucesivas de sentido.

- La primera etapa fue de carácter preparatorio y consistió en la delimitación del problema, la formulación del objetivo y las preguntas de investigación, así como en la explicitación de los horizontes previos del investigador —los denominados por Gadamer (2004) Vorurteile o prejuicios legítimos— que operan inevitablemente como condición de posibilidad de toda comprensión.

- La segunda etapa correspondió a la búsqueda, selección y lectura sistemática del corpus documental, aplicando los criterios de inclusión y exclusión descritos anteriormente. En esta fase se recurrió a las bases de datos WOS, Scopus, SciELO y repositorios institucionales de acceso abierto, empleando descriptores temáticos en español e inglés combinados con operadores booleanos.

- La tercera etapa, de carácter nuclear, fue la interpretación hermenéutica propiamente dicha: el análisis de los textos seleccionados mediante la técnica del círculo hermenéutico, que alternó entre lecturas globales de cada fuente y

lecturas analíticas de sus fragmentos más significativos, identificando categorías interpretativas emergentes, tensiones conceptuales y convergencias de sentido entre los distintos paradigmas del desarrollo.

A lo largo de esta etapa se aplicó, siguiendo a Ricoeur (2008), la dialéctica entre explicación y comprensión: primero se describió estructuralmente el contenido de los textos y luego se procedió a su apropiación interpretativa, en el horizonte del problema investigado.

- La cuarta y última etapa consistió en la síntesis y redacción final, en la que los hallazgos interpretativos fueron organizados en respuesta a las preguntas formuladas, procurando que el texto resultante no fuera una mera suma de los textos analizados, sino una nueva comprensión —genuinamente propia— de los significados epistemológicos y políticos de los modelos de desarrollo históricamente existentes, tal como propone la fenomenología hermenéutica, como práctica metodológica operativa.

3. Análisis y discusión de los hallazgos

3.1. Del liberalismo al marxismo: fundamentos epistemológicos, discursos del desarrollo y proyectos de organización sociopolítica de la humanidad

En la lógica de Bobbio (2008), afirmar que los paradigmas epistemológicos del liberalismo y el marxismo han condicionado históricamente los discursos y prácticas del desarrollo, no es una hipótesis que requiera demostración exhaustiva, basta con observar que toda política de desarrollo implementada durante los últimos dos siglos —desde el laissez-faire decimonónico hasta el socialismo real del siglo XX— ha operado dentro de uno de estos dos marcos de inteligibilidad, o en la tensión entre ambos.

Lo que sí requiere análisis más cuidadoso es el mecanismo preciso de ese condicionamiento, pues no se trata de una influencia directa y lineal de la filosofía sobre la política, sino de la inscripción de ciertos supuestos epistemológicos —sobre la naturaleza del sujeto, del conocimiento y de la historia— en las instituciones, en los lenguajes técnicos y en los criterios de evaluación, que determinan qué cuenta como "desarrollo exitoso" y qué no.

En este orden de ideas, el liberalismo condicionó el discurso del desarrollo al instalar la racionalidad instrumental del mercado como árbitro supremo del bienestar; en consecuencia, su epistemología empirista y su ontología individualista convirtieron el crecimiento del producto, la acumulación de capital y la eficiencia de la asignación de recursos, en los indicadores privilegiados del progreso, silenciando sistemáticamente las formas de vida y de organización colectiva que no se ajustaban a esa métrica (Bobbio, 1989).

El marxismo, por su parte, condicionó el discurso del desarrollo desde el reverso: denunció la neutralidad aparente de esa epistemología liberal como ideología de clase y propuso su sustitución por una comprensión dialéctica de la historia, fundada en las contradicciones del modo de producción capitalista (Mazower, 2020).

En este sentido, Vargas y Pulgar (2021) han demostrado con rigor que la actualidad epistemológica de la crítica marxista de la economía política reside, precisamente, en su capacidad de revelar la dominación social moderna como una relación lógico-conceptual inscrita en la forma-valor del capital, lo que hace del método de Marx no solo un instrumento analítico sino una herramienta filosófica, para pensar las condiciones de posibilidad de un desarrollo genuinamente emancipatorio. Para estos autores:

> …una teoría de la dominación social en Marx critica del capitalismo y de la modernidad debe necesariamente, superar el concepto de ciencia y método tradicionales del marxismo clásico («ideológico»; del «movimiento obrero») y, reinterpretar el uso de la abstracción en Marx y, por tanto, el método de la crítica de la economía política, como algo no separado de su objeto de la formación social [Gesellschaftsformation] en el capitalismo y la modernidad. (Vargas & Pulgar, 2021, pp. 113-114)

Para quien suscribe estas reflexiones, ambos paradigmas, sin embargo, pusieron en marcha proyectos de organización sociopolítica que, pese a sus diferencias radicales en el plano normativo, compartieron el supuesto de que la razón humana es capaz de diseñar y gestionar el orden social con arreglo a fines universalmente válidos. El liberalismo lo pensó a través del mercado y el derecho; el marxismo, a través de la planificación central de la economía y la lucha de clases sociales (Marx, 1975). Esa confianza compartida en la razón instrumental como motor de la historia es, a la vez, su mayor herencia y su mayor límite ontológico.

Tabla 1. Liberalismo y marxismo: diferencias y convergencias como proyectos epistemológicos y sociopolíticos.

Dimensión de análisis	Liberalismo	Marxismo	Convergencia
Fundamento epistemológico.	Empirismo-racionalismo; el conocimiento se construye desde la experiencia individual y las leyes del mercado.	Materialismo histórico-dialéctico; el conocimiento es producto de la praxis colectiva en condiciones históricas determinadas.	Ambos reivindican la razón como instrumento privilegiado de comprensión y transformación del mundo.
Ontología del sujeto.	Individuo autónomo, prepolítico, portador de derechos naturales inalienables.	Sujeto constituido por relaciones sociales de producción; por lo tanto, la clase es la categoría ontológica central.	Ambos asumen un sujeto humano racional capaz de transformar conscientemente su realidad.

Ceres. Revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible
ISSN: 3101-4895 / Vigo, Provincia de Pontevedra – España

Dimensión de análisis	Liberalismo	Marxismo	Convergencia
Concepción de la historia.	Progreso lineal e incremental mediante la expansión del mercado y el ejercicio de las libertades individuales.	Desarrollo dialéctico atravesado por la lucha de clases como motor del cambio histórico.	Ambos suscriben una filosofía de la historia teleológica, orientada al progreso y la emancipación humana.
Relación con la naturaleza.	Recurso disponible para la producción y el crecimiento económico.	Metabolismo entre humanidad y naturaleza mediado por el trabajo; crítica de la ruptura metabólica capitalista.	Ambos son esencialmente antropocéntricos: la naturaleza es condición del desarrollo humano, no sujeto de derechos.
Modelo de Estado.	Estado mínimo garante de derechos individuales y contratos; separación clara y necesaria entre lo público y lo privado.	Estado como instrumento de dominación de clase; en transición, Estado obrero que se extingue gradualmente.	Ambos reconocen el Estado como actor central en la organización política, aunque difieren en su naturaleza y función.
Principio distributivo.	Igualdad formal de oportunidades; el mercado como mecanismo eficiente de distribución.	Igualdad material; distribución según las necesidades y contribuciones de cada quien; abolición de la propiedad privada.	Ambos postulan principios universales de justicia, aunque con fundamentos y alcances radicalmente distintos.
Ideología del desarrollo.	Individualista; el bienestar colectivo como suma de bienestar individuales; capitalismo como orden natural.	Colectivista; el desarrollo es liberación de la clase trabajadora y superación de la alienación. Plantea el socialismo como horizonte civilizacional.	Ambos conciben el desarrollo como proyecto civilizatorio de alcance universal, orientado a la resolución de las contradicciones socioeconómicas existentes en un tiempo y espacio determinado por su historia.
Relación con la democracia.	Democracia liberal representativa como forma política	Democracia formal burguesa como encubrimiento de la	Ambos invocan la legitimidad popular, aunque con

Ceres. Revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible
ISSN: 3101-4895 / Vigo, Provincia de Pontevedra – España

Dimensión de análisis	Liberalismo	Marxismo	Convergencia
	legítima y expresión de la libertad individual.	dominación de clase; por lo tanto, aspiración a una democracia sustantiva y directa.	concepciones radicalmente distintas de lo que constituye la participación política real en el manejo de la cosa pública.

Fuentes: elaboración propia con base a la revisión hermenéutica de Bobbio (1989), Marx (1975), Mazower (2020) y Ye (2025).

Lo primero que salta a la vista al examinar la tabla comparativa 1 es que las diferencias entre liberalismo y marxismo son más profundas en el plano normativo y distributivo que en el epistemológico y ontológico. Mientras que sus concepciones del sujeto, del Estado y del principio distributivo son irreductiblemente antagónicas, sus fundamentos filosóficos más profundos —la fe en la razón, el horizonte antropocéntrico, la teleología del progreso— revelan una parentela estructural que ninguno de los dos paradigmas ha estado dispuesto a reconocer plenamente.

Esta parentela no es accidental, ambos son hijos de la Ilustración y herederos de la misma convicción moderna de que la humanidad puede y debe dominar racionalmente su destino histórico, lo que los inscribe en el mismo horizonte civilizatorio que hoy muestra señales claras de agotamiento (Russell, 2002). Lo segundo que el cuadro revela es que la categoría donde la diferencia es más filosóficamente sustantiva es, paradójicamente, la menos visible en el debate político convencional: la relación con la naturaleza.

El liberalismo trata la naturaleza como insumo del mercado; el marxismo, al menos en su vertiente ecológica más reciente, la reconoce como parte del metabolismo social roto por el capital (Cummings et al., 2023). Sin embargo, ni uno ni otro —en sus versiones históricamente dominantes— ha llegado a

reconocerle a la naturaleza una subjetividad o un valor intrínseco independiente del proyecto humano; en ese sentido, la tercera columna de la tabla —las convergencias— es la más reveladora: dibuja el contorno de una modernidad compartida cuya crisis es la que ha dado origen al paradigma del desarrollo sostenible y, más radicalmente, a las epistemologías biocéntricas que cuestionan sus fundamentos.

Lizárraga (2026) ha señalado que el diálogo entre marxismo e igualitarismo liberal no puede ignorar los límites normativos que ambas tradiciones arrastran desde sus orígenes. El marxismo necesita anclar sus convicciones igualitarias en una ética normativa más sólida que la certeza científica sobre el destino histórico, mientras que el liberalismo necesita reconocer que la igualdad formal sin transformación de las condiciones materiales es una promesa vacía.

Esta mutua impugnación, que no cancela, sino que enriquece el debate, sugiere que el camino más fértil no es elegir entre uno u otro modelo, sino interrogar críticamente los supuestos que ambos comparten: la racionalidad instrumental, el antropocentrismo y la teleología del progreso como claves de bóveda de un edificio filosófico que la crisis ecológica y civilizatoria del siglo XXI ha puesto, irreversiblemente, en cuestión.

3.2. ¿Ruptura o continuidad? El desarrollo sostenible biocéntrico y los límites epistemológicos de la modernidad

Responder con honestidad a si el desarrollo sostenible constituye una ruptura genuina con los fundamentos epistemológicos de la modernidad, o una reconfiguración de sus presupuestos exige distinguir entre dos cosas que con frecuencia se confunden en el debate académico. En principio, el paradigma oficial del desarrollo sostenible (Asamblea General de las Naciones Unidas,

2015) —el que habita los documentos institucionales, los marcos de gobernanza global y los indicadores de los ODS— y las propuestas biocéntricas y post-antropocéntricas que han emergido, sobre todo desde el Sur global, como alternativas que cuestionan esa institucionalización.

El primero no constituye ruptura alguna: el Informe Brundtland (1987) (Naciones Unidas, 1987) y la arquitectura de la sostenibilidad mainstream mantuvieron intacta la premisa liberal de que el crecimiento económico es compatible con la protección ambiental, limitándose a añadir una condicionalidad ecológica que en la práctica ha resultado subordinada al imperativo de la acumulación, tal como sostiene Bhandari (2026).

Autores como Mejia et al. (2021) han argumentado con claridad al señalar que el discurso hegemónico del desarrollo sostenible, opera como una prolongación del proyecto civilizatorio occidental, esto aunque moderniza su vocabulario para incorporar la crisis ambiental, pero no toca los fundamentos ontológicos que la produjeron —el dualismo naturaleza-cultura, el antropocentrismo instrumental y la fe en la razón técnica como salvación— reproduciendo así, bajo lenguaje verde, la misma lógica de dominación que el capitalismo liberal y el marxismo productivista comparten como herencia ilustrada.

La segunda dimensión —el biocentrismo post-antropocéntrico del Sumak Kawsay, los derechos de la naturaleza (Asamblea Nacional Constituyente, 2008), la ecología política radical— sí contiene los elementos de una ruptura epistemológica genuina, aunque aún inacabada y permanentemente amenazada de cooptación. En este discurso se propone que la naturaleza no es un recurso sino un sujeto, que el conocimiento no pertenece a un solo paradigma cultural, y

que el bienestar no puede medirse con las categorías que la modernidad occidental-céntrica ha naturalizado como universales.

En este orden de ideas, Barahona (2018), en un estudio de hermenéutica jurídica, ha confirmado que el Buen Vivir no solo es un marco filosófico sino una propuesta práctica articulada en torno a dimensiones sociales, económicas y ambientales que funcionan como complementarias e interdependientes —no como variables en tensión a gestionar—, lo que lo distingue estructuralmente del desarrollo sostenible convencional al plantear una alternativa más allá de cualquier variedad de desarrollo conocida hasta hoy.

La pregunta, por tanto, tiene una respuesta doble e incómoda: el desarrollo sostenible dominante es una suerte continuidad con disfraz; el biocentrismo post-antropocéntrico, significa, por su parte, el intento más serio de ruptura que el pensamiento dominante hasta ahora sobre el desarrollo, producido en lo que va del siglo XXI.

Tabla 2. Desarrollo sostenible biocéntrico versus límites epistemológicos de la modernidad para formular modelos de desarrollo alternativos.

Categoría epistémica	Modernidad (liberal y marxista)	Desarrollo sostenible biocéntrico / post-antropocéntrico
Estatuto ontológico de la naturaleza.	Objeto de uso, recurso disponible para el proyecto humano (liberal: insumo de mercado; marxista: metabolismo que el trabajo humaniza).	Sujeto de derechos, comunidad de la vida con valor intrínseco, independiente de la utilidad humana.
Sujeto del conocimiento.	Individuo racional (liberal) o clase social (marxista); en ambos casos, sujeto humano occidental se postula como árbitro del saber/poder.	Comunidades plurales de conocimiento; los saberes indígenas, locales y ancestrales tienen autoridad epistémica propia, no derivada del paradigma científico occidental.
Fundamento epistemológico.	Empirismo-racionalismo positivista (liberal) o materialismo histórico dialéctico (marxista); ambos adscriben a una racionalidad instrumental secularizada.	Epistemologías relacionales, sistémicas e interculturales; así, el conocimiento surge del vínculo con el territorio, la comunidad y los ciclos vitales de la biosfera.

Categoría epistémica	Modernidad (liberal y marxista)	Desarrollo sostenible biocéntrico / post-antropocéntrico
Concepción del desarrollo.	Progreso lineal y acumulativo; el desarrollo es la superación de la escasez, mediante la expansión de la producción y el consumo masivo.	Bienestar relacional y comunitario; el desarrollo es armonía entre seres humanos, naturaleza y comunidad espiritual-cultural; no acumulación sino suficiencia.
Relación tiempo-historia.	Teleología del progreso: la historia tiene un destino racional hacia el que la humanidad avanza (liberalismo: mercado libre; marxismo: comunismo).	Temporalidad cíclica y comunal; el pasado ancestral y el futuro de la vida no humana son igualmente constitutivos del horizonte ético-político.
Criterio de bienestar.	PIB, productividad, crecimiento económico, satisfacción de preferencias individuales (liberal) o superación de la alienación y la explotación (marxista).	*Sumak Kawsay*: vida plena en comunidad; bienestar como reciprocidad, cuidado, pertenencia territorial y respeto a los ciclos de la vida.
Modelo de gobernanza.	Estado liberal de derecho (liberal) o Estado de transición socialista (marxista); en ambos, la institucionalidad político-jurídica es esencialmente antropocéntrica.	Gobernanza plurinacional e intercultural; los derechos de la naturaleza como categoría jurídica autónoma; comunidades indígenas como sujetos políticos co-constituyentes.
Límite epistemológico principal.	Antropocentrismo estructural: la naturaleza carece de subjetividad y de valor fuera del proyecto humano.	Tensión entre su potencial decolonial y el riesgo de cooptación institucional que vacía el concepto de su contenido transformador, al incorporarlo en marcos de gobernanza liberal sin cambiar sus fundamentos epistemológicos e ideológicos.

Nota metodológica: La siguiente tabla fue elaborada mediante un análisis hermenéutico comparado de fuentes filosóficas, sociológicas y de ecología política seleccionadas en esta investigación. Su propósito no es ofrecer una síntesis exhaustiva, sino identificar las categorías epistémicas que permiten distinguir, con rigor conceptual, entre los fundamentos del desarrollo sostenible biocéntrico y los límites epistemológicos que la modernidad —en sus versiones liberal y marxista— ha impuesto históricamente a los modelos de desarrollo. Las categorías de análisis se seleccionaron con criterio hermenéutico: priorizan las dimensiones donde la distancia epistémica es más reveladora filosóficamente.
Fuentes: Asamblea General de las Naciones Unidas (2015), Asamblea Nacional Constituyente (2008), Naciones Unidas (1987) y Barahona (2018).

Lo que la tabla 2 pone en evidencia con mayor contundencia no es la distancia entre el biocentrismo y el liberalismo —que es evidente—, sino la que existe entre el biocentrismo y el marxismo, pues es allí donde la ruptura

epistemológica resulta más filosóficamente significativa y menos anticipada por los estudios clásicos. El marxismo construyó una de las críticas más potentes a la ideología liberal del desarrollo, pero no logró escapar del dualismo naturaleza-sociedad que es el cimiento ontológico compartido de toda la modernidad occidental (Carchedi, 2022). Para Marx (1975), la naturaleza es el "cuerpo inorgánico del hombre", aquello que el trabajo humaniza y transforma en riqueza social.

El biocentrismo post-antropocéntrico niega precisamente esa premisa: la naturaleza no necesita ser humanizada para tener valor, y el conocimiento sobre ella no puede reducirse a lo que la ciencia occidental es capaz de formalizar. Barahona (2018) ha argumentado, que el Buen Vivir ofrece una herramienta epistémica de avanzada precisamente porque abre horizontes de conocimiento en plural, permitiendo que la interpretación hermenéutica de los fenómenos socioambientales se nutra de visiones que no responden a la lógica del paradigma científico hegemónico ni a las categorías de la economía política clásica. Sin embargo, la última fila de la tabla apunta al límite más serio del biocentrismo como proyecto político: el riesgo de cooptación.

Cummings et al. (2023) han advertido con precisión que las versiones del desarrollo sostenible que incorporan retóricamente el lenguaje biocéntrico —los "derechos de la naturaleza" como cláusula constitucional dentro de un Estado que simultáneamente promueve el extractivismo— representan más una apropiación discursiva que una transformación epistémica real.

Este es el nudo gordiano que el pensamiento sobre el desarrollo no ha resuelto: la ruptura epistemológica que el biocentrismo post-antropocéntrico propone solo puede ser genuina si va acompañada de una transformación institucional y política, que modifique las relaciones de poder que deciden qué

saberes cuentan como válidos, qué territorios merecen protección y qué comunidades tienen derecho a definir su propio horizonte de bienestar. Sin esa transformación, el biocentrismo corre el riesgo de convertirse en el nuevo disfraz filosófico de la misma modernidad que pretende superar.

Conclusión y recomendaciones

Una conclusión filosófica honesta no puede comenzar sin una declaración de posición: quien escribe no es un observador neutro que flota por encima de los paradigmas analizados, sino un intérprete históricamente situado cuyos propios horizontes —formativos, culturales, políticos— han operado como condición de posibilidad y, a la vez, como límite de la comprensión alcanzada. Gadamer (2004) tenía razón al insistir en que los prejuicios no son obstáculos para la comprensión sino su condición inaugural: negarlos no los elimina, solo los torna invisibles y, por tanto, más poderosos.

Dicho esto, el ejercicio hermenéutico desarrollado a lo largo de esta investigación me conduce a sostener, sin ocultar el sesgo que implica, que tanto el liberalismo como el marxismo —las dos grandes tradiciones filosófico-políticas de la modernidad occidental— comparten un defecto epistemológico profundo, que trasciende sus diferencias ideológicas: ambos son proyectos de dominación racional del mundo, no de pertenencia a él.

El liberalismo convirtió el mercado en el árbitro supremo de la verdad social y al individuo en su único sujeto legítimo, naturalizando la competencia como orden espontáneo de la historia y relegando la naturaleza al estatus de insumo del que el progreso humano se abastece sin horizonte de reciprocidad.

El marxismo, por su parte, ofreció una crítica radical a esa mistificación —y en ello reside su mérito filosófico más duradero—, pero no escapó del mismo

horizonte antropocéntrico y productivista: situó la emancipación humana en el control colectivo de los medios de producción, no en una relación fundamentalmente distinta con la naturaleza; de allí que el socialismo realmente existente haya reproducido, en muchos casos, la misma lógica extractivista del capitalismo al que pretendía superar.

Habermas (1996) nos advirtió que toda producción epistémica está atravesada por intereses constitutivos —técnicos, prácticos o emancipatorios— que condicionan silenciosamente la orientación del conocimiento; aplicada esta premisa a los modelos de desarrollo, la pregunta decisiva no es cuál produce más riqueza o igualdad, sino qué tipo de subjetividad —qué relación con el otro, con el tiempo, con la naturaleza— cada uno intenta instituir como normalidad histórica. Desde esa perspectiva, ni el liberalismo ni el marxismo clásico lograron imaginar un sujeto del desarrollo que no fuera, en su núcleo, un sujeto moderno, occidental y antropocéntrico en su dignidad inmanente.

Al calor del debate sobre los modelos de desarrollo, el desarrollo sostenible surgió como la posibilidad de una ruptura con ese horizonte compartido, pero su trayectoria histórica revela una paradoja que merece ser nombrada sin eufemismos: el paradigma que prometía reconciliar a la humanidad con sus límites planetarios fue capturado, muy pronto, por la misma racionalidad instrumental, que había producido la crisis que pretendía resolver.

La versión dominante del desarrollo sostenible —aquella que permea los documentos oficiales desde el Informe Brundtland (1987) (Naciones Unidas, 1987) hasta los Objetivos de Desarrollo Sostenible de 2015 (Asamblea General de las Naciones Unidas, 2015)— no cuestionó la acumulación capitalista como motor del desarrollo: la mantuvo, pero le añadió una condicionalidad ambiental

que, en la práctica, subordinó los imperativos ecológicos a los imperativos del crecimiento económico.

En este orden de ideas, Navarro (2023) ha argumentado, desde una perspectiva de marxismo ecológico, que la transición ecosocial genuina exige ir más allá de los paliativos del "capitalismo verde" para abordar la fractura metabólica que el capitalismo produce entre la humanidad y los sistemas naturales que sostienen la vida, una fractura que ninguna política de eficiencia energética o compensación de carbono puede reparar, mientras el imperativo de la acumulación permanezca intacto.

Por su parte, Barahona (2018) añade, con lucidez, que las propuestas que han surgido dentro de la institucionalidad de la "civilización del capital" —desde la economía verde hasta la responsabilidad social corporativa— son respuestas insuficientes a una crisis que tiene raíces sistémicas y no meramente técnicas o de gestión, lo que obliga a repensar las alternativas desde marcos filosófico-políticos genuinamente transformadores para evitar nuestro propio colapso medioambiental (Diamond, 2007).

Sin embargo, sería injusto concluir que el paradigma del desarrollo sostenible no aporta nada: su vertiente biocéntrica y post-antropocéntrica —encarnada en el *Sumak Kawsay* andino, en los derechos de la naturaleza reconocidos en la Constitución ecuatoriana de 2008, y en las epistemologías indígenas que fundamentan una ontología relacional del mundo— representa, a mi juicio, el intento más serio de producir una ruptura epistémica con los fundamentos de la modernidad; una ruptura que no es solo ambiental, sino filosófica, porque propone que el mundo no es un conjunto de recursos disponibles para el proyecto humano, sino una comunidad de seres en la que la humanidad participa sin privilegio ontológico sobre el resto de la vida.

La diferencia entre el desarrollo sostenible convencional y esta versión biocéntrica no es de grado, se trata de una diferencia de paradigma en el sentido más profundo del término.

Quien espere de estas páginas una síntesis armónica que ubique a cada modelo en su justa proporción sin tomar partido, encontrará una decepción deliberada. No es posible sostener una posición filosófica auténtica sobre los modelos de desarrollo desde la distancia aséptica que el positivismo científico reivindica como virtud; esa distancia es, ella misma, una posición política: la del que se identifica con el orden existente sin declararlo.

Asumo, entonces, que la comprensión del desarrollo como problema filosófico exige un compromiso epistemológico claro. El conocimiento sobre los modelos de desarrollo no es una fotografía de la realidad, es una intervención hermenéutica en ella, y toda intervención lleva la marca del sujeto que la realiza y de los intereses que lo constituyen.

El liberalismo fue honesto, a su manera, al inscribir el individualismo en el corazón de su ontología (Smith, 2000); el marxismo lo fue al denunciar la ideología como mecanismo de reproducción del poder (Marx, 1975). El desarrollo sostenible, en su potencial emancipatorio no realizado, podría serlo si reconociera que la crisis ecológica no es un fallo de gestión sino una consecuencia lógica de haber organizado el mundo moderno sobre la premisa de que la naturaleza existe para el uso humano (Asamblea General de las Naciones Unidas, 2015).

De hecho, más allá de la especulación filosófica, Bhandari (2026) ha mostrado con evidencia empírica que la crisis planetaria está profundamente enraizada en epistemologías dominantes que privilegian visiones extractivas, antropocéntricas y tecnocéntricas del mundo, y que abordarla exige enfoques de

gobernanza del conocimiento que articulen, genuinamente, la ciencia occidental con los saberes indígenas locales, tratando a las comunidades originarias no como informantes periféricos sino como co-productoras de conocimiento, con igual autoridad epistémica sobre los ecosistemas que habitan y custodian.

Que esto siga siendo, en 2026, una aspiración más que una realidad institucionalizada en los grandes foros de política de desarrollo dice algo importante sobre los límites de la voluntad política de los Estados y los organismos internacionales. No basta con incluir el pluralismo epistémico en los documentos de política, si la arquitectura de poder que decide qué saberes cuenta como válidos permanece inalterada.

La pregunta filosófica que esta investigación deja abierta, y que no pretendo cerrar, es si los modelos de desarrollo existentes son susceptibles de una reforma epistémica desde adentro, o si la crisis civilizatoria que vivimos exige, como argumentan los defensores del buen vivir y del decrecimiento ecosocial, una ruptura más radical con los cimientos filosóficos sobre los que todos ellos, incluido el desarrollo sostenible oficial, fueron construidos.

Finalmente, para los investigadores que se interesen en continuar explorando los fundamentos epistemológicos de los modelos de desarrollo, la primera recomendación es metodológica y filosófica a la vez, conviene resistir la tentación del enciclopedismo y asumir, con rigor y transparencia, una posición interpretativa propia. El pluralismo epistemológico no es relativismo: implica aquí el reconocimiento de que diferentes tradiciones de conocimiento aprehenden aspectos distintos de una realidad compleja, lo cual exige diálogo inter-epistémico y no jerarquización.

En segundo lugar, se recomienda ampliar el corpus de análisis para incorporar sistemáticamente las epistemologías del Sur global —no como caso

de estudio folclórico, sino como marcos teóricos alternativos, con capacidad explicativa y normativa autónoma— articulándolos con los debates contemporáneos sobre el marxismo ecológico, el decrecimiento, la ecología política y la justicia epistémica.

En tercer lugar, se sugiere que las investigaciones futuras adopten un enfoque transdisciplinar que vincule la filosofía del desarrollo con las ciencias de la tierra, la economía ecológica y el derecho ambiental comparado, evitando el aislamiento disciplinar que ha empobrecido históricamente el pensamiento sobre el desarrollo.

Para los hacedores de políticas públicas en el área del desarrollo sostenible, las recomendaciones adquieren un carácter urgente, que la coyuntura civilizatoria no permite postergar:

En primer lugar, se les insta a revisar críticamente los marcos epistémicos sobre los que descansan sus políticas, reconociendo que la adopción de métricas de crecimiento del PIB como indicador central del desarrollo, no es una decisión técnica neutral, sino una opción filosófica que privilegia el valor de cambio sobre el valor de uso y la acumulación sobre el bienestar.

En segundo lugar, se recomienda institucionalizar mecanismos vinculantes de participación epistémica de las comunidades indígenas y locales en el diseño, monitoreo y evaluación de las políticas de sostenibilidad, aplicando el principio de consentimiento libre, previo e informado, no solo en los proyectos extractivos sino en la construcción misma de los marcos normativos que definen qué se entiende por desarrollo y por sostenibilidad.

En tercer lugar, se insta a explorar con seriedad política —y no solo como ejercicio académico— los paradigmas del buen vivir, el decrecimiento y el

ecologismo como horizontes normativos alternativos que, aunque imperfectos e inacabados, ofrecen una respuesta filosófica más coherente con los límites planetarios, que ninguna variante del capitalismo verde ha podido proporcionar hasta hoy.

Referencias

American Educational Research Association. (02 de marzo de 2025). *An Introduction to Documentary Research*. https://www.aera.net/SIG013/Research-Connections/Introduction-to-Documentary-Research

Asamblea General de las Naciones Unidas. (25 de septiembre de 2015). *Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. https://unctad.org/system/files/official-document/ares70d1_es.pdf

Asamblea Nacional Constituyente. (2008). *Constitución Política de la República del Ecuador.* Quito: Gaceta Nacional de Ecuador.

Barahona, A. (2018). El paradigma del desarrollo en la Constitución ecuatoriana: Fundamentos epistemológicos y alternativas desde la interculturalidad. *Revista Iuris, 17*(1), 57–74. https://publicaciones.ucuenca.edu.ec/ojs/index.php/iuris/article/download/2415/1533/6612

Beuchot, M. (2015). Elementos esenciales de una hermenéutica analógica. *Diánoia*, LX (74), 127-145. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=58438810006

Bhandari, M. P. (2026). Transformative Knowledge for Planetary Sustainability-Bridging Science, Indigenous Wisdom, and Policy. *Scientific Journal of Bielsko-Biala School of Finance and Law. Bielsko-Biała, 30*(1), 6-23. https://doi.org/10.19192/wsfip.sj1.2026.1

Bobbio, N. (1989). *Liberalismo y Democracia.* México, DF: Fondo de Cultura Económica.

Bobbio, N. (2008). *La teoria de las formas de gobierno en la historia del pensamiento político.* México, DF: Fondo de Cultura Económica.

Carchedi, G. (2022). The Ontology and Social Dimension of Knowledge: The Internet Quanta Time. *International Critical Thought, 12*(4), 597–626. https://doi.org/10.1080/21598282.2022.2113170

Cummings, S., Dhewa, C., Kemboi, G., & Young, S. (2023). Doing epistemic justice in sustainable development: Applying the philosophical concept of epistemic injustice to the real world. *Sustainable Developm, 31*(3), 1965–1977. https://doi.org/10.1002/sd.2497

Diamond, J. (2007). *Colapso Por que unas sociedades perduran y otras desaparecen.* Bogota: DeBolsillo.

Gadamer, H.-G. (2004). *Truth and Method.* New York: Continuum. https://archive.org/details/gadamer-truth-and-method/page/n1/mode/2up

Gudynas, E., & Carpio, P. (2024). Desarrollo sostenible: condicionalidades antropocéntricas y alternativas biocéntricas sudamericanas. *Debates en Sociología* (59), 19-42. https://doi.org/10.18800/debatesensociologia.202402.001

Habermas, J. (1996). *Between facts and norms: Contributions to a discourse theory of law and democracy (W. Rehg, Trans.).* MIT Press. https://teddykw2.wordpress.com/wp-content/uploads/2012/07/jc3bcrgen-habermas-between-facts-and-norms.pdf

Habermas, J. (2001). *El futuro de la naturaleza humana ¿Hacia una eugenesia liberal?* https://dn720003.ca.archive.org/0/items/habermas-facticidad/Habermas%20-%20El%20Futuro%20De%20La%20Naturaleza%20Humana.pdf

Hayek, F. A. (1945). The Use of Knowledge in Society. *The American Economic Review, 35*(4), 519-530. https://statisticaleconomics.org/wp-content/uploads/2013/03/the_use_of_knowledge_in_society_-_hayek.pdf

Lander, E. (2008). *Contribución a la crítica del marxismo realmente existente: Verdad, Ciencia y Tecnología.* Caracas: Fundación Editorial el Perro y la Rana.

Lizárraga, F. (2026). Marxismo, liberalismo y un diálogo incesante. *Revista Latinoamericana de Filosofía Política, 14*(7), 108–139. https://rlfp.org.ar/revista/index.php/RLFP/article/download/210/120

Malo, A., Ambrosi de la Cadena, M., & Collado, J. &. (2024). Transcending the nature–society dichotomy: A dialogue between the Sumak Kawsay and the epistemology of complexity. *Ecological Economics, 216*(108044), 1-8. https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2023.108044

Marx, K. (1975). *El capital: Crítica de la economía política. Libro I. Proceso de producción del capital (3.ª ed.),* Siglo XXI, Editores. https://www.archivochile.com/Marxismo/Marx%20y%20Engels/kmarx0010.pdf

Mazower, M. (2020). *Dark Continent: Europe's Twentieth Century.* London: Penguin.

Mejia, L., Cujia, S. E., & Liñan Cuello, Y. I. (2021). Desarrollo sostenible: Crítica al modelo de civilización occidental. *Revista de Filosofía* (38), 55-73. https://doi.org/10.5281/zenodo.5140690

Naciones Unidas. (4 de agosto de 1987). *Informe Brundtland "Nuestro futuro común".* Comision mundial sobre medio ambiente y desarrollo: https://www.ecominga.uqam.ca/PDF/BIBLIOGRAPHIE/GUIDE_LECTURE_1/CMMAD-Informe-Comision-Brundtland-sobre-Medio-Ambiente-Desarrollo.pdf

Navarro, C. (2023). La lenta eclosión de la crisálida. Sobre marxismo, naturaleza y transformación ecosocial. *Isegoría* (69), 1-12. https://isegoria.revistas.csic.es/index.php/isegoria/article/view/1279/1664

Pils, R., & Schoenegger, P. (2021). On the epistemological similarities of market liberalism and standpoint theory. *Episteme, 18*(4), 451–471. https://doi.org/ https://doi.org/10.1017/epi.2021.13

Ricoeur, P. (2008). *Hermenéutica y Acción. De la Hermenéutica del Texto a la Hermenéutica de la Acción.* Buenos Aires: Prometeo. https://www.academia.edu/101532601/Ricoeur_Paul_Hermenéutica_y_acción_ocr_2008_

Russell, B. (2002). *Historia de la Filosofía Occidental.* Madrid: Espasa. https://archive.org/details/russell-bertrand-historia-de-la-filosofia-occidental

Smith, A. (2000). *La riqueza de las naciones.* Alianza editorial. https://archive.org/details/adam-smith-la-riqueza-de-las-naciones_202304

Vargas, R., & Pulgar, P. (2021). Lineamientos de la actualidad epistemológica de la crítica de la economía política en el pensamiento de Marx. *Contrastes. Revista Internacional de Filosofía, 26*(3), 111-132. https://doi.org/10.24310/Contrastescontrastes.v26i3.10549

Waldmüller, J. M., Yap, M., & Watene, K. (2022). Remaking the Sustainable Development Goals: Relational Indigenous epistemologies. *Policy & Society, 41*(4), 471-485. https://doi.org/10.1093/polsoc/puac027

Ye, M. (2025). The philosophy of praxis: How Marxist philosophy transcends the epistemological tradition. *Cultura: International Journal of Philosophy of Culture and Axiology, 21*(5), 133–152. https://doi.org/10.70082/cijpca.v21i5.1260

Declaración de conflicto de interés y originalidad

Conforme a lo estipulado en el C*ódigo de ética y buenas prácticas* publicado en *Revista Ceres,* el autor *Villasmil Espinoza, Jorge Jesús,* declara al Comité Editorial que no tiene situaciones que representen conflicto de interés real, potencial o evidente, de carácter académico, financiero, intelectual o con derechos de propiedad intelectual relacionados con el contenido del artículo: *Fundamentos epistemológicos de los modelos de desarrollo históricamente existentes: de la modernidad liberal y marxista hasta el Desarrollo sostenible*, en relación con su publicación. De igual manera, declara que el trabajo es original, no ha sido publicado parcial ni totalmente en otro medio de difusión, no se utilizaron ideas, formulaciones, citas o ilustraciones diversas, extraídas de distintas fuentes, sin mencionar de forma clara y estricta su origen y sin ser referenciadas debidamente en la bibliografía correspondiente. Consiente que el Comité Editorial aplique cualquier sistema de detección de plagio para verificar su originalidad.

El autor declara que, en la preparación de este manuscrito, no se utilizaron herramientas de inteligencia artificial generativa para la redacción de textos o interpretación de datos.

CERES
Revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible
Ediciones Clío
Año 1, núm. 2, julio-diciembre, 2026
ISSN-e: 3101-4895

Sección: **Artículo científico** | **2026**, julio-diciembre, año 1, núm. 2, 105-121

Ecoeducación y agroecología: estrategias comunitarias para el manejo integrado de insectos plaga en un asentamiento agrícola

DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.21157957

Pascal, Edison[1]
Correo: epascal@ivic.gob.ve
Orcid: https://orcid.org/0000-0002-5108-1889

Mora, Gerson[2]
Correo: moramga@gmail.com
Orcid: https://orcid.org/0009-0006-3320-3594

Vásquez Pascal, Helimar[3]
Correo: helimarvasquez@gmail.com
Orcid: https://orcid.org/0000-0002-2505-7850

Faria, Hennet[4]
Correo: livenca.ofi@gmail.com
Orcid: https://orcid.org/0009-0003-3549-8371

Resumen

El presente trabajo expone la implementación de un modelo ecoeducativo orientado al manejo agroecológico de insectos plaga en el asentamiento campesino "Nueva Venezuela". Históricamente, la agricultura convencional en la zona ha dependido de agroquímicos tóxicos, lo que ha generado severos daños socioambientales. Para contrarrestar esta problemática, se estructuró una investigación con enfoque mixto y un diseño de Investigación-Acción Participativa (IAP). La fase cualitativa incluyó un diagnóstico socioambiental y la ejecución de dos talleres formativos ("Ecoeducación, un asunto por aprender" y "Zoología Agrícola desde una Dimensión Educativa") fundamentados en el constructivismo social. Cuantitativamente, se elaboró un inventario de agrodiversidad y se identificaron los principales artrópodos que generan estrés biótico: *Atta* sp. (bachaco), *Bemisia tabaci* (mosca blanca) y *Aphis* sp. (pulgones). Los resultados demostraron un profundo cambio actitudinal en los

[1] Investigador del Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC Zulia). Maracaibo, Venezuela.
[2] Jefe del Centro de Agricultura Tropical (IVIC Mérida). Mérida, Venezuela.
[3] Asistente de investigación, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad del Zulia (LUZ). Maracaibo, Venezuela.
[4] Gerente del Laboratorio LIVENCA. Maracaibo, Venezuela.

BY: se debe dar crédito al creador.
NC: Solo se permiten usos no comerciales de la obra.
SA: Las adaptaciones deben compartirse bajo los mismos

https://revistaceres.com/index.php/ceres/index
Recibido: 2026-02-28 **Aceptado**: 2026-04-30

agroproductores, quienes transitaron desde un modelo de erradicación química hacia un Manejo Integrado de Plagas (MIP) sustentable. Mediante el diálogo de saberes, la comunidad adoptó estrategias ecológicas como el uso de cercas vivas, trampas adhesivas, biopreparados botánicos (extracto de *Azadirachta indica*) y hospederos alternativos para promover el control biológico natural. Se concluye que la ecoeducación es una herramienta sociopedagógica altamente eficaz para empoderar a la comunidad campesina. Al fortalecer la biodiversidad del agroecosistema, es posible regular las poblaciones de insectos plaga por debajo del umbral de daño económico, mejorando la calidad de vida comunitaria y asegurando la sustentabilidad productiva.

Palabras clave: ecoeducación, agroecología, insectos plaga, manejo integrado, agrodiversidad.

Eco-education and agroecology: community strategies for integrated pest management in an agricultural settlement

Abstract

This paper presents the implementation of an eco-educational model aimed at the agroecological management of insect pests in the "Nueva Venezuela" peasant settlement. Historically, conventional agriculture in the area has relied on toxic agrochemicals, generating severe socio-environmental damage. To counteract this problem, a mixed-methods research approach with a Participatory Action Research (PAR) design was structured. The qualitative phase included a socio-environmental diagnosis and the execution of two training workshops ("Eco-education, a matter to learn" and "Agricultural Zoology from an Educational Dimension") based on social constructivism. Quantitatively, an agrodiversity inventory was developed, and the main arthropods causing biotic stress were identified: *Atta* sp. (leaf-cutter ants), *Bemisia tabaci* (whitefly), and *Aphis* sp. (aphids). The results demonstrated a profound attitudinal change in the agricultural producers, who transitioned from a chemical eradication model to a sustainable Integrated Pest Management (IPM) approach. Through the dialogue of knowledge, the community adopted ecological strategies such as the use of living fences, sticky traps, botanical biopreparations (*Azadirachta indica* extract), and alternative hosts to promote natural biological control. It is concluded that eco-education is a highly effective socio-pedagogical tool for empowering the peasant community. By strengthening the biodiversity of the agroecosystem, it is possible to regulate insect pest populations below the economic injury level, improving the community's quality of life and ensuring productive sustainability.

Keywords: eco-education, agroecology, insect pests, integrated management, agrodiversity.

Introducción

Desde el punto de vista de la educación para la sostenibilidad, el sistema agroalimentario se podría enmarcar dentro de lo que se denomina Educación Agroecológica. Este enfoque representa un eje de abordaje indispensable en el sistema educativo actual, cuyo fin principal es mitigar y eliminar las severas consecuencias ecológicas derivadas de los sistemas agropecuarios tradicionales, los cuales han operado históricamente al margen de la conservación ambiental. Incorporar los conceptos y principios de la agroecología dentro de la Educación para el Desarrollo Sustentable es fundamental para avanzar hacia un modelo más justo, equitativo y alineado con la preservación de los recursos naturales y la salud global (Pascal et al. 2015; Hernández et al., 2014).

Para lograr esta transición, es necesario comprender que los agroecosistemas funcionan como complejas redes de interacciones ecológicas, donde las alteraciones drásticas generan desequilibrios que propician la aparición de plagas. Según Altieri y Toledo (2011), la transición hacia una agricultura sustentable requiere empoderar a las comunidades rurales a través del conocimiento de estas dinámicas ecológicas.

En este sentido, los jardines escolares o comunitarios ecológicos fungen como herramientas pedagógicas altamente efectivas para catalizar esta transformación educativa y social (Egea-Sánchez, Egea-Fernández y Guerrero, 2018). Asimismo, Nicholls y Altieri (2008) afirman que el manejo de plagas debe alejarse de la erradicación química para enfocarse en la regulación poblacional mediante el fortalecimiento de la biodiversidad funcional del entorno.

Por consiguiente, el propósito fundamental de la presente investigación consiste en integrar la dimensión ecoeducativa con la zoología agrícola para estructurar un modelo participativo de manejo agroecológico de insectos plaga en el asentamiento agrícola 'Nueva Venezuela' (municipio Cabimas, Venezuela). Más allá de la simple transferencia de técnicas de cultivo, este trabajo busca empoderar a la comunidad mediante la comprensión del agroecosistema como una red compleja de interacciones biológicas y ecológicas, fundamentándose en la teoría de sistemas.

A través de esta integración formativa, se pretende trascender el enfoque erradicador y químico tradicional, dotando a los agroproductores de las capacidades analíticas necesarias para interpretar la dinámica poblacional de las especies en sus parcelas. De este modo, se busca fomentar una profunda conciencia socioproductiva y conservacionista que promueva la biodiversidad funcional, garantice la sostenibilidad del entorno natural y se traduzca en una mejora tangible de la calidad de vida comunitaria.

1. Metodología

Enfoque y tipo de investigación: El estudio se enmarcó dentro de una metodología de enfoque mixto (cualitativo-cuantitativo) con un diseño de Investigación Acción Participativa (IAP) (Fals Borda, 1987). Esta aproximación integral es idónea para proyectos sociocomunitarios, ya que permite no solo la recolección empírica de datos biológicos y agronómicos, sino también la intervención directa a través de la educación, construyendo el conocimiento colectivamente junto a los actores sociales involucrados.

Población y escenarios de estudio: La investigación tuvo lugar en el asentamiento campesino "Nueva Venezuela" (Parroquia Germán Ríos Linares,

Municipio Cabimas, Venezuela), involucrando la participación voluntaria de agroproductores, docentes, estudiantes universitarios y demás miembros interesados de la comunidad. Los escenarios de trabajo combinaron abordajes *in situ* (en las parcelas agrícolas del asentamiento) y actividades en aulas y laboratorios de la Universidad Nacional Experimental "Rafael María Baralt" (UNERMB), sede Cabimas.

1.1. Fases de la investigación y técnicas de recolección de datos

- *Fase 1*: Diagnóstico socio-ambiental (Cualitativa). Se inició con un diagnóstico participativo exploratorio para determinar el nivel de información técnica y ambiental que manejaban los agroproductores. Para ello, se aplicaron técnicas cualitativas como entrevistas semiestructuradas, observaciones directas, encuentros dialógicos y conversaciones informales. Esto permitió identificar una marcada dependencia de la agricultura convencional y del uso de pesticidas, así como un desconocimiento sobre el impacto socioambiental de estas prácticas.

- *Fase 2*: Ejecución del modelo ecoeducativo (Cualitativa-Práctica). Se diseñaron y ejecutaron dos talleres de capacitación de ocho horas académicas cada uno ("Ecoeducación, un asunto por aprender" y "Zoología Agrícola desde una Dimensión Educativa"). Como estrategia didáctica, se emplearon mesas de trabajo, sesiones teóricas reflexivas y clases de campo. El proceso de enseñanza-aprendizaje operó bajo una corriente constructivista, donde la evaluación de los aprendizajes se realizó mediante la técnica de la pregunta y discusiones retroalimentarias en mesas con relatores (Quezada et al., 2001).

- *Fase 3*: Inventario y caracterización agroecológica (Cuantitativa) Se ejecutó un levantamiento en campo para catalogar la agrodiversidad vegetal (especies de interés agrícola y forestal) presente en la comunidad. Para cuantificar y medir esta diversidad comunitaria, se emplearon los índices ecológicos de riqueza de

Margalef y el índice de diversidad de Shannon-Weaver. Adicionalmente, se estableció el monitoreo de bioindicadores, evaluando entomofauna como los insectos acuáticos del orden Odonata presentes en los cuerpos de agua del asentamiento.

- *Fase 4*: Identificación zoológica y análisis de plagas (Cuantitativa) Esta etapa técnica consistió en el monitoreo poblacional y la colecta de insectos que generaban estrés biótico en los cultivos de la comunidad. La identificación preliminar se realizó en el campo de manera participativa con los productores, y posteriormente se trasladaron muestras biológicas para su observación microscópica especializada en los laboratorios de Biología de la UNERMB, el Museo de Artrópodos de LUZ y el Laboratorio de Protección Vegetal del IVIC.

1.2. Análisis de los datos

Para el procesamiento de la información, los datos cualitativos obtenidos en los talleres y entrevistas se analizaron mediante la categorización de respuestas y triangulación de la información teórica, práctica y vivencial del colectivo.

Por su parte, los datos cuantitativos extraídos del monitoreo en campo (como niveles de incidencia de plagas y abundancia de biodiversidad) se tabularon para su respectivo análisis estadístico. En este sentido, se aplicaron herramientas biomatemáticas para correlacionar variables ecológicas; específicamente, se empleó índices de diversidad biológica, índice de Margalef (D_{Mg}) e índice de Shannon-Weaver (H') (Margalef, 1974).

2. Resultados y discusión

La integración de la metodología mixta bajo el enfoque de Investigación Acción Participativa (IAP) permitió obtener resultados tanto en la dimensión social (cambio de paradigma educativo) como en la dimensión técnico-

agronómica. A continuación, se presentan los hallazgos organizados en base a las fases metodológicas desarrolladas.

2.1. Diagnóstico socio-ambiental y ejecución del modelo ecoeducativo (Fase cualitativa)

A partir de las entrevistas y observaciones iniciales, se constató que la comunidad practicaba mayoritariamente una agricultura tradicional, caracterizada por la dependencia de pesticidas y fertilizantes químicos que degradan el suelo y generan un fuerte impacto ambiental. Para dar respuesta a las necesidades identificadas en este diagnóstico participativo, el modelo ecoeducativo se estructuró a través del diseño y ejecución de dos talleres de capacitación técnico-pedagógica, con una duración de ocho horas académicas cada uno.

El proceso de enseñanza-aprendizaje constructivista se operativizó mediante los siguientes espacios formativos:

- *Taller 1*: "Ecoeducación, un asunto por aprender" Este primer encuentro se llevó a cabo directamente en el asentamiento campesino "Nueva Venezuela". Su propósito central fue sensibilizar a los participantes sobre la trascendencia de la educación ambiental, la agrodiversidad y la conservación para mejorar sus condiciones de vida socio-ambientales. Bajo un enfoque constructivista y mediante el diálogo de saberes, los pobladores reflexionaron sobre el impacto ambiental negativo que generan las prácticas agropecuarias tradicionales y la importancia de proteger la biodiversidad local. Durante la sesión práctica, los productores aprendieron a identificar la fauna silvestre de sus fundos y comprendieron el concepto de "servicios biológicos" y el uso de "bioindicadores" (como las aves y los insectos acuáticos – figura 1) para evaluar la salud de sus ecosistemas. Esta dinámica permitió que los campesinos gestionaran su propio

proceso de aprendizaje, fortaleciendo su sentido de pertenencia hacia los recursos naturales (Montecinos, 1998).

Figura 1. Fauna silvestre presente en el asentamiento agrícola (Garzas reales, *Ardea alba*)



- Taller 2: "Zoología Agrícola desde una Dimensión Educativa" Realizado en los espacios de la Universidad Nacional Experimental "Rafael María Baralt" (UNERMB) sede Cabimas, este segundo taller complementó la sensibilización ambiental con un abordaje técnico-agroecológico. Partiendo de los conocimientos ecoeducativos del primer encuentro, se capacitó a los agroproductores para comprender la diferencia fundamental entre un suelo convencional, aridizado por la urea, y un suelo orgánico, rico en fauna edáfica gracias a los abonos naturales. El núcleo de la actividad consistió en la instrucción sobre Zoología Agrícola, donde se les enseñó la biología y morfología de los insectos plaga presentes en la comunidad. A través de prácticas de laboratorio utilizando microscopios ópticos, los participantes observaron las características anatómicas de especies como los

bachacos (*Atta* sp.), los pulgones (*Aphis* sp), la mosquita blanca (*Bemicia tabaci*), entre otros (Figura 2), reconociendo sus diferencias con otros géneros y entendiendo sus ciclos de vida para poder establecer medidas de control eficientes y ecológicas (Pascal et al. 2018; Varón et al., 2008).

Figura 2. *Bemisia tabaci* sobre hojas de *Cucurbita máxima*, en la comunidad agrícola



Ambos espacios operaron mediante mesas de trabajo, sesiones teóricas y reflexivas, logrando que los productores compartieran sus experiencias previas con el manejo de plagas. Al finalizar la evaluación participativa, se evidenció un cambio actitudinal extraordinario: la comunidad mostró una profunda apertura cognitiva y procedimental para sustituir la erradicación química indiscriminada por un manejo agroecológico sustentable y respetuoso con el ambiente (Enger, 2006).

Ceres. Revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible
ISSN: 3101-4895 / Vigo, Provincia de Pontevedra – España

2.2. Inventario y caracterización agroecológica (Fase cuantitativa)

Durante las sesiones prácticas *in situ*, se realizó un levantamiento cuantitativo de la agrodiversidad vegetal del asentamiento campesino "Nueva Venezuela", identificando tanto especies de interés agrícola como forestal. La presencia de estas especies forestales es fundamental, ya que proporcionan servicios biológicos vitales, actuando como barreras naturales y nichos ecológicos para controladores biológicos.

Tabla 1. Inventario representativo de la agrodiversidad vegetal identificada en la comunidad agrícola.

Categoría	Nombre común	Nombre científico (Taxón)	Función agroecológica potencial
Agrícola	Lechosa	*Carica papaya*	Cultivo principal de subsistencia
Agrícola	Yuca	*Manihot esculenta*	Cultivo principal de subsistencia
Agrícola	Auyama	*Cucurbita maxima*	Cultivo principal de subsistencia
Agrícola	Limón	*Citrus aurantiifolia*	Cultivo principal / Renta
Forestal	Indio desnudo	*Bursera simaruba*	Barrera natural / Nicho ecológico
Forestal	Jabillo	*Hura crepitans*	Generación de sombra / Materia orgánica
Forestal	Dividive	*Caesalpinia coriaria*	Aporte de taninos / Conservación de suelo
Forestal	Cují negro	*Acacia macracantha*	Fijación de nitrógeno / Barrera rompevientos

Para cuantificar esta biodiversidad estructural, se aplicaron herramientas matemáticas ecológicas. La riqueza específica se evaluó utilizando el índice de Margalef, definido por la ecuación:

$$D_{Mg} = \frac{S - 1}{\ln N}$$

Donde S es el número de especies y N el número total de individuos.

Ceres. Revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible
ISSN: 3101-4895 / Vigo, Provincia de Pontevedra – España

Por su parte, la equidad de la comunidad biológica se proyectó mediante el índice de Shannon-Weaver, expresado matemáticamente como:

$$H' = -\sum_{i=1}^{S} p_i \ln p_i$$

Donde p_i representa la proporción de individuos de una especie dada respecto al total de individuos (ni/N). En la Tabla 2, se presenta la matriz de abundancia registrada para ambas unidades de estudio.

Tabla 2. Matriz de abundancia poblacional vegetal (N) en dos unidades de producción evaluadas dentro del asentamiento agrícola Nueva Venezuela.

Especie vegetal identificada	Parcela A (Manejo tradicional)	Parcela B (Manejo agroecológico)
Agrícolas		
Maíz (*Zea mays*)	200	50
Yuca (*Manihot esculenta*)	150	80
Auyama (*Cucurbita maxima*)	30	40
Lechosa (*Carica papaya*)	0	15
Limón (*Citrus aurantiifolia*)	0	10
Forestales y Hospederos		
Caléndula (Hospedero alternativo)	0	35
Cují negro (*Acacia macracantha*)	0	8
Indio desnudo (*Bursera simaruba*)	0	5
Dividive (*Caesalpinia coriaria*)	0	4
Jabillo (*Hura crepitans*)	0	3
Maleza predominante (no catalogada)	50	0
Total de individuos (N)	**430**	**250**
Total de especies (S)	**4**	**10**

Ceres. Revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible
ISSN: 3101-4895 / Vigo, Provincia de Pontevedra – España

Cálculo y proyección de los índices ecológicos

A partir de la matriz de abundancia poblacional, se procesaron los datos para calcular la diversidad de ambos sistemas.

Para la parcela A (Manejo tradicional):

Índice de Margalef:

$$D_{Mg} = \frac{4-1}{\ln(430)} = \frac{3}{6.06} = 0.49$$

Índice de Shannon-Weaver:

H' = - [(0.465 \ln 0.465) + (0.349 \ln 0.349) + (0.070 \ln 0.070) + (0.116 \ln 0.116)] = 1.16

Para la parcela B (Manejo Agroecológico):

Índice de Margalef:

$$D_{Mg} = \frac{10-1}{\ln(250)} = \frac{9}{5.52} = 1.63$$

Índice de Shannon-Weaver:

$$H' = -\sum p_i \ln p_i = 1.86$$

Tabla 3. Comparativa de Índices Ecológicos según el tipo de manejo agrícola.

Indicador Biomatemático	Parcela A (Tradicional)	Parcela B (Agroecológico)	Interpretación Ecológica
Riqueza (*S*)	4	10	Aumento de nichos ecológicos en B.
Margalef (D_{Mg})	0.49	1.63	Baja riqueza en A (< 2.0); mayor diversidad estructural en B.
Shannon-Weaver (H')	1.16	1.86	Mayor equidad y estabilidad ecosistémica en el sistema B.

Ceres. Revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible
ISSN: 3101-4895 / Vigo, Provincia de Pontevedra – España

El análisis matemático de estos índices demostró cuantitativamente que las parcelas intervenidas con el modelo agroecológico (Parcela B) presentan un agroecosistema más resiliente. Aunque el sistema tradicional (Parcela A) agrupa un mayor número absoluto de individuos ($N = 430$), su baja riqueza específica ($S = 4$) y su bajo índice de Shannon ($H' = 1.16$) reflejan un entorno altamente homogéneo y vulnerable frente al estrés biótico.

Por el contrario, el incremento significativo en la riqueza de Margalef ($D_{Mg} = 1.63$) en la Parcela B, impulsado por la inclusión de diversidad forestal perimetral (*A. macracantha*, *B. simaruba*), fortalece las redes de interacciones ecológicas complejas. Para escalar esta matriz matemática y proyectar gráficos estadísticos, estos conjuntos de datos pueden integrarse fácilmente en entornos de programación y rutinas de análisis de datos basados en scripts (como Python), facilitando la visualización mediante modelos de regresión lineal del impacto de la agrodiversidad sobre la disminución de la densidad poblacional de artrópodos plaga.

2.3. Discusión del manejo agroecológico (Análisis mixto)

El análisis mixto de esta investigación converge en la transición desde un manejo tradicional, fuertemente dependiente de agroquímicos, hacia un Manejo Integrado de Plagas (MIP) sustentado en la agroecología y la ecoeducación. Durante la fase cualitativa (diagnóstico y talleres), los agroproductores reflexionaron sobre las desventajas del control químico convencional, reconociendo que el uso indiscriminado de plaguicidas genera resistencia en los insectos, eleva los costos de producción, elimina enemigos naturales y representa un grave riesgo de intoxicación para la salud pública y el ambiente (Navarro, 2014; Organización Panamericana de la Salud-OPS, 2003).

Ceres. Revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible
ISSN: 3101-4895 / Vigo, Provincia de Pontevedra – España

Desde este punto de vista, es factible plantear que el aumento de la biodiversidad vegetal (implementación de cercas vivas y hospederos alternativos como la caléndula) y la densidad poblacional de plagas son inversamente proporcionales. Es decir, a mayor agrodiversidad, menor incidencia de plagas severas, gracias al incremento del control biológico natural (por ejemplo: *Encarsia* sp. o *Chrysopa* sp. parasitando moscas blancas), (Pascal et al. 2018).

Tabla 4. Estrategias del Manejo Agroecológico Integrado propuestas a la comunidad.

Insecto Plaga	Control Cultural / Físico	Control Biológico / Botánico
Bachaco (*Atta sp.*)	Empleo de cercas vivas; destrucción manual de hormigueros jóvenes pos-vuelo nupcial.	Aplicación de extracto de Nim (*Azadirachta indica*); uso de abonos orgánicos.
Mosca Blanca (*B. tabaci*)	Eliminación de malezas hospederas; rotación con maíz o cebolla; trampas adhesivas amarillas.	Fomento de parasitoides (*Encarsia sp.*); aspersión de extracto de Nim.
Pulgones (*Aphis sp.*)	Uso de agua jabonosa (jabón neutro); siembra de ajo intercalado.	Infusión de cebolla y conchas de naranja; siembra de hospederos alternativos (Caléndula).

La contrastación de resultados evidencia que el modelo ecoeducativo cumplió con éxito la transición de la teoría a la práctica. La capacitación constructivista dotó a la comunidad agrícola de "Nueva Venezuela" de las herramientas cognitivas (identificación de ciclos biológicos), actitudinales (conciencia ambiental) y procedimentales (biopreparados y trampas) necesarias para gestionar la sanidad de sus agroecosistemas. Se comprobó que el fomento de los servicios biológicos y el respeto por la agrodiversidad estabilizan la red trófica, validando la agroecología como una alternativa económica, social y ecológicamente superior a la agricultura convencional (Altieri, 1993).

Ceres. Revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible
ISSN: 3101-4895 / Vigo, Provincia de Pontevedra – España

Conclusión

El modelo ecoeducativo se consolidó como un andamiaje humano-social e instrumento pedagógico de alta eficacia para la comunidad campesina "Nueva Venezuela". Su aplicación bajo un enfoque constructivista permitió transformar la disposición cognitiva, actitudinal y procedimental de los agroproductores, logrando que los conceptos ambientales y ecológicos se integraran de manera intrínseca en sus responsabilidades productivas y en la mejora de su calidad de vida.

La contrastación entre el diagnóstico inicial y la evaluación participativa de los talleres demostró que la alfabetización científica y el diálogo de saberes son indispensables para propiciar la transición desde un sistema agrícola convencional y dependiente de agroquímicos hacia uno sustentable. La comunidad logró comprender los graves impactos socio-ambientales y toxicológicos de los pesticidas, reconociendo a la agrodiversidad y a los bioindicadores como elementos fundamentales para la sanidad de sus parcelas.

La integración de la zoología agrícola desde una dimensión educativa modificó el paradigma tradicional de control de plagas. Los productores comprendieron que artrópodos como *Atta* sp., *Bemicia tabaci* y *Aphis* sp. no deben ser catalogados como plagas "*a priori*" ni sometidos a erradicación absoluta mediante biocidas, sino que deben ser regulados manteniendo sus poblaciones por debajo del umbral de daño económico.

La implementación del Manejo Integrado de Plagas (MIP) evidenció que el fortalecimiento de la biodiversidad estructural (mediante el uso de cercas vivas, hospederos alternativos y conservación de enemigos naturales) optimiza las interacciones tróficas del agroecosistema. El uso combinado de controles físicos, culturales y biopreparados botánicos (como el extracto de *Azadirachta indica* e

infusiones repelentes) podría ser una alternativa viable, económica y ecológicamente pertinente para salvaguardar la producción agrícola comunitaria.

Referencias

Altieri, M. A. (1993). *Agroecología: Bases científicas para una agricultura sustentable*. CLADES.

Altieri, M. A., & Toledo, V. M. (2011). The agroecological revolution in Latin America: rescuing nature, ensuring food sovereignty and empowering peasants. *The Journal of Peasant Studies*, 38(3), 587-612.

Egea-Sánchez, J. M., Egea-Fernández, J. M., & Guerrero, A. (2018). *Huertos escolares ecológicos*. Editorial Graó.

Enger, E. (2006). *Ciencia ambiental: Un estudio de interrelaciones*. McGraw-Hill Interamericana.

Fals Borda, O. (1987). *Investigación participativa*. Instituto del Hombre.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6ta ed.). McGraw-Hill.

Margalef, R. (1974). *Ecología*. Ediciones Omega.

Montecinos, C. (1998). *Ecoeducación y sistemas vivientes*. Ediciones CEPAL.

Navarro, P. (2014). *Impacto de los plaguicidas y alternativas ecológicas*. Editorial Trillas.

Nicholls, C. I., & Altieri, M. A. (2008). Suelos saludables, plantas saludables: la evidencia agroecológica. *LEISA Revista de Agroecología*, 24(2), 6-8.

Organización Panamericana de la Salud (OPS, 2003). *Manual de manejo integrado de plagas*. OMS/OPS.

Pascal, E., Chirinos, A., Vásquez, H., & San Blas, E. (2015). Agroecología y manejo de insectos plaga. Memorias Arbitradas de las IV Jornadas Científicas del Departamento de Ciencias Naturales. ISBN: 978-980-6792-68-5. Universidad Nacional Experimental "Rafael María Baralt".

Pascal, E., Vásquez, H., Chirinos, A. (2018). La mosca blanca (Homoptera: Aleyrodidae) y su importancia en el ámbito agroproductivo. Memorias Arbitradas del I Congreso de Enseñanza de las Ciencias Naturales (ISBN: 978-980-6792-68-5). Universidad Nacional Experimental "Rafael María Baralt". https://www. researchgate. net/publication/326587202_LA_MOSCA_BLANCA_H OMOPTERAALEYRODIDAE_Y_SU_IMPORTANCIA_EN_EL_AMBI TO_AGRO PRODUCTIVO#:~: text= En% 20el, 20, C3.

Quezada, O., Gómez, A., & Ruiz, M. (2001). *Talleres de capacitación para adultos*. Editorial Trillas.

Varón, E. H., Posada, F. J., & Saldarriaga, A. (2008). *Biología y manejo de hormigas cortadoras de hojas*. Corpoica.

Declaración de conflicto de interés y originalidad

Conforme a lo estipulado en el C*ódigo de ética y buenas prácticas* publicado en *Revista Ceres,* los autores *Pascal, Edison; Mora, Gerson; Vásquez Pascal, Helimar y Faria, Hennet;* declaran al Comité Editorial que no tienen situaciones que representen conflicto de interés real, potencial o evidente, de carácter académico, financiero, intelectual o con derechos de propiedad intelectual relacionados con el contenido del artículo: *Ecoeducación y agroecología: estrategias comunitarias para el manejo integrado de insectos plaga en un asentamiento agrícola*, en relación con su publicación. De igual manera, declaran que el trabajo es original, no ha sido publicado parcial ni totalmente en otro medio de difusión, no se utilizaron ideas, formulaciones, citas o ilustraciones diversas, extraídas de distintas fuentes, sin mencionar de forma clara y estricta su origen y sin ser referenciadas debidamente en la bibliografía correspondiente. Consienten que el Comité Editorial aplique cualquier sistema de detección de plagio para verificar su originalidad.

Los autores declaran que en la preparación de este manuscrito no utilizaron herramientas de inteligencia artificial generativa para la redacción de textos o interpretación de datos.

CERES
Revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible
Ediciones Clío
Año 1, núm. 2, julio-diciembre, 2026
ISSN-e: 3101-4895

Sección: **Artículo científico** | **2026**, julio-diciembre, año 1, núm. 2, 122-157

China, the war in ukraine, the Middle East and the Venezuelan direction of the United States of America as signs of the transition to a conflict-ridden world order and threats to sustainable development, food security, and natural resources

DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.21157903

Maj, Julian[1]
Correo: rektor@wshiu.pl
Orcid: https://orcid.org/0009-0007-5517-0217
WSHIU, Academy of Applied Sciences. Poznan, Poland

Krąkowska, Ewa[2]
Correo: ewa.krakowska@wshiu.pl
Orcid: https://orcid.org/0009-0008-1064-0358
WSHIU, Academy of Applied Sciences. Poznan, Poland

Abstract

The article analyzes the transformation of the contemporary world order through the prism of four interrelated crisis vectors: China's structural rise as an alternative center of economic, technological and infrastructural power; the war in Ukraine as a direct challenge to international law, European security and global food chains; the Middle East as a humanitarian, energy and ecological frontier of modern geopolitics; and the Venezuelan direction of the United States of America as a manifestation of the renewed struggle for political transition, energy resources and influence in the Western Hemisphere. The aim of the study is to determine how these processes indicate the transition toward a conflict-ridden world order and how they generate threats to sustainable development, food security and natural resources. Methodologically, the research is based on qualitative documentary analysis, hermeneutic interpretation of political texts, international reports and scientific literature, as well as comparative assessment of four crisis cases. The proposed analytical approach combines geopolitical criteria with sustainability-oriented criteria, including military intensity, humanitarian gravity, pressure on sustainable development, food security impact, natural resource pressure and global polarization. The results show that the current crisis of world order cannot be reduced only to the weakening of

[1] Gen. Dyw. Dr hab., Rector. WSHIU, Academy of Applied Sciences. Poznan, Poland
[2] Head of Postgraduate Studies. WSHIU, Academy of Applied Sciences. Poznan, Poland

BY: se debe dar crédito al creador.
NC: Solo se permiten usos no comerciales de la obra.
SA: Las adaptaciones deben compartirse bajo los mismos

https://revistaceres.com/index.php/ceres/index
Recibido: 2026-03-07 **Aceptado**: 2026-05-05

international law or the redistribution of power among great actors. It also involves the destabilization of agrifood systems, maritime routes, energy markets, water access, land resources, mineral extraction, reconstruction capacity and environmental resilience. The article argues that the world is entering a phase of conflict polycentricity, in which several centers of power simultaneously compete for influence while conflicts increasingly undermine the material foundations of sustainable development.

Keywords: world order, China, war in Ukraine, Middle East, Venezuela, sustainable development, food security, natural resources, conflict polycentricity, energy security, international law.

China, la guerra en Ucrania, Oriente Medio y la dirección venezolana de los Estados Unidos de América como señales de la transición hacia un orden mundial plagado de conflictos y amenazas para el desarrollo sostenible, la seguridad alimentaria y los recursos naturales

Resumen

El artículo analiza la transformación del orden mundial contemporáneo a través de cuatro vectores de crisis interrelacionados: el ascenso estructural de China como centro alternativo de poder económico, tecnológico e infraestructural; la guerra en Ucrania como desafío directo al derecho internacional, a la seguridad europea y a las cadenas alimentarias globales; Oriente Medio como frontera humanitaria, energética y ecológica de la geopolítica moderna; y la dirección venezolana de los Estados Unidos de América como manifestación de una renovada lucha por la transición política, los recursos energéticos y la influencia en el hemisferio occidental. El objetivo del estudio es determinar cómo estos procesos indican la transición hacia un orden mundial plagado de conflictos y cómo generan amenazas para el desarrollo sostenible, la seguridad alimentaria y los recursos naturales. Metodológicamente, la investigación se basa en el análisis documental cualitativo, la interpretación hermenéutica de textos políticos, informes internacionales y literatura científica, así como en una evaluación comparativa de cuatro casos de crisis. El enfoque analítico propuesto combina criterios geopolíticos con criterios orientados a la sostenibilidad, incluida la intensidad militar, la gravedad humanitaria, la presión sobre el desarrollo sostenible, el impacto en la seguridad alimentaria, la presión sobre los recursos

naturales y la polarización global. Los resultados muestran que la crisis actual del orden mundial no puede reducirse únicamente al debilitamiento del derecho internacional o a la redistribución del poder entre los grandes actores. También implica la desestabilización de los sistemas agroalimentarios, las rutas marítimas, los mercados energéticos, el acceso al agua, los recursos de la tierra, la extracción mineral, la capacidad de reconstrucción y la resiliencia ambiental. El artículo sostiene que el mundo está entrando en una fase de policentrismo conflictivo, en la que varios centros de poder compiten simultáneamente por influencia mientras los conflictos socavan cada vez más las bases materiales del desarrollo sostenible.

Palabras clave: orden mundial, China, guerra en Ucrania, Oriente Medio, Venezuela, desarrollo sostenible, seguridad alimentaria, recursos naturales, policentrismo conflictive, seguridad energética, derecho internacional.

Introduction

The beginning of the 21st century bears less and less resemblance to the era that was described at the turn of the 1990s and 2000s as the triumph of the liberal international order. After the end of the Cold War, global politics seemed to be moving in the direction of the gradual expansion of international law, open trade, democratic legitimacy, multilateral governance, sustainable development, resource cooperation and the gradual stabilization of global food systems. However, history has turned out to be less straightforward.

The rise of China, the return of large-scale wars in Europe and the Middle East, a new wave of militarization, the weakening of universal norms, and external intervention in the political processes of strategic regions indicate not the end of history but the return of history in its most acute form. At the same time, these processes demonstrate that the crisis of world order is no longer limited to diplomacy, military alliances or the balance of power. It increasingly affects the material foundations of human security, including access to food,

Ceres. Revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible
ISSN: 3101-4895 / Vigo, Provincia de Pontevedra – España

water, energy, agricultural land, transport corridors, critical infrastructure and natural resources.

The peculiarity of the current moment is that the crisis of the world order does not have a single center. It consists of several interconnected directions. China challenges not only the economic dominance of the West, but also the very philosophy of liberal universalism, while simultaneously shaping new infrastructural, technological and resource dependencies through trade routes, ports, energy projects, mineral supply chains and investment in the Global South.

The war in Ukraine has raised the question of whether international law can actually restrain imperial violence if the aggressor has significant military, nuclear and resource potential. It has also shown that modern war can become a direct threat to sustainable development, because the destruction of energy facilities, ports, agricultural infrastructure, housing, water systems and transport networks affects not only one country, but also global food markets and long-term reconstruction capacity.

The Middle East demonstrates the limit of humanitarian rhetoric, when the civilian population finds itself between military necessity, religious-political identities, energy interests, water scarcity, disrupted food access and the weakness of international coercive mechanisms. Venezuela, in turn, returns to the political debate the question of whether the external presence of a great power can be justified by the need for political transition, stabilization of the energy market, access to oil and mineral resources or the fight against authoritarian rule. In this case, we are talking not only about Latin America. It is about the broader question of whether the post-hegemonic world is able to maintain the line between supporting change and imposing change, as well as

between protecting international stability and redistributing control over strategic natural resources. In our view, these processes should not be viewed as separate regional crises. They are components of a single historical fracture within which the world is moving from an order based on the dominance of a single center of power to a conflictual polycentricity. Such polycentricity does not mean automatic equilibrium. On the contrary, it creates a situation in which each major actor claims its own interpretation of security, justice, development, legitimacy and control over the resources necessary for survival and growth.

In this sense, modern geopolitics is once again acquiring a philosophical content. It is not just about territories, resources, armies, or sanctions. It is about the dispute over what the world should be like, who has the right to set the rules, whether there is a universal morality in international politics, and whether humanitarian rhetoric can remain convincing when the great powers themselves violate the principles they proclaim. However, in the conditions of the new conflict-ridden world order, this dispute also concerns food security, energy security, water security, environmental resilience, the protection of agricultural production and the governance of natural resources.

The purpose of the study is to provide a historical, geopolitical, philosophical and sustainability-oriented understanding of the transformation of the world order through the analysis of four crisis vectors related to China, the war in Ukraine, the Middle East, and Venezuela. The article aims to show that these vectors are not only signs of geopolitical fragmentation, but also sources of threats to sustainable development, food security and natural resources.

Achieving this goal requires not only describing the facts, but also reconstructing the meanings that political actors, international organizations,

Ceres. Revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible
ISSN: 3101-4895 / Vigo, Provincia de Pontevedra – España

scholars, and the media give to these facts, as well as identifying how these crises affect agrifood systems, energy markets, maritime logistics, water access, land resources, environmental security and the long-term ability of societies to recover after shocks.

The first research question concerns China. Is China's current rise merely the economic rise of a new great power, or does it signify the emergence of an alternative philosophy of world order based on sovereignty, infrastructural dependence, state capitalism, political pluralism without liberal universality, resource diplomacy and the strategic control of supply chains?

The second research question concerns wars. Can the war in Ukraine and the war in the Middle East be seen as two different but interconnected tests of the ability of international law to protect civilians, territorial integrity, humanitarian standards, food systems, energy infrastructure, water access and the ecological foundations of sustainable development?

The third research question concerns the United States of America and Venezuela. Is the increased American presence in Venezuela a manifestation of stabilization policy, or does it indicate a return to the practice of forcibly shaping political transitions in strategically important regions, where political influence is inseparable from oil, gas, mineral resources and control over regional security?

The fourth research question concerns the general trajectory of the world order. Do China, the war in Ukraine, the Middle East and the Venezuelan direction of the United States of America collectively indicate the transition toward a conflict-ridden world order in which geopolitical rivalry increasingly threatens sustainable development, food security and natural resources?

Ceres. Revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible
ISSN: 3101-4895 / Vigo, Provincia de Pontevedra – España

1. Theoretical and conceptual foundations

The current scholarly debate on world order is evolving between several major approaches. The first approach assumes that the liberal order, despite the crisis, retains normative appeal, as it links security, economic openness, human rights, and international organizations. Ikenberry (2020) thinks along these lines, viewing liberal internationalism as a long historical tradition that is experiencing a crisis but not entirely losing its capacity for renewal. From this perspective, the weakening of the liberal order is dangerous not only because it reduces the authority of international law, but also because it undermines the ability of states to coordinate responses to climate risks, food shortages, energy instability, water scarcity and ecological degradation.

The second approach, represented by the realist tradition, emphasizes that the liberal order was a historically brief exception, dependent on the preeminence of the United States of America after the Cold War. Mearsheimer (2019) argues that the liberal international order had internal limitations, as it attempted to disseminate universal political principles in a world where states remain driven by national interests, security fears, and the balance of power. For this article, realism is important because it explains why food, energy, minerals, ports, maritime routes, agricultural land and water resources increasingly become not neutral economic categories, but instruments of power, coercion and strategic dependence.

Between these two approaches lies the concept of a multiplex world, developed by Acharya (2017). In this vision, world order is no longer reduced to a single center, a single development model, or a single source of legitimacy. On the contrary, it is shaped by the coexistence of several regional orders, several

civilizational notions, and several modernization models. Such an approach is particularly relevant for the analysis of sustainable development, because different centers of power promote different understandings of development, resource governance, food security, infrastructure financing and environmental responsibility.

It is within this theoretical framework that China should be considered. Its rise cannot be explained solely by gross domestic product, exports, or military spending. China offers an alternative vocabulary of international politics. Its central concepts are sovereignty, development, infrastructure, noninterference, stability, and mutual benefit. At the same time, critics of this approach point out that the language of development may conceal new asymmetries of dependence, debt pressures, environmental risks, and Beijing's growing political influence in the countries of the Global South.

The war in Ukraine takes the discussion of world order from the theoretical plane to the space of direct historical testing. If territorial integrity and the prohibition of aggressive war are the basic principles of post-war international law, then the inability to quickly stop aggression means a deep crisis not only of security policy, but also of the very idea of a legal order between states. At the same time, the war in Ukraine demonstrates that aggression against a sovereign state can generate systemic threats to sustainable development, including destruction of energy infrastructure, damage to agricultural production, disruption of Black Sea logistics, contamination of land resources, pressure on reconstruction capacity and destabilization of global food markets.

The Middle East adds another level to this crisis. It is a situation in which a humanitarian catastrophe, religious history, colonial heritage, regional ambitions,

energy security and global diplomacy merge into one complex knot. Here international law does not disappear completely, but appears more as a language of accusations than as an effective mechanism for protecting civilians (Table 1).

Table 1. Theoretical approaches to the interpretation of the contemporary world order

Approach	Basic idea	Explanatory value for this article
Liberal internationalism	World order can be stabilized through law, institutions, open markets, human rights and international cooperation for sustainable development	Helps explain why contemporary wars and external interventions are perceived as a crisis of the normative order and as a threat to coordinated responses to food insecurity, environmental degradation and resource scarcity
Realism	States act in the direction of security and power, while law has significance only when it is supported by force	Explains the return of militarization, spheres of influence and competition between great powers, including competition for energy, food systems, maritime routes, minerals and strategic infrastructure
Multiplex world	The international system consists of several centers, regional orders and models of legitimacy	Allows China, the Middle East, Ukraine and Venezuela to be read as parts of a single transition toward polycentricity, where different actors propose different models of development, resource governance and food security
Critical geopolitics	Geopolitical facts are always interpreted through language, maps, narratives and historical memory	Makes it possible to analyze not only events, but also the meanings created around them, including narratives about development, humanitarian responsibility, energy security, food access and natural resources

Venezuela is important because it brings back the question of the Western Hemisphere. In the 20th century, Latin America was often a space of external influence, experiments with political regimes, sanctions pressure and the struggle for energy resources. In the 21st century. This trajectory has not disappeared, but

Ceres. Revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible
ISSN: 3101-4895 / Vigo, Provincia de Pontevedra – España

has only acquired a new meaning, in which democratic rhetoric is intertwined with energy, migration, security, drug policy, and regional balance.

2. Methodology

Methodologically, the article is based on qualitative documentary research, hermeneutic analysis and comparative geopolitical assessment. The hermeneutic approach is used because modern international crises exist not only as facts, but also as texts. They are presented in the speeches of leaders, resolutions, international reports, analytical documents, media images and scientific concepts. Therefore, the task of the researcher is not only to collect data, but also to understand what meanings various political actors give to these data. In the context of this article, special attention is also paid to the way in which political actors interpret access to food, energy, water, agricultural land, minerals, maritime routes and critical infrastructure as elements of security, influence and development.

The documentary corpus of the study includes three groups of sources. The first group includes scientific works on the theory of international order, realism, liberal internationalism, multipolarity and the rise of China. The second group includes reports of international organizations, in particular the Office of the United Nations High Commissioner for Refugees, the Office of the United Nations High Commissioner for Human Rights, the World Bank, UNICEF, OCHA, UNCTAD and SIPRI. The third group includes analytical materials from leading research centers on Venezuela, the American presence in the region, and the Western Hemisphere crisis. China's infrastructural influence, the Middle East, energy routes and strategic resource competition. The fourth group includes international media reports and official statements that make it possible to clarify

the chronology of recent events and verify how crises are publicly framed in connection with sustainable development, food security and natural resources.

The research procedure involved three stages. The first stage involved contextual reading of the sources, during which the main facts, actors, and historical circumstances of each case were identified. The second stage involved philosophical reading aimed at identifying basic concepts such as sovereignty, legitimacy, power, order, justice, and humanitarian responsibility. The third stage involved a comparative assessment of the four crisis areas using five criteria (Table 2).

Table 2. Documentary corpus and analytical purpose of source groups

Source group	Type of materials	Analytical purpose
Scholarly sources	Monographs and articles on the theory of international relations, world order, realism, liberalism and multipolarity.	Formation of the theoretical foundation, definition of concepts and reconstruction of the academic debate.
International reports	UNHCR, OHCHR, OCHA, UNICEF, World Bank, SIPRI, UNCTAD and other organizations.	Factual basis regarding casualties, displacement, military expenditure, humanitarian needs and economic losses, food insecurity, environmental degradation, energy instability and natural-resource risks
Analytical centers	Council on Foreign Relations, Brookings Institution, AidData and other specialized institutions.	Interpretation of the policies of great powers, crisis dynamics and regional consequences.
Media sources	Reports by international agencies on recent developments and official statements.	Clarification of the chronology of events and verification of current political context.

Ceres. Revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible
ISSN: 3101-4895 / Vigo, Provincia de Pontevedra – España

The methodological limitation of the study is that it does not claim to be a definitive quantitative model of world politics. The proposed index is an analytical tool that helps to systematize comparisons, but does not replace a full-fledged econometric study. At the same time, it allows us to show which components form the tension in various regional crises and how these components are connected with threats to sustainable development, food security and natural resources. Thus, the index should be understood as an interpretive comparative instrument that combines geopolitical analysis with the assessment of conflict-induced sustainability risks.

3. China and its new position in the world order

China's presence in the modern world is dual in nature. On the one hand, China is deeply integrated into the global economy, dependent on trade, technology, raw materials, sea routes and external markets. On the other hand, it is this integration that Beijing is using to gradually shape an alternative geoeconomic architecture. China is not openly destroying globalization. It is trying to change its center of gravity.

According to the World Bank, China's growth in 2025 was estimated at 4.9%, in 2026 it was predicted to slow down to 4.4%, and in 2027 to 4.2%. Such a slowdown does not mean a loss of global importance. On the contrary, it shows a transition from a phase of rapid industrial expansion to a phase of structural competition, in which China retains its importance not only as a producer, but also as a lender, investor, technological actor and diplomatic mediator (World Bank, 2026).

Of particular importance is the role of Chinese development finance. AidData estimates that between 2000 and 2021, China supported 20,985 projects

in 165 low- and middle-income countries, worth US$1.34 trillion. This means that Chinese geopolitics is not limited to military power. It operates through ports, railways, power plants, roads, logistics hubs, telecommunications and industrial zones (AidData, 2023). These projects are also directly related to the material foundations of sustainable development, because they influence transport accessibility, energy production, agricultural exports, urbanization, extraction of natural resources and the integration of developing countries into global trade. At the same time, infrastructure can become not only a development instrument, but also a mechanism of long-term dependence if financial obligations, environmental risks and political influence are not balanced by transparency and institutional accountability.

The Chinese model is attractive to some countries in the Global South because it does not impose the same political conditions as Western creditors or donors. At the same time, this very feature creates a philosophical problem. If development is separated from human rights, political accountability and transparency, then it can turn into a technocratic form of dependency. The state receives infrastructure, but at the same time it is caught in a complex web of financial, technological and diplomatic obligations. In such conditions, sustainable development may become formally accelerated but substantively vulnerable, especially when large infrastructure projects increase debt exposure, put pressure on ecosystems, reshape land use or strengthen external control over strategic resources.

China does not necessarily seek to create a complete replica of American hegemony. Its strategy is more subtle. It is to create a world in which Western rules are no longer the sole language of international legitimacy. In such a world, one can talk about human rights, but one can also talk about non-interference.

Ceres. Revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible
ISSN: 3101-4895 / Vigo, Provincia de Pontevedra – España

One can talk about democracy, but one can also talk about stability. One can talk about open markets, but one can also talk about state planning and infrastructure development.

That is why China is emerging not only as a geopolitical competitor but as a philosophical challenge. It is forcing the West to answer the question of whether the liberal order was truly universal or whether it merely reflected the historical superiority of Western states after the Cold War. The answer to this question cannot be purely economic. It concerns the very way of thinking about order, progress, and political modernization. It also concerns the question of who has the authority to define development priorities, environmental responsibility, resource sovereignty and the relationship between economic growth and human security.

The Chinese direction also demonstrates an important shift in the nature of power. In classical geopolitics, power was understood mainly as territorial control, military presence, and the ability to coerce. In today's external environment, power is often expressed through dependence on logistical routes, technological standards, credit instruments, and access to markets. Thus, infrastructure ceases to be a mere material object and becomes a language of political influence. In the new conflict-ridden world order, this language increasingly includes access to ports, fertilizers, rare earth elements, oil and gas routes, grain logistics, digital infrastructure and industrial technologies. Therefore, China's rise should be interpreted as a transformation of power from direct control over territory to indirect control over the systems that sustain production, trade, food security and resource circulation (Table 3).

Ceres. Revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible
ISSN: 3101-4895 / Vigo, Provincia de Pontevedra – España

Table 3. China as a structural actor of the new world order

Component of influence	Concrete manifestation	Geopolitical significance
Economy	The second-largest economy in the world and a key production center.	Shifts the center of global production toward Asia and strengthens dependence on Chinese supply chains.
Infrastructure	Loans, ports, railways, energy facilities, logistics corridors and telecommunications networks.	Creates long-term channels of influence through material dependence.
Diplomacy	Activity in the Global South, mediation initiatives and participation in multilateral formats.	Weakens the monopoly of the West on defining rules and diplomatic priorities.
Military power	Growing military expenditure, naval development and army modernization.	Increases pressure in the Indo-Pacific region and around Taiwan.
Ideology	Emphasis on sovereignty, stability and development without liberal democratization.	Offers an alternative to the universalist political model of the West.
Natural resources and food systems	Access to critical minerals, energy projects, agricultural cooperation, port infrastructure and logistics hubs	Transforms resource governance and food security into instruments of strategic influence in the Global South and beyond

At the same time, China's rise is not a continuous line of success. Demographic aging, local government debt, real estate market problems, technological constraints, sanctions pressure, and tensions in the Indo-Pacific region pose a number of internal and external challenges for Beijing. That is why China cannot be described as a future undisputed hegemon. It is more appropriate to speak of it as a structural competitor, capable of changing the rules even without full control over the system. Its influence lies precisely in the fact that it can reshape the conditions under which other countries build infrastructure, secure food supplies, access energy, extract resources, participate in trade and define their own development strategies. Therefore, China's new

position in the world order is not only a question of power redistribution, but also a question of who will shape the material foundations of sustainable development in the coming decades.

4. The war in Ukraine as a crisis of international law

The war in Ukraine is one of the most important historical tests of the international order since 1945. Its significance goes far beyond regional security. It is about whether the prohibition of aggressive war has real force if it is violated by a state with a large military potential, a permanent seat on the UN Security Council and significant resources. At the same time, this war is also a test of the ability of the international system to protect the material foundations of sustainable development, including energy infrastructure, agricultural production, food exports, transport corridors, land resources, housing, water systems and long-term reconstruction capacity.

The humanitarian consequences of the war indicate the systemic nature of the destruction. According to UNHCR, as of September 2025, 5.75 million refugees from Ukraine were registered in the world, including 5.2 million in Europe, and 3.75 million people remained internally displaced (UNHCR, 2026). These figures reflect not only the scale of population displacement, but also the long-term disruption of social ties, educational trajectories, the labor market and demographic structure. They also show that war undermines sustainable development not only through direct physical destruction, but also through the loss of human capital, demographic imbalance, pressure on host societies and the weakening of local communities that are necessary for post-war recovery.

Ceres. Revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible
ISSN: 3101-4895 / Vigo, Provincia de Pontevedra – España

The Office of the United Nations High Commissioner for Human Rights reported that at least 238 civilians were killed and 1,404 civilians injured in April 2026, the highest monthly civilian casualties since July 2025. The report also recorded an 18% increase compared to April 2025 and a 13% increase compared to March 2026 (OHCHR, 2026). Civilian casualties in this context are not only a humanitarian tragedy. They also indicate the destruction of the social basis of development, because every attack on residential areas, medical facilities, educational institutions, energy systems or transport infrastructure reduces the ability of society to maintain normal economic and social life.

The economic component is no less important. According to the World Bank, the Government of Ukraine, the European Commission and the UN, as of 31 December 2025, the total cost of recovery and reconstruction of Ukraine was estimated at almost US$588 billion for the next decade, while direct losses exceeded US$195 billion. Housing, transport and energy were particularly affected (World Bank, 2026). These figures reveal the war as a crisis of sustainable development, because reconstruction is not limited to the restoration of buildings or roads. It requires the rebuilding of energy systems, logistics corridors, agricultural capacities, water supply, environmental safety, industrial production and institutional trust. Therefore, the economic losses caused by the war should be interpreted not only as financial damage, but also as a long-term weakening of the development trajectory of the state.

A separate dimension of the war is its impact on food security and natural resources. Ukraine has traditionally played an important role in global grain and agricultural markets, while the destruction of port infrastructure, attacks on energy facilities, mining of territories, contamination of land, disruption of agricultural production and pressure on Black Sea logistics create risks that go

far beyond national borders. In this sense, the war shows that food security is not only an agricultural issue, but also a geopolitical issue. Access to ports, railways, storage facilities, fuel, electricity and safe agricultural land becomes a condition for the stability of both domestic and global food systems.

The philosophical significance of this war lies in the fact that it destroys the illusion of automatic progress. After World War II, international law developed as a response to the experience of catastrophe. It was not only supposed to regulate the behavior of states, but also to prevent a return to the imperial trajectory. However, the aggression against Ukraine showed that law without force is not always able to stop force.

At the same time, the war revealed the opposite process. It demonstrated that even in conditions of large-scale violence, international law does not disappear. It remains the language of diplomacy, sanctions, investigations, compensation, international solidarity and future responsibility. Therefore, this is not so much the death of international law as a crisis of its coercive capacity.

The militarization of Europe is also gaining special significance. SIPRI recorded that in 2025, global military spending reached 2,887 billion US dollars, and spending in Europe increased by 14%. The war in Ukraine has become one of the key factors in this process. Europe is thus returning to a historical state in which security once again requires not only norms but also defensive capabilities (SIPRI, 2026).

In humanitarian terms, this war also demonstrates that the concepts of victory, peace and reconstruction have different horizons. Military victory may mean the liberation of territories, but social reconstruction requires the return of people, the reconstruction of cities, overcoming trauma, restoring trust in state

Ceres. Revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible
ISSN: 3101-4895 / Vigo, Provincia de Pontevedra – España

authorities and creating conditions for economic life. Political peace can be concluded faster than human security is restored. This is why the post-war reconstruction of Ukraine will be not only a technical project, but also a long-term moral task (Table 4).

Table 4. The war in Ukraine as a test of the international order

Sphere of impact	Factual manifestation	Significance for world order
International law	Violation of territorial integrity and the principle of non-use of force.	Undermines the foundations of the post-war security system.
Humanitarian sphere	Civilian casualties, population displacement and destruction of housing.	Reveals the crisis of mechanisms designed to protect civilian populations.
Economy	Recovery needs estimated at almost 588 billion US dollars over a decade.	Transforms war into a long-term financial and institutional challenge.
European security	Growth of defense expenditure, rearmament and reassessment of threats.	Returns militarization to the center of European politics.
Food security	Strikes against port, energy and agricultural infrastructure.	Exposes the vulnerability of grain markets and global logistics.

The war also changed the European concept of strategic autonomy. Until 2022, it was often perceived as a debate about the balance between the United States of America and the European Union. After a full-scale invasion, the issue became much more concrete. It concerns ammunition stocks, production capacity, air defense, energy sustainability, cybersecurity, and the ability to withstand a protracted war of attrition.

Ceres. Revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible
ISSN: 3101-4895 / Vigo, Provincia de Pontevedra – España

5. The Middle East as a humanitarian frontier of modern geopolitics

The Middle East is a space where history, religion, colonial heritage, national projects, energy and geopolitics cannot be separated. The war in this region is not just a military clash. It is a crisis of meaning, in which each side appeals to historical memory, the right to security, collective trauma and political survival. At the same time, the Middle East is also a space where the crisis of world order directly intersects with sustainable development, food security, water access, energy routes and the governance of natural resources. Therefore, the region should be interpreted not only as a geopolitical frontier, but also as one of the most vulnerable zones of the global sustainability crisis.

Gaza has become one of the most dramatic symbols of this crisis. OCHA noted in June 2026 that the humanitarian situation in Gaza remains fragile and dangerous, with strikes continuing daily, most people remaining displaced, access to safe water limited and the accumulation of solid waste in residential areas increasing the risks of disease, especially among children (OCHA, 2026). This description shows that the humanitarian crisis is inseparable from the ecological crisis, because destroyed infrastructure, limited sanitation, solid waste accumulation, damaged water systems and restricted humanitarian access create a chain of risks for public health, environmental safety and long-term urban recovery.

UNICEF reported that for 1.1 million children in Gaza, water remains a daily uncertainty, 82% of households are water-unsafe and up to 70% are unable to collect the minimum 6 liters. per person per day for drinking and cooking (UNICEF, 2026). Such figures turn a humanitarian crisis into a crisis of the political vocabulary itself, because without water, food, medicine and security,

the concept of law becomes too abstract. In this context, water is not only a humanitarian need, but also a strategic resource and a central category of sustainable development. When access to safe water becomes uncertain, the crisis affects nutrition, hygiene, disease prevention, child protection, food preparation and the very possibility of maintaining social life.

The peculiarity of the Middle East crisis is that it undermines the very possibility of neutral language. Every concept, including security, occupation, terrorism, self-defense, genocide, humanitarian access and the right to statehood, becomes the subject of struggle. Therefore, geopolitical analysis here inevitably turns philosophical. The question is not only who controls the territory, but also whether human life retains political value in a situation where collective fears become stronger than universal norms.

The Middle East also has global effects. Even local escalation can affect transport routes, energy prices, food security, migration flows and the domestic politics of states beyond the region. That is why this war cannot be described as merely regional. It is one of the nerve centers of the world order. The vulnerability of the Red Sea, the Suez Canal, the Strait of Hormuz and other strategic routes demonstrates that conflicts in the region may influence shipping costs, insurance prices, oil and gas transportation, fertilizer markets, food imports and the stability of global supply chains. Thus, the Middle East connects local suffering with the global economy, because insecurity in this region can quickly transform into energy instability, food-price pressure and disruption of maritime logistics.

Unlike the war in Ukraine, where the central issue is aggression against a sovereign state, the Middle East demonstrates a different type of crisis, namely

the crisis of a protracted unresolved conflict, in which statehood, security, and humanitarian rights have been mutually blocked for decades. It is this duration that makes the region particularly explosive.

The philosophical core of the Middle East crisis lies in the conflict between the right to security and the right to political existence. If one side thinks of itself through the experience of surviving a historical catastrophe, and the other side thinks of itself through the experience of prolonged deprivation of statehood, then a political compromise requires not only diplomacy but also a rethinking of memory. Without this, any truce remains a technical pause, not a basis for peace (Table 5).

Table 5. The Middle East as a node of humanitarian and geopolitical crisis

Component	Manifestation	Consequence
Humanitarian crisis	Population displacement, water shortages, disease risks and destruction of infrastructure.	Deepens distrust toward the international system for protecting civilians.
Regional security	Involvement of Israel, Iran, Palestinian structures, Lebanon, Syria, Yemen and external actors.	Creates the risk of war spreading beyond the original theater.
Energy	Vulnerability of oil and gas transportation routes.	Affects prices, shipping insurance and global supply chains.
International law	Mutual accusations of violations of humanitarian norms.	Turns law into a field of political struggle.
Philosophy of violence	Combination of security, revenge, trauma and identity.	Leads to the radicalization of political imagination and the dehumanization of the opponent.

The Middle East also demonstrates the weakness of the global humanitarian system. International organizations can document suffering,

provide access-based aid, warn of risks, and generate moral pressure. However, they are not always able to change the behavior of parties to a conflict if that behavior is supported by military necessity, domestic politics, or external alliances. This weakness is especially dangerous when humanitarian collapse is combined with environmental degradation, water scarcity, food insecurity and energy vulnerability. In such conditions, the crisis becomes cumulative: the longer violence continues, the more difficult it becomes to restore not only peace, but also the material foundations of sustainable life.

Therefore, the Middle East should be understood as one of the most concentrated examples of the transition toward a conflict-ridden world order. It shows that modern conflicts are not limited to borders, armies and diplomatic negotiations. They penetrate the systems that support everyday life, namely water, food, energy, housing, health, waste management, transport and natural resources. This is why the Middle East is central to the general argument of the article: the crisis of world order is simultaneously a crisis of humanitarian protection and a crisis of sustainable development.

6. Venezuelan direction and the presence of the United States of America

The Venezuelan case is of particular importance for understanding the contemporary world order because it combines several key themes. Among them are energy, authoritarianism, migration, sanctions, regional security, external intervention, and the question of the legitimacy of political transition. Unlike Ukraine or the Middle East, Venezuela is not just a military case. It is a case of controlled or forced transition, where external influence can be presented as stabilization, but at the same time can be perceived as a violation of sovereignty.

Ceres. Revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible
ISSN: 3101-4895 / Vigo, Provincia de Pontevedra – España

In 2026, American policy towards Venezuela became the subject of heated debate. The Council on Foreign Relations described the confrontation between the United States of America and Venezuela as a separate conflict case, associated with military actions, the detention of Nicolás Maduro, and an attempt at further political realignment (Council on Foreign Relations, 2026). The Brookings Institution viewed the special operation of January 3, 2026, as an event with direct implications for U.S. foreign policy, international law, and the future of Venezuela (Brookings Institution, 2026).

Reuters reported that in December 2025, the White House had ordered U.S. military forces to focus on enforcing the quarantine of Venezuelan oil, indicating the use of economic pressure as a primary tool to influence Caracas. In January 2026, Reuters also reported the seizure by U.S. forces of another Venezuelan-related tanker in the Caribbean Sea, demonstrating the shift from sanctions pressure to maritime control (Reuters, 2025; Reuters, 2026). Such actions show that oil is not merely an economic commodity. It is a geopolitical resource that can be used to pressure political regimes, influence maritime routes, redistribute energy flows and reshape regional power relations. Therefore, the Venezuelan direction illustrates how natural resources become both the object and the instrument of conflict in a world order marked by growing instability.

The philosophical issue in this case is the line between assisting a political transition and external governance. If a regime is deemed authoritarian, corrupt, or a threat to regional security, does this give a foreign state the right to intervene forcefully? If not, what should be the limits of sanctions, diplomatic pressure, and military presence? If so, who determines the criteria for the legitimacy of such intervention? These questions acquire additional complexity when political

Ceres. Revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible
ISSN: 3101-4895 / Vigo, Provincia de Pontevedra – España

transition is connected with access to oil, gas, minerals, ports, refineries and energy infrastructure. In such conditions, the language of democratization may overlap with the material interests of external actors, while the sovereignty of a weaker state becomes vulnerable to strategic calculations related to natural resources.

Venezuela shows that the unipolar trajectory has not completely disappeared. The United States, even in the world of a rising China, still retains the ability to act as a key power actor in the Western Hemisphere. At the same time, such action is no longer perceived as unquestionable. China, Russia, and parts of Latin America and the Global South may interpret it as a manifestation of neocolonial intervention or as confirmation of the double standards of Western policy. This perception is strengthened by the fact that Venezuela is not only a political case, but also a resource case. The country's oil wealth, mineral potential and geographical position in the Caribbean make it a strategic space where questions of democracy, sovereignty, energy security and external influence intersect.

That is why the Venezuelan case is important for the general theme of the article. It shows that the new world order is not simply a transition from American hegemony to Chinese dominance. Instead, a space is emerging where several centers of power simultaneously claim the right to interpret legitimacy. In such a space, a democratic transition can be both a real need for society and a convenient justification for external control. The Venezuelan direction also shows that sustainable development becomes extremely fragile when political legitimacy, sanctions, energy dependence, migration and institutional collapse are combined in one crisis. Under such conditions, the ability of society to

Ceres. Revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible
ISSN: 3101-4895 / Vigo, Provincia de Pontevedra – España

guarantee food access, employment, public services, environmental protection and social stability is significantly weakened.

The energy aspect of the Venezuelan issue cannot be ignored either. Venezuela has some of the largest oil reserves in the world, but its energy infrastructure has been in a state of degradation for many years. That is why the issue of political transition is inseparable from the issue of access to resources, modernization of the oil and gas sector, the participation of foreign companies and the redistribution of geo-economic influence in the Caribbean. At the same time, political transition under external pressure does not guarantee sustainable democratization. The historical experience of Latin America shows that regime change without deep institutional reconstruction can recreate old problems in a new political form. For Venezuela, the main question is not only who will lead the state after the crisis, but also whether the new government will be able to ensure legal certainty, social inclusion, control of corruption and the trust of citizens.

7. Comparative assessment of crises and calculation of the geopolitical tension index

To summarize the comparative analysis, an author's index of geopolitical tension is proposed. Its goal is not mathematical absoluteness, but systematization of qualitative analysis. The index is calculated according to five criteria, each of which is rated on a scale from 0 to 5.

The first criterion is military intensity, which reflects the scale of the open use of force, the frequency of hostilities and the risk of further escalation. The second criterion is humanitarian severity, which takes into account civilian casualties, population displacement, destruction of housing, lack of water, food,

medical care and basic services. The third criterion is economic, energy and trade impact. The fourth criterion is the erosion of international legal and institutional norms. The fifth criterion is the level of global polarization.

The weights of the criteria are set taking into account the fact that the military and humanitarian components are of the greatest importance for assessing the severity of the crisis. Economic and energy impacts, as well as the erosion of norms, have a slightly lower, but still high, weight. Polarization is given the lowest weight, as it does not always directly imply greater humanitarian burden, but it does affect the possibility of a diplomatic settlement.

The calculation formula is as follows. IGN = 0.25 × ВИ + 0.25 × ГТ + 0.20 × ЭЭТВ + 0.20 × ЭЭТВ + 0.10 × РГП. In this formula, IGN stands for the geopolitical tension index, ВИ stands for military intensity, ГТ stands for humanitarian severity, ЭЭТВ stands for economic, energy and trade impacts, ЭЭТВ stands for the erosion of international legal norms, and РГП stands for the level of global polarization (Table 6).

Table 6. Calculation of the authorial geopolitical tension index

Case	MI	HG	EETI	EIN	LGP	Index
China	2	1	5	3	5	2.85
Ukraine	5	4	4	5	5	4.55
Middle East	5	5	5	5	4	4.90
Venezuela	3	2	4	4	4	3.25

The results show that the Middle East has the highest integral index due to the simultaneous combination of military intensity, humanitarian catastrophe, energy significance, legal uncertainty and global resonance. The war in Ukraine has a slightly lower, but also critical index, since it is directly related to the issue of territorial integrity, European security and the future of international law.

Ceres. Revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible
ISSN: 3101-4895 / Vigo, Provincia de Pontevedra – España

The Chinese case has a lower integral index, because it is not an open war in the narrow sense, but its long-term structural impact is extremely high. It is China that creates not an instantaneous, but a historically long-term tension associated with the change in the center of the world economy and diplomacy.

Venezuela has an intermediate index. It is not equal in scale to the war in Ukraine or the Middle East, but it is important because it raises questions about the limits of external intervention, energy security and the renewal of the practice of spheres of influence.

Discussions

The results allow us to formulate several important conclusions of a debatable nature. First, the modern world order is not collapsing in one moment. It is fragmenting. Its organizations continue to exist, but their capacity for coercion, coordination, and moral authority is weakening. The UN, international judicial mechanisms, humanitarian agencies, sanctions regimes, and multilateral forums remain important, but increasingly they react to crises after they have unfolded, rather than preventing them. This weakness is especially visible when geopolitical crises affect not only security and law, but also sustainable development, food systems, energy infrastructure, water access, maritime routes and natural resources. In such conditions, international organizations are forced to respond simultaneously to military escalation, humanitarian suffering, economic shocks and ecological degradation, while their preventive capacity remains limited.

Second, multipolarity does not necessarily mean a more just world. Sometimes it just means more centers of coercion. If unipolarity created the

Ceres. Revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible
ISSN: 3101-4895 / Vigo, Provincia de Pontevedra – España

problem of excessive power of one actor, then conflict polycentricity creates the problem of competition between several actors, each with its own vision of legitimacy. In addition, each center of power may promote its own model of development, resource governance, energy security and food-system resilience. Therefore, the transition toward a polycentric world order does not automatically create more balanced development. It may also intensify competition for ports, minerals, oil, gas, agricultural land, water resources and technological standards.

Third, China, the war in Ukraine, the Middle East, and Venezuela demonstrate different forms of the same crisis. China shows a structural shift in power. The war in Ukraine shows the crisis of legal deterrence of aggression. The Middle East shows the crisis of humanitarian universality. Venezuela shows the crisis of sovereignty under external pressure. At the same time, all four cases show that the crisis of world order has a material dimension. China demonstrates the strategic importance of infrastructure, supply chains and resource access. The war in Ukraine demonstrates the vulnerability of grain markets, energy systems and reconstruction capacity. The Middle East demonstrates the fragility of water access, humanitarian supply and ecological security. Venezuela demonstrates the dependence of political transition on oil, mineral resources and degraded energy infrastructure.

Fourth, the humanitarian component has become central to geopolitics. In the 19th and 20th centuries, great powers could speak mainly in the language of territories and balances. In the 21st century, they still operate in the language of force, but are forced to justify it in the language of humanitarian necessity, democratic transition, protection of civilians, or the fight against terrorism. This is where the moral tension arises. If humanitarian language is used selectively, it loses its persuasiveness.

Ceres. Revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible
ISSN: 3101-4895 / Vigo, Provincia de Pontevedra – España

Fifth, the wars and crises of recent years return to the philosophical question of the nature of power. Power in the modern world is not only military. It is financial, technological, logistical, informational, legal, and symbolic. China operates through infrastructure and credit. Russia operates through military aggression. Israel and its adversaries operate through security and identity narratives. The United States of America operates in Venezuela through a combination of military presence, political pressure, and energy interests.

In this context, the concept of conflict polycentricity better reflects the current reality than the simple concept of multipolarity. Multipolarity can mean a certain balance between centers of power. Conflict polycentricity means that there are several such centers, but they do not share a common vision of the rules. They can interact, trade, negotiate, and at the same time undermine each other through sanctions, information campaigns, military alliances, energy pressure, or infrastructure dependencies.

Another important aspect is that modern crises have different temporal depths. The Chinese challenge is long-term and structural. The war in Ukraine is acute and at the same time long-term, because its consequences will go far beyond the military phase. The Middle East has a historical duration that goes back decades. Venezuela combines a short-term political operation with a long history of resource dependence and regional intervention. Thus, the new order is not formed by a single event, but by the superposition of different historical rhythms. Finally, the modern world once again raises the question of humanitarian universality. If civilians in different wars are politically evaluated unequally, the international order loses its moral basis. If law is applied selectively, it ceases to be law in the full sense and turns into an instrument of political struggle. That is why future stability depends not only on the balance of

Ceres. Revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible
ISSN: 3101-4895 / Vigo, Provincia de Pontevedra – España

power, but also on the ability to restore trust in universal humanitarian standards. However, this trust cannot be restored without protecting the material conditions of life. Food, water, housing, energy, medical infrastructure, safe land, clean environment and responsible natural-resource governance are not secondary technical issues. They are central elements of human dignity and global stability. Therefore, the transition toward a conflict-ridden world order should be understood not only as a crisis of law and power, but also as a crisis of sustainable development.

Conclusions

The study showed that the modern world order is not just in a state of crisis, but in a state of deep structural transformation. A key feature of this transformation is the transition from liberal unipolarity to conflict polycentricity, in which several centers of power simultaneously claim the right to define rules, interpret legitimacy, and shape political transitions. At the same time, this transformation increasingly affects not only diplomacy, international law and military security, but also sustainable development, food security, energy stability, water access, environmental resilience and the governance of natural resources.

China in this system appears as a long-term structural competitor to the West. Its influence is based not only on economic scale, but also on the ability to form infrastructural, financial, and diplomatic dependencies. The Chinese model does not always offer open ideological confrontation, but it actually calls into question the universality of the liberal international order. In addition, China's rise demonstrates that infrastructure, ports, logistics corridors, critical minerals, energy projects, agricultural cooperation and technological standards can

become instruments of structural influence. Therefore, the Chinese vector should be interpreted not only as a geopolitical challenge, but also as a factor that reshapes the material foundations of global development and resource governance.

The war in Ukraine showed that international law remains morally and politically necessary, but its coercive ability is limited. This war has become a test for Europe, the UN, sanctions regimes, international criminal responsibility, and the very idea of territorial integrity. At the same time, it has led to large-scale militarization, increased defense spending, and a rethinking of security as a basic condition of political existence. However, the war has also shown that aggression against a sovereign state can undermine global food security, destroy agricultural and energy infrastructure, disrupt maritime logistics, damage land resources and create long-term reconstruction challenges. Thus, the war in Ukraine is not only a crisis of international law, but also a crisis of sustainable development.

The Middle East has revealed the humanitarian limit of modern geopolitics. Its crisis shows that the secure existence of some groups cannot be sustainably built on the long-term humiliation, displacement, or dehumanization of others. Water, housing, medical care, food, and child protection are no longer secondary humanitarian issues, but central categories of the world order.

The Venezuelan trend demonstrates the return of the problem of external interference in political transition. The presence of the United States of America in the region can be interpreted as an attempt at stabilization, but at the same time it opens up the risk of resuming the practice of spheres of influence, in

Ceres. Revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible
ISSN: 3101-4895 / Vigo, Provincia de Pontevedra – España

which the sovereignty of the weaker state depends on the strategic interests of the stronger.

The author's index of geopolitical tension showed that the most concentrated crisis of the modern order is the Middle East, followed by the war in Ukraine, then the Venezuelan trend, and Chinese structural competition. At the same time, China's lower score does not mean less historical significance. On the contrary, it is the Chinese vector that may have the most lasting consequences, because it changes not only current security, but also the very architecture of the world economy and diplomacy.

In conclusion, it should be noted that the 21st century. has brought neither the final triumph of law nor a complete return to classical power politics. It has formed a more complex world in which law, force, humanitarian morality, technology, infrastructure and economic dependence operate simultaneously. That is why the future world order will depend not only on who has more resources, but also on who can offer a more convincing answer to the questions of justice, security and human dignity in the age of conflict polycentricity.

Thus, the central conclusion of the study is that the transition toward a conflict-ridden world order is simultaneously a geopolitical, legal, humanitarian and sustainability crisis. China, the war in Ukraine, the Middle East and the Venezuelan direction of the United States of America demonstrate that modern conflicts and rivalries increasingly penetrate the systems that sustain everyday life: food, water, energy, infrastructure, land, logistics and natural resources. Therefore, the stability of the future world order will depend not only on the balance of power, but also on the ability of international actors to protect the ecological and resource foundations of human survival.

Ceres. Revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible
ISSN: 3101-4895 / Vigo, Provincia de Pontevedra – España

References

Acharya, A. (2017). After Liberal Hegemony: The Advent of a Multiplex World Order. Ethics and International Affairs, 31(3), 271–285. https://doi.org/10.1017/S089267941700020X

AidData. (2023). AidData's Global Chinese Development Finance Dataset, Version 3.0. William & Mary. https://www.aiddata.org/data/aiddatas-global-chinese-development-finance-dataset-version-3-0

Brookings Institution. (2026, January 5). Making sense of the US military operation in Venezuela. https://www.brookings.edu/articles/making-sense-of-the-us-military-operation-in-venezuela/

Council on Foreign Relations. (2026). U.S. Confrontation With Venezuela. Global Conflict Tracker. https://www.cfr.org/global-conflict-tracker/conflict/instability-venezuela

Ikenberry, G. J. (2020). A World Safe for Democracy: Liberal Internationalism and the Crises of Global Order. Yale University Press.

International Monetary Fund. (2025). World Economic Outlook: Global Economy in Flux, Prospects Remain Dim. https://www.imf.org/en/Publications/WEO

Mearsheimer, J. J. (2019). Bound to Fail: The Rise and Fall of the Liberal International Order. International Security, 43(4), 7–50. https://doi.org/10.1162/isec_a_00342

OCHA. (2026, June 5). Humanitarian Situation Report. Occupied Palestinian Territory. https://www.ochaopt.org/content/humanitarian-situation-report-5-june-2026

OHCHR. (2026, May 13). Protection of Civilians in Armed Conflict. April 2026. https://ukraine.ohchr.org/en/Protection-of-Civilians-in-Armed-Conflict-April-2026

Reuters. (2025, December 24). White House orders military to focus on quarantine of Venezuelan oil. https://www.reuters.com/world/americas/white-house-orders-us-forces-focus-quarantine-venezuela-2025-12-24/

Reuters. (2026, January 20). US military seizes another Venezuela-linked tanker in the Caribbean. https://www.reuters.com/world/americas/us-military-seizes-another-venezuela-linked-tanker-caribbean-2026-01-20/

Reuters. (2026, June 10). Ukraine warns Russian attacks on Odesa ports threaten export collapse. https://www.reuters.com/world/ukraine-warns-russian-attacks-odesa-ports-threaten-export-collapse-2026-06-10/

SIPRI. (2026, April 27). Global military spending rise continues as European and Asian expenditures surge. Stockholm International Peace Research Institute. https://www.sipri.org/media/press-release/2026/global-military-spending-rise-continues-european-and-asian-expenditures-surge

UNCTAD. (2026). Global Trade Update. Global trade growth continues, but fragility rises. https://unctad.org/

UNHCR. (2026). Ukraine Emergency. https://www.unhcr.org/emergencies/ukraine-emergency

UNICEF. (2026, May 29). State of Palestine Humanitarian Situation Update. Water, Sanitation and Hygiene in the Gaza Strip. https://www.unicef.org/sop/reports/unicef-state-palestine-humanitarian-situation-update-wash-gaza-strip

World Bank. (2026, January). Global Economic Prospects. East Asia and Pacific. https://www.worldbank.org/en/publication/global-economic-prospects

World Bank. (2026, February 23). Updated Ukraine Recovery and Reconstruction Needs Assessment Released. https://www.worldbank.org/en/news/press-release/2026/02/23/updated-ukraine-recovery-and-reconstruction-needs-assessment-released

Author contribution statement (CRediT):

Maj, Julian: Conceptualization, methodology, formal analysis, investigation, writing – original draft, writing – review & editing.

Krąkowska, Ewa: Conceptualization, validation, resources, supervision, writing – review & editing, project administration.

Funding:

This study did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

Declaration of conflict of interest and originality

In accordance with the *Code of Ethics and Best Practices* published in the *Ceres Journal*, the authors, *Maj, Julian and Krąkowska, Ewa* declares to the Editorial Committee that they have no situations that represent a real, potential, or evident conflict of interest of an academic, financial, intellectual, or intellectual property nature related to the content of the article: *China, the war in Ukraine, the Middle East, and the Venezuelan direction of the United States of America as signs of the transition to a conflict-ridden world order and threats to sustainable development, food security, and natural resources*, in relation to its publication. Likewise, they declare that the work is original, has not been published partially or entirely in any other medium, and that no ideas, formulations, quotations, or illustrations from various sources were used without clearly and strictly mentioning their origin and without being properly referenced in the corresponding bibliography. They consent to the Editorial Committee applying any plagiarism detection system to verify its originality.

The authors declare that they did not use generative artificial intelligence tools for writing texts or interpreting data in the preparation of this manuscript.

CERES
Revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible
Ediciones Clío
Año 1, núm. 2, julio-diciembre, 2026
ISSN-e: 3101-4895

Sección: **Artículo científico** | **2026**, julio-diciembre, año 1, núm. 2, 158-180

Salario emocional y comunicación estratégica: factores para la optimización del clima organizacional en la industria del cangrejo azul

DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.21157992

Arias Mora, Emily Chiquinquirá[1]
Correo: emilyariasmora@gmail.com
Orcid: https://orcid.org/0009-0007-6038-1131

Ferrer Alaña, Luis Guillermo[2]
Correo: ferrerl@unesur.edu.ve
Orcid: https://orcid.org/0000-0002-5801-5825

Universidad Sur del Lago. Zulia, Venezuela

Resumen

La investigación tuvo como objetivo general proponer estrategias basadas en el salario emocional y la comunicación estratégica como factores para la optimización del clima organizacional en la industria del cangrejo azul. El estudio se desarrolló en la empresa maquiladora de carne de cangrejo Agropecuaria Concha, C.A., ubicada en Puerto Concha, Estado Zulia, Venezuela. El estudio fue de campo, no experimental, de nivel descriptivo, bajo la modalidad de proyecto factible. La población estuvo constituida por el personal que labora en la organización, a quienes se les aplicó un cuestionario de opciones dicotómicas, validado a través del juicio de expertos. Los resultados reflejan la necesidad de optimizar los procesos de comunicación y fortalecer los incentivos no remunerativos para elevar el compromiso del capital humano. Se concluyó que el diseño de estrategias basadas en el reconocimiento y el desarrollo profesional permitirá consolidar un clima organizacional armónico que impacte positivamente en la productividad empresarial.

Palabras clave: Salario emocional, clima organizacional, capital humano, reconocimiento, desarrollo profesional.

[1] Lcda. en Contaduría Pública. MSc. en Gestión del Talento Humano. Dirección General de Creación Intelectual de la Universidad Sur del Lago. Zulia, Venezuela.
[2] Economista. Esp. en Planificación Estratégica. MSc. en Gerencia Empresarial. Dr. en Gestión para la Creación Intelectual. Centro de Investigaciones Administrativas, Contables y Económicas de la Universidad Sur del Lago. Zulia, Venezuela.

BY: se debe dar crédito al creador.
NC: Solo se permiten usos no comerciales de la obra.
SA: Las adaptaciones deben compartirse bajo los mismos

https://revistaceres.com/index.php/ceres/index
Recibido: 2026-03-16 **Aceptado**: 2026-05-10

Emotional salary and strategic communication: factors for optimizing the organizational climate in the blue crab Industry

Abstract

The general objective of this research was to propose strategies based on emotional salary and strategic communication as factors for optimizing the organizational climate in the blue crab industry. The study was conducted at the crab meat processing company Agropecuaria Concha, C.A., located in Puerto Concha, Zulia State, Venezuela. The study was a non-experimental, descriptive field study, conducted as a feasibility project. The population consisted of the organization's employees, who were administered a dichotomous questionnaire, validated through expert review. The results reflect the need to optimize communication processes and strengthen non-monetary incentives to increase employee engagement. It was concluded that designing strategies based on recognition and professional development will help consolidate a harmonious organizational climate that positively impacts business productivity.

Keywords: Emotional salary, organizational climate, human capital, recognition, professional development.

Introducción

La actividad económica del cangrejo azul (*Callinectes sapidus*) en Venezuela ha evolucionado de ser una práctica de subsistencia a consolidarse como un recurso estratégico de alto valor comercial. No obstante, este crecimiento ha traído desafíos estructurales, como la intensificación de la pesca sin criterios técnicos y factores climáticos que alteran los patrones migratorios, afectando la rentabilidad empresarial. En respuesta a la situación planteada, empresas como Agropecuaria Concha, C.A. han implementado ajustes financieros drásticos que han generado un clima de incertidumbre y una fuga de talento calificado. Las consecuencias directas de esta problemática incluyen la asignación de funciones críticas a personal inexperto, comprometiendo la eficiencia y la seguridad

industrial, sumadas a una desmotivación palpable por la falta de canales de comunicación claros y planes de incentivos estructurados.

Ante este escenario, la investigación tuvo como objetivo general proponer estrategias basadas en el salario emocional y la comunicación estratégica como factores para la optimización del clima organizacional en la industria del cangrejo azul. Los objetivos específicos incluyen identificar las estrategias aplicadas actualmente por la empresa maquiladora de carne de cangrejo, determinar las expectativas del personal, diagnosticar los factores influyentes, analizar la percepción interna y diseñar la propuesta final. El estudio justifica su alcance práctico al facilitar la corrección de debilidades operativas y su relevancia social al buscar el bienestar de los trabajadores en contextos vulnerables. Asimismo, la investigación se delimitó al área de talento humano de la empresa ubicada en Puerto Concha, estado Zulia, Venezuela durante el periodo 2025-2026.

1. Análisis de antecedentes y bases teóricas

En el sustento teórico de este estudio se integran perspectivas, análisis y criterios de autores (Scribano, 2008), fundamentales para comprender la dinámica laboral. Desde esta perspectiva, Chiavenato (2009) define el clima organizacional como las percepciones de los miembros sobre su entorno, las cuales dictan su motivación y desempeño. Para profundizar en el impulso humano, se recurre a Maslow (1943) y su jerarquía de necesidades, estableciendo que la satisfacción evoluciona desde lo fisiológico hasta la autorrealización. Complementariamente, Ruiz (2014) diferencia la motivación intrínseca, nacida de la satisfacción de la tarea, de la extrínseca, basada en recompensas externas.

En el marco de la propuesta, se analiza la Teoría de los dos factores de Herzberg, que explica cómo los factores higiénicos (sueldo, seguridad) evitan la

queja, pero no motivan por sí solos, requiriendo de factores motivadores como el reconocimiento y el crecimiento. De igual manera, se trabajó con la Teoría de las Expectativas de Vroom, la cual señala que la motivación depende del vínculo percibido entre esfuerzo y recompensa, lo que justifica la necesidad de una comunicación estratégica en la entrega de incentivos. Finalmente, el concepto de salario emocional, según Chiavenato (2017), se posiciona como el pilar para transformar beneficios no monetarios en fidelidad y compromiso institucional.

1.1. Antecedentes legales

En relación al marco legal que sustenta la investigación, se fundamenta en la protección de la dignidad, la salud y el desarrollo integral del trabajador, elementos que son la base del clima organizacional. En Venezuela, la normativa vigente establece que la gestión del talento humano no debe limitarse exclusivamente a la remuneración económica, sino que debe abarcar estrategias que promuevan el bienestar y la motivación.

En este sentido, la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (1999), en sus artículos 87 y 91, establece que el trabajo debe realizarse en condiciones dignas, asegurando una existencia decorosa que trascienda la simple labor operativa. Por su parte, la Ley Orgánica del Trabajo, los trabajadores y las trabajadoras (2012), fundamenta el diseño de incentivos no salariales. El artículo 105 faculta el uso de beneficios sociales (salud, formación, becas) como herramientas motivacionales que no tienen carácter remunerativo. Asimismo, el artículo 156 exige que el entorno laboral fomente el desarrollo del potencial creativo y humano, lo cual justifica los planes de reconocimiento profesional propuestos en este estudio.

Ceres. Revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible
ISSN: 3101-4895 / Vigo, Provincia de Pontevedra – España

Finalmente, la Ley Orgánica de Prevención, Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo (2005), conocida como LOPCYMAT, en su artículo 59, establece el deber de garantizar el descanso y la recreación. Esto vincula legalmente la propuesta con la mejora del clima organizacional, entendiendo que la satisfacción y el bienestar mental del personal son requisitos legales para prevenir riesgos psicosociales y optimizar el rendimiento laboral. De esta manera, el plan estratégico a proponer no es solo una alternativa de mejora, sino un mecanismo para dar cumplimiento efectivo a las normativas de justicia social y salud laboral vigentes en el país.

1.2. Antecedentes de la investigación

Se revisaron estudios efectuados en el área de talento humano, con el propósito de seleccionar los elementos necesarios y pertinentes que están relacionados directamente con la temática planteada. Es por ello que se tomó en cuenta al autor Figueroa (2023), con la investigación realizada en la Universidad Cooperativa de Colombia titulada "Estrategias motivacionales en el entorno laboral". Este estudio plantea que las estrategias de motivación más efectivas incluyen reconocer y recompensar el desempeño, crear oportunidades para el desarrollo profesional, promover el equilibrio entre la vida laboral y personal, y fomentar un ambiente colaborativo.

Asimismo, se consideró la investigación de Martínez, Paredes y Peralta (2018), de la Universidad del Pacífico, titulada "Estrategias de retención de personal para la organización Explora Valle Sagrado". Las autoras hacen referencia a la importancia de desarrollar estrategias descentralizadas y claras, otorgando márgenes de autonomía que permitan generar iniciativas locales respaldadas por un presupuesto establecido.

Por último, se consultó el trabajo realizado por Alvarado (2017) en la Universidad Militar Nueva Granada, a través de su tesis: "Motivación laboral como factor de disminución de rotación de personal en las organizaciones", donde el autor explica que la motivación laboral es determinante para conseguir los resultados esperados y sugiere que se debe mantener motivados a los colaboradores atendiendo sus necesidades tanto internas como externas.

Por tanto, la investigación se considera relevante para el estudio en curso porque demuestra la relación causa-efecto entre la motivación y la productividad. Su contribución es vital para justificar por qué mejorar el clima organizacional en la maquiladora de carne de cangrejo no es solo un beneficio social para el empleado, sino una estrategia necesaria para el rendimiento de la empresa.

2. Diseño metodológico

La investigación se estructuró como un estudio de campo, no experimental y de nivel descriptivo (Hurtado, 2010; Arias, 2006, 2012; Palella y Martins, 2012; Hernández et al., 2014), bajo la modalidad de proyecto factible (Esterkin, 2007). Al ser la población accesible, se seleccionó una muestra no probabilística intencional con enfoque censal de diez (10) sujetos clave que concentran la operatividad de la planta. El instrumento de recolección de datos fue un cuestionario con 28 ítems de escala dicotómica (Sí/No), validado mediante juicio de expertos.

Las estrategias procedimentales se dividieron en tres fases fundamentales: *Fase I*: Diagnóstico del rendimiento y estrategias actuales, donde se aplicó el instrumento para medir el estado inicial de la organización.

Ceres. Revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible
ISSN: 3101-4895 / Vigo, Provincia de Pontevedra – España

Fase II: Identificación de las causas del clima organizacional, analizando las expectativas y discrepancias entre el esfuerzo del trabajador y la recompensa recibida.

Fase III: Diseño de un plan estratégico, enfocado en la reingeniería de la comunicación y la institucionalización del salario emocional.

3. Resultados

Resultados de la Fase I: Tipos de estrategias motivacionales aplicadas en la empresa maquiladora de carne de cangrejo azul Agropecuaria Concha C.A.

Indicador: Intrínsecas

Tabla 1: Distribución de frecuencias para el indicador Intrínsecas

Ítem	Pregunta	Sí	(%)	No	(%)	Total
1	¿Siente que el trabajo que realiza en su puesto es importante para usted?	10	100%	0	0%	100%
2	¿Usted realiza bien su trabajo, aunque nadie lo esté observando?	10	100%	0	0%	100%

Fuente: Elaboración propia (2026)

El personal encuestado manifestó un compromiso intrínseco total, interpretado como una lealtad profunda y voluntaria que nace de la motivación propia y de los valores de cada trabajador. De igual manera, la totalidad de la muestra otorga valor subjetivo a su puesto y manifiesta una ética de trabajo autónoma, lo que expone la capacidad que poseen los individuos para tomar decisiones y cumplir con sus obligaciones laborales basándose en sus propios valores y juicio crítico, en lugar de depender de reglas externas o de una supervisión constante. Implica un alto sentido de responsabilidad, autogestión y honestidad.

Ceres. Revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible
ISSN: 3101-4895 / Vigo, Provincia de Pontevedra – España

Indicador: Extrínsecas

Tabla 2: Distribución de frecuencias para el indicador Extrínsecas

Ítem	Pregunta	Sí	(%)	No	(%)	Total
3	¿El dinero que gana le permite cubrir sus gastos básicos?	1	10%	9	90%	100%
4	¿Los bonos o ayudas que le otorga la empresa le ayudan?	5	50%	5	50%	100%

Fuente: Elaboración propia (2026)

El 90% de los encuestados no logra cubrir sus necesidades básicas con el salario que reciben, y la percepción de efectividad de los bonos otorgados está dividida en 50/50. Se evidencia una vulnerabilidad económica crítica, definida como la incapacidad severa de un individuo para cubrir necesidades básicas, fenómeno que no solo refleja la falta de recursos, sino también la fragilidad de las estructuras que sostienen a las personas en situaciones de riesgo, en consecuencia, se trata de un concepto clave para entender las dinámicas de riesgo y exposición que enfrentan los trabajadores de una empresa y su grupo familiar ante eventos externos que pueden afectar su bienestar financiero.

Indicador: Compensación y Beneficios

Tabla 3: Distribución de frecuencias para el indicador Compensación y Beneficios

Ítem	Pregunta	Sí	(%)	No	(%)	Total
5	¿Cree usted que el pago que recibe es acorde al trabajo que realiza?	3	30%	7	70%	100%
6	¿Sabe claramente qué beneficios (ayudas, bonos, servicios) le tocan?	10	100%	0	0%	100%

Fuente: Elaboración propia (2026).

Se comprobó que el 100% de los trabajadores de la empresa maquiladora conoce sus beneficios, pero el 70% manifiesta que la remuneración no es equitativa respecto al esfuerzo realizado, es decir, el trabajador siente que lo que aporta a la empresa supera con creces lo que recibe a cambio, de manera que el

pago recibido no es proporcional al desgaste físico, mental, tiempo, responsabilidad o nivel de especialización exigido por el puesto.

Indicador: Cultura y Ambiente Laboral

Tabla 4: Distribución de frecuencias para el indicador Cultura y Ambiente Laboral

Ítem	Pregunta	Sí	(%)	No	(%)	Total
7	¿Se siente a gusto conviviendo con sus compañeros en la planta?	10	100%	0	0%	100%
8	¿La empresa lo trata con respeto y consideración?	9	90%	1	10%	100%

Fuente: Elaboración propia (2026)

Los resultados reflejan un clima de convivencia óptimo (Brunet, 2011; Iglesias y Torres, 2018; León, 2028), con un 100% de satisfacción en el trato entre compañeros. Asimismo, el 90% percibe respeto y consideración por parte de la empresa maquiladora, lo que contribuye a la generación de una base sólida de relaciones interpersonales. La buena convivencia laboral y las relaciones interpersonales sanas, respetuosas y armónicas que se desarrollan entre todos los miembros de una empresa, incluyendo líderes y empleados, contribuyen a la generación de un entorno de trabajo colaborativo que proteja el bienestar emocional y físico de los trabajadores.

Indicador: Desarrollo Profesional

Tabla 5: Distribución de frecuencias para el indicador Desarrollo Profesional

Ítem	Pregunta	Sí	(%)	No	(%)	Total
9	¿Siente que en esta empresa tiene oportunidad de desarrollo profesional?	4	40%	6	60%	100%
10	¿Alguna vez le han enseñado a mejorar su actividad laboral?	7	70%	3	30%	100%

Fuente: Elaboración propia (2026)

Ceres. Revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible
ISSN: 3101-4895 / Vigo, Provincia de Pontevedra – España

Se observa una debilidad estratégica en las respuestas obtenidas, ya que el 60% de los encuestados consideran que no reciben oportunidades de crecimiento; esto incluye ascensos, aumentos salariales y desarrollo de nuevas competencias. Aunque el 70% respondió que ha recibido instrucción técnica, la falta de una línea de carrera clara repercute en el establecimiento de una ruta de crecimiento profesional estructurada que una empresa ofrece a sus trabajadores, y esto limita la visión a largo plazo del personal, que de solucionarse, permitiría a los colaboradores visualizar cómo ascender a roles de mayor responsabilidad mediante el desarrollo de habilidades y competencias específicas derivadas de su proceso formativo y experiencial.

Indicador: Equilibrio Vida-Trabajo

Tabla 6: Distribución de frecuencias para el indicador Equilibrio Vida-Trabajo

Ítem	Pregunta	Sí	(%)	No	(%)	Total
11	¿El horario que tiene le permite descansar y estar con su familia?	7	70%	3	30%	100%
12	¿Tiene tiempo suficiente para tomar sus descansos y pausas activas durante su jornada laboral?	9	90%	1	10%	100%

Fuente: Elaboración propia (2026)

Para este indicador predomina una valoración positiva; el 70% de los encuestados consideraron que su horario permite el descanso familiar y un 90% dispone de pausas activas. Esto indicó que la jornada laboral está bien estructurada, lo que contribuye al logro equilibrado de la productividad empresarial con el bienestar físico y mental del trabajador, cumpliendo estrictamente con el marco legal vigente que involucra el régimen de jornada laboral en Venezuela contemplado en la Ley Orgánica del Trabajo, los Trabajadores y las Trabajadoras (LOTTT), respecto a los horarios, límites de trabajo y la jurisprudencia emitida por el TSJ en torno a esta materia.

Indicador: Cultura Organizacional

Tabla 7: Distribución de frecuencias para el indicador Cultura Organizacional.

Ítem	Pregunta	Sí	(%)	No	(%)	Total
13	¿Sus compañeros le colaboran cuando tiene mucho trabajo?	10	100%	0	0%	100%
14	¿Se siguen las reglas de la empresa de forma equitativa para todos?	9	90%	1	10%	100%

Fuente: Elaboración propia (2026).

Los resultados evidencian una cohesión total (100%) en el apoyo mutuo ante cargas de trabajo. Además, el 90% de los encuestados afirmó que las reglas se aplican equitativamente, lo que refuerza la percepción de justicia dentro de las organizaciones; es decir, la visión de cómo los empleados evalúan la equidad en su lugar de trabajo. Esto se traduce en una percepción positiva de los trabajadores de cuando son tratados de manera justa, lo que aumenta su compromiso, motivación y productividad.

Indicador: Comunicación

Tabla 8: Distribución de frecuencias para el indicador Comunicación

Ítem	Pregunta	Sí	(%)	No	(%)	Total
15	¿Su jefe le explica claramente qué es lo que tiene que hacer?	10	100%	0	0%	100%
16	¿Tiene conocimiento de lo que sucede en la empresa (avisos, cambios, noticias)?	10	100%	0	0%	100%

Fuente: Elaboración propia (2026).

El 100% de los trabajadores respondió que comprenden con claridad sus funciones y se mantienen informados sobre los eventos de la empresa, Esto elimina la incertidumbre operativa, entendida como la falta de claridad y control sobre las prioridades, procesos y el entorno laboral. En caso contrario, la no consideración en el ambiente de trabajo reduce la motivación, frena la

productividad y aumenta el estrés psicológico al impedir que los empleados anticipen los cambios.

Indicador: Estilos de Liderazgo

Tabla 9: Distribución de frecuencias para el indicador Estilos de Liderazgo

Ítem	Pregunta	Sí	(%)	No	(%)	Total
17	¿Su opinión es escuchada por su jefe?	9	90%	1	10%	100%
18	¿Su jefe trata a sus trabajadores con igualdad?	9	90%	1	10%	100%

Fuente: Elaboración propia (2026)

El 90% de los empleados indicó que se sienten escuchados y perciben un trato igualitario por parte de su jefe inmediato, lo que validó la existencia de un liderazgo participativo y democrático, el cual constituye un estilo de gestión donde el líder fomenta la colaboración activa de todo el equipo en la toma de decisiones. En lugar de imponer órdenes de forma vertical, el líder funciona como un facilitador que consulta, dialoga y valora las perspectivas de sus colaboradores.

Indicador: Motivación y Satisfacción

Tabla 10: Distribución de frecuencias para el indicador Motivación y Satisfacción

Ítem	Pregunta	Sí	(%)	No	(%)	Total
19	¿Se siente con ánimo cuando empieza su turno de trabajo?	8	80%	2	20%	100%
20	¿Se siente satisfecho con las tareas que hace todos los días?	8	80%	2	20%	100%

Fuente: Elaboración propia (2026)

El 80% del personal reconoció que inicia su jornada con ánimo y satisfacción. El 20% de negatividad restante, muestra la necesidad de revisar factores motivacionales extrínsecos para alcanzar el compromiso total. Dichos factores motivacionales externos son aquellos que impulsan a una persona a

realizar una tarea, orientados a obtener una recompensa o evitar un castigo. Por lo tanto, su valor principal radica en iniciar acciones, aunque suelen requerir apoyo externo y disminuir su efecto a largo plazo.

Indicador: Estructura y Políticas

Tabla 11: Distribución de frecuencias para el indicador Estructura y Políticas

Ítem	Pregunta	Sí	(%)	No	(%)	Total
21	¿Conoce usted las normativas y políticas de la empresa?	9	90%	1	10%	100%
22	¿Siente que hay orden en la forma en que se hacen las cosas?	9	90%	1	10%	100%

Fuente: Elaboración propia (2026)

El 90% de los trabajadores afirmó que conoce las normativas y percibe orden en los procesos, lo que implica la existencia de un marco de referencia que guía el comportamiento, estandariza la calidad y asegura la eficiencia. Esto reduce la incertidumbre, evita errores costosos y fomenta una cultura de mejora continua y toma de decisiones objetiva. Esa claridad procedimental facilita el cumplimiento de metas y reduce errores por falta de información.

Indicador: Ambiente Laboral (Físico)

Tabla 12: Distribución de frecuencias para el indicador Ambiente Laboral (Físico)

Ítem	Pregunta	Sí	(%)	No	(%)	Total
23	¿El lugar donde trabaja es limpio y ordenado?	9	90%	1	10%	100%
24	¿Siente que tiene buen compañerismo con los que trabajan a su lado?	10	100%	0	0%	100%

Fuente: Elaboración propia (2026)

Los resultados confirmaron condiciones de higiene adecuadas, con un 90% de respuestas afirmativas y un compañerismo pleno del 100%. El entorno físico actúa como un facilitador y no como un obstáculo para el desempeño diario, en

consecuencia, un entorno físico bien diseñado elimina la fricción y el desgaste mental de los trabajadores. En lugar de actuar como un obstáculo, funciona como un facilitador directo que aumenta la eficiencia, reduce la fatiga y mejora el bienestar general de las personas en su día a día.

Indicador: Sistema de Recompensas y Reconocimiento

Tabla 13: Distribución de frecuencias para el indicador Sistema de Recompensas y Reconocimiento

Ítem	Pregunta	Sí	(%)	No	(%)	Total
25	¿Cree que la empresa reconoce cuando alguien hace un buen trabajo?	2	20%	8	80%	100%
26	¿Siente que su esfuerzo diario es valorado por su jefe?	5	50%	5	50%	100%

Fuente: Elaboración propia (2026)

Se identificó un punto crítico: el 80% de los encuestados considera que la empresa no reconoce el buen desempeño. Asimismo, la división del 50/50 en la valoración del jefe directo confirmó que el sistema de incentivos actual es insuficiente o poco visible, lo que se traduce en desmotivación y desalinea los objetivos personales con los organizacionales, desmotiva a los equipos y aumenta la rotación del capital humano. Un sistema ineficaz ocurre cuando no se ajusta a las necesidades reales de los trabajadores, por ejemplo, bonos bajos o la carencia de una comunicación transparente que permita a los empleados visualizar cómo alcanzarlos.

Ceres. Revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible
ISSN: 3101-4895 / Vigo, Provincia de Pontevedra – España

Indicador: Liderazgo Gerencial

Tabla 14: Distribución de frecuencias para el indicador Liderazgo Gerencial

Ítem	Pregunta	Sí	(%)	No	(%)	Total
27	¿Su jefe es una persona accesible a la que puede acercarse a hablar?	9	90%	1	10%	100%
28	¿Siente que a la empresa le importa realmente cómo se siente usted?	4	40%	6	60%	100%

Fuente: Elaboración propia (2026)

Aunque el 90% de los encuestados afirmaron que la jefatura es accesible, el 60% de ellos respondió que a la empresa no le interesa su bienestar emocional. Este contraste resalta la urgencia de implementar el salario emocional (Montalvo, 2018) para fortalecer el vínculo afectivo, es decir, el establecimiento de retribuciones no monetarias que la empresa Agropecuaria Concha C.A., puede ofrecer para mejorar la calidad de vida y el bienestar de sus trabajadores. Más allá de lo económico, resulta clave para fortalecer el vínculo afectivo en el entorno laboral, generando confianza, sentido de pertenencia y compromiso.

Resultados de la Fase II: Estrategias motivacionales acordes con las expectativas del personal en la empresa maquiladora de carne de cangrejo azul Agropecuaria Concha, C.A.

Basados en los resultados del diagnóstico, en esta fase se agruparon y analizaron los puntos donde la empresa presenta mayores debilidades. Es el "porqué" de la situación actual. A continuación, se concluye en lo siguiente:

- Déficit de Motivación Extrínseca: El análisis reveló que el factor económico es la principal debilidad (90% de insatisfacción). Esto confirma que, aunque el trabajador tiene disposición, el entorno financiero limita su bienestar.

Ceres. Revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible
ISSN: 3101-4895 / Vigo, Provincia de Pontevedra – España

- Carencia de Reconocimiento Formal: Con un 80% de percepción negativa en el reconocimiento de logros, se identificó que la empresa no posee una cultura de "refuerzo positivo", lo cual es vital para el clima organizacional.
- Estancamiento Profesional: La falta de visión de crecimiento (60%) genera que el personal vea su cargo como algo transitorio, lo que afecta la retención del talento a largo plazo.

Resultados de la Fase III: Factores que influyen en el clima organizacional en la empresa maquiladora de carne de cangrejo azul Agropecuaria Concha, C.A.

En esta fase, se establecieron las bases teóricas y prácticas sobre las cuales se construyó la propuesta. Se definen los pilares de las estrategias.

- Pilar 1: Salario Emocional (Montalvo, 2018). Dado que el clima social es excelente (100% compañerismo), las estrategias deben apoyarse en este punto fuerte para fortalecer el sentido de pertenencia sin depender exclusivamente del flujo de caja.
- Pilar 2: Comunicación y Liderazgo (Brunet, 2011; Iglesia y Torres, 2018; León, 2018). Se aprovechará la alta accesibilidad de los jefes (90%) para canalizar nuevos programas de feedback y evaluación del desempeño.
- Pilar 3: Estructura de Incentivos (Camacho y Hernández, 2022; Rodríguez, 2023). Se deben diseñar planes que vinculen el cumplimiento de metas con beneficios tangibles o intangibles.

Resultados de la Fase IV: Percepción del personal sobre el clima organizacional en la empresa maquiladora de carne de cangrejo azul, Agropecuaria Concha, C.A.

En esta sección, se evaluó si la Agropecuaria Concha, C.A. puede realmente aplicar las estrategias propuestas.

- Factibilidad Operativa: Existe total disposición del personal y de los jefes inmediatos para mejorar los procesos de comunicación y reconocimiento.
- Factibilidad Técnica: La empresa cuenta con la estructura jerárquica necesaria para implementar evaluaciones de desempeño y programas de capacitación interna.
- Factibilidad Institucional: Los resultados muestran que las reglas son claras y equitativas (90%), lo que facilita la introducción de nuevas políticas motivacionales sin generar conflictos de desigualdad.

Una vez finalizadas las fases de diagnóstico, identificación de factores críticos, determinación de elementos de diseño y análisis de factibilidad, se concluye que la empresa Agropecuaria Concha, C.A. posee una base sólida de relaciones interpersonales y el compromiso intrínseco de sus trabajadores. No obstante, el clima organizacional se encuentra actualmente afectado por una marcada insatisfacción en los factores higiénicos de la motivación, específicamente en la compensación económica y la ausencia de programas formales de reconocimiento.

Los hallazgos demuestran que existe una disposición favorable tanto de la gerencia como del personal para implementar cambios, lo que otorga una factibilidad positiva a la investigación. La brecha detectada entre el esfuerzo del trabajador y la valoración que este recibe de la organización, es el punto de quiebre que justifica la transición hacia la siguiente etapa del estudio.

En virtud de estos resultados, se hace imperativo el diseño de un sistema estructurado que logre equilibrar las necesidades económicas del personal con incentivos de salario emocional. Por consiguiente, los hallazgos sirven de sustento empírico para dar paso al diseño de propuestas estratégicas orientadas a

transformar el clima laboral de la organización en un entorno más motivador, productivo y humano.

El análisis de la Fase I reveló que el personal posee un compromiso intrínseco total, valorando la importancia de su puesto. Sin embargo, se detectó una debilidad crítica en la motivación extrínseca, donde el 90% manifestó que su salario no cubre gastos básicos, generando una percepción de falta de equidad. En la Fase II, se identificó que, aunque existe un liderazgo accesible (90%) y un compañerismo pleno (100%), el 80% siente que la empresa no reconoce formalmente su buen desempeño y un 60% percibe un estancamiento profesional.

Para la Fase III, y considerando que la empresa ya realiza inversiones en beneficios como seguro médico y bonificaciones espaciales, se propone un plan de acción correctivo. Este plan no requiere nuevas partidas ni asignaciones presupuestarias, sino una gestión estratégica que incluya: protocolos de "Feedback de Logro" para vincular bonos al mérito, la formalización de un "Plan de Carrera" para visibilizar el crecimiento futuro, y la creación de un Boletín Informativo para romper la normalización de los beneficios y humanizar la marca corporativa. Los resultados concluyen que la viabilidad del proyecto es absoluta, basándose en la optimización de los recursos y la estructura jerárquica ya existente en Agropecuaria Concha, C.A.

Conclusión

De acuerdo con los objetivos planteados y los resultados obtenidos en la investigación realizada en la empresa Agropecuaria Concha, C.A., se exponen las siguientes ideas finales:

- Sobre la Motivación Intrínseca y el Compromiso: Se concluyó que el personal posee un alto sentido de pertenencia y responsabilidad individual. La totalidad de

los trabajadores valora su puesto, lo que indica que el problema del clima organizacional no radica en la actitud del personal, sino en las condiciones del entorno.

- Sobre los Factores Extrínsecos y Compensación: Existe una debilidad crítica en la estructura salarial ofrecida por la empresa. La percepción de que el sueldo no cubre necesidades básicas y la falta de equidad entre esfuerzo y pago actúan como los principales detractores del clima laboral, generando una insatisfacción que el compromiso personal no puede sostener indefinidamente.

- Sobre el Liderazgo y la Comunicación: La supervisión directa es una fortaleza. Los trabajadores se sienten escuchados y reciben instrucciones claras. Sin embargo, este liderazgo positivo se ve opacado por la percepción de que a la empresa no le interesa el bienestar emocional del trabajador, marcando una distancia entre el jefe inmediato y las políticas organizacionales.

- Sobre el Sistema de Reconocimiento: Se evidenció una ausencia casi total de refuerzo positivo. Al no reconocerse el buen desempeño, con un 80% de negatividad, el trabajador cae en la apatía operativa, sintiendo que su esfuerzo extra es invisible para la organización.

Recomendaciones

En base a las conclusiones anteriores, se recomienda a la gerencia de la Agropecuaria Concha, C.A.:

- Implementar un Programa de Salario Emocional: Ante la dificultad de realizar aumentos salariales masivos inmediatos, se deben activar beneficios no monetarios como días libres por desempeño, reconocimientos públicos (empleado

Ceres. Revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible
ISSN: 3101-4895 / Vigo, Provincia de Pontevedra – España

del mes) y mayor flexibilidad en fechas especiales para fortalecer el vínculo afectivo.

- Diseñar un Sistema de Incentivos por Productividad: Crear bonificaciones tangibles ligadas al cumplimiento de metas de producción o calidad, de modo que el trabajador perciba una relación directa y justa entre su esfuerzo extra y su recompensa económica.

- Formalizar el Plan de Carrera y Desarrollo: Iniciar ciclos de capacitación técnica y promociones internas. El hecho de que el 60% no vea futuro de crecimiento es una alerta de fuga de talento que debe atenderse con planes de formación continua.

- Humanizar la Marca Corporativa: La gerencia general debe hacerse presente en la planta mediante actividades de integración, para revertir la sensación de que a la empresa no le importa el sentir del trabajador.

Referencias

Alvarado, E. (2017). *Motivación laboral como factor de disminución de rotación de personal en las organizaciones*. Universidad Militar Nueva Granada, Facultad de Ciencias Económicas, Especialización en Gestión de Desarrollo Administrativo. Bogotá D.C., Colombia https://repository.umng.edu.co/items/53fd6b1c-7e7e-4585-9c0f-05df76cda80b

Arias, F. (2006). *El Proyecto de Investigación*. Guía para su elaboración. (5ta ed.). Venezuela. Episteme.

Arias, F. (2012). *El Proyecto de Investigación. Introducción a la metodología científica*. (6ta ed.). Venezuela. Episteme.

Asamblea Nacional Constituyente. (1999). *Constitución de la República Bolivariana de Venezuela*. [Const.]. 30 de diciembre de 1999 (Publicada en Gaceta Oficial Extraordinaria N° 36.860).

Asamblea Nacional de la República Bolivariana de Venezuela. (2005). *Ley Orgánica de Prevención, Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo* (LOPCYMAT). Gaceta Oficial N° 38.236, Julio 26 de 2005.

Brunet, L. (2011). *El clima de trabajo en las organizaciones: Definición, diagnóstico y consecuencias*. México. Trillas.

Camacho, J. y Hernández, L. (2022). Estrategias motivacionales mejora el desempeño docente. Perú. *Revista de Gestión Humana*. https://preprints.scielo.org/index.php/scielo/preprint/view/4022/version/4250

Chiavenato, I. (2009). *Gestión del Talento Humano*. (9na ed.). México. McGraw-Hill.

Chiavenato, I. (2017). *Comportamiento Organizacional: La dinámica del éxito en las organizaciones*. (3ra ed.). México. McGraw-Hill.

Esterkin, A. (2007). *Manual de formulación y evaluación de proyectos bajo la modalidad de proyecto factible*. Argentina.

Figueroa, C. (2023). *Estrategias motivacionales en el entorno laboral*. Universidad Cooperativa de Colombia, Facultad de Ciencias Administrativas, Contables y Afines, Programa de Administración de Empresas, Montería, Colombia. https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/14724e6d-55d0-4290-801b-ffc19ee0cf48/content

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., y Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la Investigación*. (6ta ed.). México. McGraw-Hill.

Hurtado de Barrera, J. (2010). *Metodología de la Investigación: Guía para la comprensión holística de la ciencia*. (4ta ed.). Caracas, Venezuela. Ediciones Quirón / Fundación SYPAL.

Iglesias, A. y Torres J. (2018) Un acercamiento al Clima Organizacional. *Rev Cubana Enfermer*, vol.34 no.1 Ciudad de la Habana.

León, O. (2018). *Clima organizacional y funcionamiento eficaz en las organizaciones modernas*. Perú.

Ley Orgánica del Trabajo, los Trabajadores y las Trabajadoras [LOTTT]. (2012). *Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela*, N° 6.076 (Extraordinario), mayo 7, 2012.

Martínez, J., Paredes, L. y Peralta, G. (2018). *Estrategias de retención de personal para la organización Explora Valle Sagrado*. Trabajo de Investigación presentado para optar al Grado Académico de Magíster en Dirección de Personas. Universidad del Pacífico, Escuela de Postgrado. Perú. https://repositorio.up.edu.pe/backend/api/core/bitstreams/c18dee40-5fc3-4312-8dba-cbae2fca1f46/content

Maslow, A. (1943). A Theory of Human Motivation. Estados Unidos. *Psychological Review*.

Montalvo, M. (2018). *El salario emocional, una estrategia para incrementar la retención del talento humano en el sector asegurador* [Trabajo de grado, Universidad Militar Nueva Granada]. Repositorio Institucional UMNG. http://hdl.handle.net/10654/17859

Palella Stracuzzi, S. y Martins Pestana, F. (2012). *Metodología de la Investigación Cuantitativa*. (3ra ed.). Venezuela. FEDUPEL.

Rodríguez, M. (2023). *Estrategias de retención de talento humano para incorporar en los planes de carrera de las organizaciones*. Colombia.

Ruiz, M. (2014). *Motivación y satisfacción laboral en las organizaciones industriales*. México.

Scribano, A. (2008). *El proceso de investigación social cualitativa*. Argentina. Prometeo Libros.

Declaración de conflicto de interés y originalidad

Conforme a lo estipulado en el C*ódigo de ética y buenas prácticas* publicado en *Revista Ceres,* los autores *Arias Mora, Emily y Ferrer Alaña, Luis Guillermo,* declaran al Comité Editorial que no tienen situaciones que representen conflicto de interés real, potencial o evidente, de carácter académico, financiero, intelectual o con derechos de propiedad intelectual relacionados con el contenido del artículo: *Salario emocional y comunicación estratégica: factores para la optimización del clima organizacional en la industria del cangrejo azul*, en relación con su publicación. De igual manera, declaran que el trabajo es original, no ha sido publicado parcial ni totalmente en otro medio de difusión, no se utilizaron ideas, formulaciones, citas o ilustraciones diversas, extraídas de distintas fuentes, sin

Ceres. Revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible
ISSN: 3101-4895 / Vigo, Provincia de Pontevedra – España

mencionar de forma clara y estricta su origen y sin ser referenciadas debidamente en la bibliografía correspondiente; además son los únicos responsables de la información, ideas, consideraciones finales y/o conclusiones presentadas en el documento. Consienten que el Comité Editorial aplique cualquier sistema de detección de plagio para verificar su originalidad.

Los autores declaran que, en la preparación de este manuscrito, no utilizaron herramientas de inteligencia artificial generativa para la redacción de textos o interpretación de datos.

CERES
Revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible
Ediciones Clío
Año 1, núm. 2, julio-diciembre, 2026
ISSN-e: 3101-4895

Sección: **Artículo científico** | **2026**, julio-diciembre, año 1, núm. 2, 181-204

Caracterización clínica y hematológica de la tripanosomosis bovina crónica: un estudio de caso en sistemas de producción del municipio Colón, Zulia, Venezuela

DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.21158010

Torres de Bracho, Erika Agustina[1]
Correo: torresa@unesur.edu.ve
Orcid: https://orcid.org/0009-0007-8053-2873
Universidad Sur del Lago. Zulia, Venezuela

Resumen

Este estudio evaluó la situación sanitaria en la Finca La Aurora, municipio Colón, estado Zulia, con el objetivo de correlacionar el diagnóstico clínico presuntivo y los hallazgos parasitológicos en becerros con sospecha de tripanosomosis crónica. Se evaluaron diez animales mediante métodos clínicos, hematológicos y parasitológicos convencionales y no convencionales. Los análisis hematológicos revelaron anemia normocítica hipocrómica, leucocitosis, linfocitosis, neutropenia y eosinofilia. No obstante, ninguna de las pruebas parasitológicas directas logró evidenciar el parásito, demostrando una correlación negativa entre la signología clínica y la sensibilidad de las técnicas tradicionales en fases crónicas. Se concluye que las limitaciones diagnósticas impiden un veredicto definitivo mediante parasitología convencional, por lo que se recomienda implementar pruebas de alta sensibilidad molecular o serológica (PCR o ELISA), intensificar el control de vectores hematófagos y optimizar el manejo sanitario integral del rebaño.

Palabras clave: Trypanosoma spp., hematología, diagnóstico molecular, becerros, Zulia.

Clinical and hematological characterization of chronic bovine trypanosomiasis: a case study in production systems of the Colón municipality, Zulia, Venezuela

Abstract

This study evaluated the health status at La Aurora farm, Colón municipality, Zulia state, aiming to establish the correlation between presumptive clinical diagnosis and parasitological findings in calves with suspected chronic trypanosomiasis. Ten animals were examined using clinical, hematological, and

[1] Técnico Superior Pecuario. Técnico Superior en Sanidad Animal. Médico Veterinario. Universidad Sur del Lago. Zulia, Venezuela.

BY: se debe dar crédito al creador.
NC: Solo se permiten usos no comerciales de la obra.
SA: Las adaptaciones deben compartirse bajo los mismos

https://revistaceres.com/index.php/ceres/index
Recibido: 2026-03-18 **Aceptado**: 2026-05-10

both conventional and unconventional parasitological methods. Hematological analyses revealed normocytic hypochromic anemia, leukocytosis, lymphocytosis, neutropenia, and eosinophilia. However, none of the direct parasitological tests detected the parasite, demonstrating a negative correlation between clinical signs and the sensitivity of traditional techniques during chronic stages. It is concluded that diagnostic limitations prevent a definitive verdict through conventional parasitology; therefore, implementing highly sensitive molecular or serological tests (PCR or ELISA), intensifying hematophagous vector control, and optimizing comprehensive herd health management are strongly recommended.

Keywords: Trypanosoma spp., hematology, molecular diagnosis, calves, Zulia.

Introducción

En las zonas tropicales y sub tropicales, son significativas las pérdidas económicas asociadas a innumerables patologías propias de los bovinos que las habitan, caracterizadas por reunir factores ambientales propicios para la proliferación de los vectores encargados de trasmitir dichas enfermedades (Espinoza et al., 2000; Tamasaukas et al., 2010). A nivel internacional, la persistencia de estos focos endémicos y sus factores de riesgo asociados —como el estado nutricional y el manejo zootécnico— continúan perpetuando la cronicidad de estas afecciones (Fesseha et al., 2023). Estas patologías son consideradas enzoo-epizoóticas, en especial aquellas producidas por microorganismos denominados hemotrópicos, cuya presencia altera el perfil metabólico plasmático del hospedador sirviendo como biomarcadores sensibles de la infección (Getahun et al., 2022). De este modo, dichos agentes constituyen un grupo importante de enfermedades que afectan a los animales domésticos causando grandes pérdidas económicas ya sea por muerte de los mismos o por deterioro del organismo con la consecuente disminución de la cantidad y calidad de sus productos y subproductos (Simoes et al., 2009; Suarez et al., 2009; Tamasaukas et al., 2010).

La epidemiología de estas afecciones en las explotaciones ganaderas no solo depende de la carga de vectores, sino también de la presencia de hospederos alternativos en el entorno. Al respecto, Rodrigues et al. (2015) demostraron que ciertos animales pueden actuar como portadores asintomáticos o reservorios sanos, manteniendo cargas parasitarias basales capaces de dispersar el patógeno de forma silenciosa hacia poblaciones susceptibles. Por lo tanto, evaluar la situación sanitaria e identificar los hallazgos parasitológicos directos se vuelve una tarea imperativa para determinar el verdadero estatus epidemiológico del rebaño.

Entre estas noxas se cita la Tripanosomosis, enfermedad protozoaria extracelular cuyos agentes etiológicos son Trypanosoma vivax y Trypanosoma evansi, asociados a graves cuadros clínicos, subclínicos y crónicos, así como a infecciones cripticas impactando la eficiencia productiva de los sistemas de producción (Suarez et al., 2009; Murilla et al., 2016; Gupta et al., 2022). El Trypanosoma spp, afecta a ungulados silvestres y domésticos entre los que se encuentran bovinos, búfalos, cabras, ovejas, camellos, chigüires y ciervos de países tropicales y subtropicales de Asia, África y América del Sur (Espinoza et al., 2009; Suarez et al., 2009; Tamasaukas et al., 2010; Jaimes et al., 2018; Fidelis et al., 2021; Chukwu et al., 2022; Desquesnes et al., 2022).

A pesar de la amplia gama de hospederos, es en el bovino donde el curso de la infección ha sido mayormente estudiado debido fundamentalmente a las implicaciones económicas, entre las que se mencionan baja eficiencia reproductiva (Betancur et al., 2016; Bastos et al., 2020b; Monteiro et al., 2021; Monteiro et al., 2022), costos asociados a la morbi-mortalidad, bajos índices productivos e incremento superfluo en el inventario de reemplazo (Jaimes et al., 2021).

Ceres. Revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible
ISSN: 3101-4895 / Vigo, Provincia de Pontevedra – España

La manifestación de esta problemática en los sistemas de explotación lechera tropical ha sido ampliamente descrita en la casuística suramericana; investigaciones como las de Querubino et al. (2019) reportan cómo la infección natural por Trypanosoma vivax en vacas de aptitud láctea desencadena marcados cuadros de anemia y caídas drásticas en la producción, acentuando la necesidad de estudiar los factores epidemiológicos específicos de cada localidad ganadera.

Aunado a estas alteraciones sistémicas, la fisiopatología del parásito involucra mecanismos complejos de evasión inmunológica y tropismo tisular. Tradicionalmente considerado un patógeno del compartimento vascular, estudios recientes demostraron que posee la capacidad de invadir y persistir en diversos órganos; destacando el hallazgo de Machado et al. (2021), quienes evidenciaron el papel fundamental del tejido adiposo como reservorio biológico activo durante su ciclo de vida, planteando nuevos desafíos para comprender la cronicidad en el hospedador. Ante este complejo escenario de afectación clínica y difícil detección en fases crónicas, la evaluación analítica a través de métodos parasitológicos convencionales sigue siendo una herramienta fundamental en el campo, permitiendo al clínico correlacionar de manera oportuna la sospecha sintomatológica con la confirmación directa del hemotrópico (Fidelis et al., 2019).

Los medios más comunes para detectar infecciones por Trypanosoma spp, incluyen entre otros, métodos serológicos (García et al., 2009; Oliveira et al., 2019) y parasitológicos (Silva et al., 2022). Estos últimos confrontan como inconveniente principal la baja sensibilidad en la medida que la infección tiende a la cronicidad o a que la parasitemia se mantenga en bajos niveles (Tamasaukas et al., 2010; Fidelis et al., 2016, 2019) pero siguen siendo los métodos más accesibles por parte de investigadores, por ser de bajo costo y de resultados relativamente

Ceres. Revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible
ISSN: 3101-4895 / Vigo, Provincia de Pontevedra – España

rápidos (Luckins, 2006; Bolívar et al., 2006; González y Meléndez, 2007; Tamasaukas et al., 2010; Dagnachew et al., 2015; Desquesnes, 2017)

En cuanto a la Tripanosomosis, como en otras enfermedades producidas por vectores como dípteros y quirópteros hematófagos (Alves et al., 2008; Jaimes et al., 2018; Bastos et al., 2020a; Fetene et al., 2021; Jaimes et al., 2021), estas técnicas de laboratorio, se deben confrontar con el cuadro clínico de los animales afectados, considerando que la enfermedad mayoritariamente se presenta en la forma crónica ya sea subclínica o clínica, con signos leves o moderados relacionados con anemia crónica compensada (Olatunde et al., 2021). También hay que tomar en cuenta que hay otras enfermedades hemotrópicas que producen clínicas similares, por lo que deben ser categorizadas al estructurar el diagnóstico diferencial. (Jones y Allison, 2007; Kessell, 2015; Gomide et al., 2021)

1. Materiales y métodos

1.1. Unidades biológicas

Se seleccionaron, diez becerros mestizos Pardo Suizo-Gyr, de ambos sexos (5 machos y 5 hembras) con edades comprendidas entre 10 y 15 meses, de un peso corporal promedio de 110 Kilogramos. Todos tenían como factor común, signos clínicos compatibles con los estados crónicos de la Tripanosomosis bovina: afebriles, epifora bilateral, adenopatías periféricas, condición corporal deficiente, desarrollo corporal no acorde con la edad cronológica, presencia de múltiples nódulos hemales, membranas mucosas pálidas, conjuntivitis folicular y edema de la conjuntiva bulbar. En algunos animales se observó vulvitis granular.

Ceres. Revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible
ISSN: 3101-4895 / Vigo, Provincia de Pontevedra – España

1.2. Signos vitales

a) *Frecuencia cardiaca*: se determinó usando un Estetoscopio de marca LINE. El estetoscopio se colocó en el IV espacio intercostal izquierdo, a nivel del tercio inferior (Pino, 2002).

Se contaron los ciclos cardiacos por unidad de tiempo (1 minuto); durante la auscultación se contó las veces que ocurría el primero y el segundo tono en 15 segundos; y se multiplicó por 4, para que diera el número de pulsaciones por minuto. En bovinos adultos los valores normales están en un rango de 60 a 80 pulsaciones por minuto.

b) *Frecuencia respiratoria*: se evaluó en los animales en estudio, colocando el estetoscopio en el cuarto espacio intercostal, (se puede tomar de ambos lados en el tercio medio) por encima de la línea del encuentro o en su defecto a lo largo de la tráquea. Se contó cada ciclo respiratorio que consta de un ruido inspiratorio, una pausa y un ruido espiratorio. Se tomó cada inspiración-espiración como una unidad, y se contó durante 15 segundos. El resultado del conteo se multiplicó por 4, esto dio el número de respiraciones por minuto. En el bovino adulto la frecuencia respiratoria normal es de 10-30 respiraciones por minuto. (Pino, 2012)

c) *Color de las mucosas*: se realizó la inspección de la mucosa de la conjuntiva ocular y vaginal para la observación del color de las mismas y se estableció inicialmente una escala con los colores: rojo, rojo-rosado, rosado, blanco-rosado, y blanco. (Morales et al., 2006): a) en los ojos se examinó la conjuntiva, y se revisó la mucosa ocular levantando los parpados, b) para observar la conjuntiva del parpado inferior, se presionó con el dedo índice el parpado superior para hundir el ojo y al mismo tiempo con el dedo pulgar, se bajó el parpado inferior, exponiendo de esa manera la conjuntiva ocular, c) para examinar la conjuntiva superior se

presionó con el dedo pulgar el parpado inferior, hundiendo así el ojo y con el dedo índice se levantó el parpado superior, d) para la evaluación de la mucosa vaginal, se abrió suavemente los pliegues de la vulva y se observó el color y lubricación de la misma.

d) *Toma de temperatura*: para el estudio que se lleva a cabo se utilizó un termómetro digital de uso veterinario marca Delta-Trak, que consta de un dispositivo metálico que hace las veces del bulbo de vidrio. Este termómetro tiene alta sensibilidad y luego de tres minutos arroja el valor que registró de temperatura en una pequeña pantalla digital que se encuentra en el extremo libre del instrumento. La toma de la temperatura se realizó de la siguiente manera:

a) Con el animal sujeto, se le levantó la cola y se introdujo suavemente (salvando los pliegues anales) el extremo metálico del termómetro antes descrito dentro de la cavidad anal.

b) Se presionó el botón de encendido y se esperaron tres minutos que es lo que tarda el instrumento en registrar la temperatura en la pantalla de Litio que se encuentra en el extremo libre del dispositivo.

1.3. Materiales y Equipo de campo

Vehículo de transporte
Planilla de historial clínico
Estetoscopio marca LINE®
Termómetro de mercurio.
Balde y agua
Botas de caucho
Reloj cronómetro
Ropa de trabajo
Lápiz
Libreta de anotaciones

Ceres. Revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible
ISSN: 3101-4895 / Vigo, Provincia de Pontevedra – España

1.4. Toma de muestra sanguínea

El procedimiento durante la toma de muestra (sanguínea), fue el siguiente:

a) Los animales fueron seleccionados al azar y sujetados adecuadamente para su manipulación, más como presentaban mucha intranquilidad se decidió llevarlos a la manga para tener mejor control y manipulación sobre ellos.

b) Posteriormente se realizó la limpieza y desinfección (agua y alcohol 90%) del área de punción para obtención de la muestra.

c) Por punción de la vena coccígea se obtuvieron aproximadamente 5ml de sangre, utilizando jeringas estériles descartables de 5ml con aguja de 21Gx 1½. (Tamasaukas et al., 2013).

d) El resto de la muestra se depositaba en tubos de ensayo con tapón de hule con tres gotas de anticoagulante (EDTA) (Sal di potásica del etileno diaminotetracético) (Tamasaukas et al., 2013).

e) Los tubos con la muestra fueron identificados con el número correspondiente al animal.

f) Las muestras obtenidas eran almacenadas en una cava pequeña, la cual poseía en su interior una gradilla para colocar los tubos y geles refrigerantes para asegurar el resguardo de las muestras hasta el laboratorio de análisis.

g) Las muestras debían ser analizadas antes de las cuatro horas después de ser tomadas, para garantizar la sobrevivencia de los hematozoarios existentes en ellas.

Ceres. Revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible
ISSN: 3101-4895 / Vigo, Provincia de Pontevedra – España

2. Metodología de laboratorio

2.1. Técnica de medición de hematocrito

Los eritrocitos, que tienen una densidad específica más elevada, se separan por medio de centrifugación a gran velocidad de los otros elementos, que aparecen desde la parte superior hasta el fondo en el siguiente orden:

a) *Plasma*: capa amarillenta que se separa de las que contiene células.

b) *Capa flogística*: capa blanca o gris, en ocasiones rojiza.

c) *Eritrocitos*: capa de color rojo oscuro que se separa de la capa flogística por medio de una línea obscura producida por la reducción de la hemoglobina del contacto con los leucocitos. (Schalm, 1964)

2.2. Materiales

Capilares sin heparina
Plastilina
Guantes de látex
Bata de laboratorio
Equipo
Microcentrífuga
Tabla para lectura de microhematócrito

2.3. Metodología

a) Llenar con sangre las ¾ partes (aproximadamente 70 µl) de un tubo capilar con heparina.

b) Sellar uno de los extremos del tubo capilar con plastilina.

c) Proceder a la identificación del capilar.

d) Colocar el capilar en la centrífuga y centrifugar a 10000 ×g durante 5 minutos (No olvidar balancear la centrífuga) (Tamasauka et al., 2013). Los capilares fueron

medidos utilizando una tabla para microhematocrito, y los valores obtenidos se compararon con los ya establecidos. (Figura 1)

Figura 1. Microcapilar



Fuente: Tamasauka (2015)

2.4. Técnica de frotis sanguíneo

Este método a través de la observación directa del parásito por medio de microscopio, permite identificar las especies de sus características morfológicas.

Para mejorar la posibilidad de diagnóstico de Hemoparásitos se debe practicar un frotis de sangre en el mismo momento de la toma de la muestra.

Un frotis delgado y fijado al aire garantiza la permanencia casi indefinida de los glóbulos rojos parasitados. (Tamasaukas et al., 2013)

a) Identificar la lámina portaobjetos con el número de la muestra.

b) Colocar una pequeña gota en un extremo de la lámina.

c) Colocar otra lámina portaobjetos delante de la gota, manteniéndola en un ángulo de 25 a 35° y deslícela suavemente hacia la gota hasta que se esparza la sangre hacia los lados.

d) Llevar la lámina hacia delante con un movimiento sostenido en el mismo ángulo para que el frotis quede delgado y largo.

Ceres. Revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible
ISSN: 3101-4895 / Vigo, Provincia de Pontevedra – España

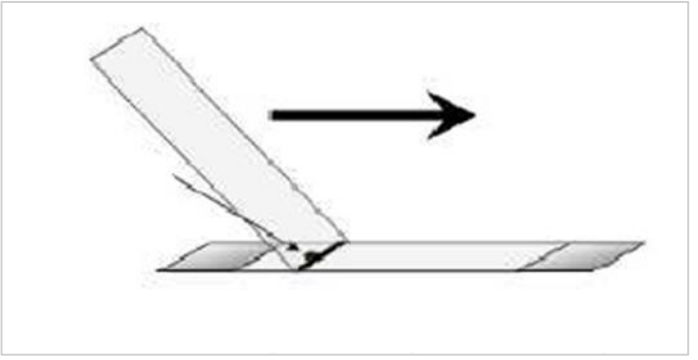
e) Dejarlo secar al aire.

f) Preparar dos frotis por muestra.

g) Empacar las láminas en papel Bond o servilletas separadas por palillos.

Cuando tenga que enviar las muestras refrigeradas no incluya las láminas de los frotis dentro de la caja ya que la humedad los desprende. Hágalo dentro del sobre remisorio protegidas entre dos cartones. (Figura 2)

Figura 2. Frotis sanguíneo



2.5. Materiales y reactivos

Portaobjetos y cubreobjetos
Metanol
Agua desmineralizada
Solución Giemsa
Tirro
Papel toalla y Marcador

2.6. Equipo

Bandeja para coloración de láminas
Piseta
Gotero
Microscopio compuesto
Bata de laboratorio

Ceres. Revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible
ISSN: 3101-4895 / Vigo, Provincia de Pontevedra – España

2.7. Metodología

En el laboratorio los frotis fueron fijados con metanol por 3 minutos, luego se lavó el exceso con agua desmineralizada. Después se agregó el colorante Giemsa, por un tiempo de 30 minutos, se eliminó el exceso con agua desmineralizada y se secó al ambiente. Realizado este proceso se procedió a su observación directa al microscopio utilizando el método en zigzag, con los objetivos 40x y 100x.

3. Resultados de la investigación

3.1. Anamnesis

La anamnesis realizada a las unidades biológicas en estudio es del grupo etario: Becerros destetados y se encuentran en el sistema de producción bovino La Aurora, municipio El Moralito, Municipio Colón, Zulia, Venezuela. Arrojó los siguientes resultados:

Rebaño

a) Número de animales en muestra: 10 becerros bovinos (05 machos y 05 hembras).
b) Animales enfermos: aproximadamente 85 en todo el rebaño (42 machos, 43 hembras).
c) Muertos: 00.

Animales en estudio presentaron el siguiente cuadro clínico:

a) De moderada a fuerte infestación con Díptero hematófago (Haematobia irritans).
b) Temperatura corporal, que osciló entre: (39-40,3ºC) tomada a las 8:00 am.

c) Frecuencia Respiratoria: (16-22 ciclo nepnea x segundo)
d) Frecuencias Cardiaca: (60-84 latidos x segundo)
e) Secreción nasal serosa bilateral
f) Pérdida de peso progresiva
g) Condición corporal deficiente
h) Pelo hirsuto, seco y quebradizo
i) Piel apergaminada

Adenopatías periféricas. Aumento de volumen de los ganglios pre escapulares, pre femorales, mandibulares

Aumento del volumen y del número de nódulos hemales: se visualizaron de 7-8 nódulos hemales por unidad animal

Epífora: en la mayoría de los casos bilateral, con secreción fibrino purulenta de la carúncula lagrimal. En algunos casos (03) se evidenció turbidez de la cámara anterior del ojo con signo leve de queratitis

Diarrea: abundante, con presencia de gas y moco. En ocasiones se evidenció restos de fibrina. Los exámenes parasitológicos de las heces fecal fueron negativas para huevos de helmintos o sus larvas.

Membranas mucosas visibles: coloración de moderada a intensamente pálidas; con presencia de edema conjuntival bulbar en la mayoría de los casos bilateral y acúmulo linfoideo focalizado y múltiples (conjuntivitis folicular). En tres de las hembras se evidenció vulvitis granular. Pulso arterial, parvus et tardus. Auscultación de ruidos respiratorios y cardiacos considerados dentro de los patrones normales.

Análisis hematológicos (hematología de rutina): se evidenció; anemia normocita hipocrómica, (ver gráfico hematocrito y hemoglobina).

El contaje leucocitario evidencio: Leucocitosis en ocho animales d ellos diez estudiados, con contajes celulares blancos que oscilaban entre los 13.000-17.500 x ml3.

El contaje blanco diferencial en los análisis efectuados:

a) Evidenció linfocitosis en nueve (n=9) de las diez muestras procesadas (ver gráfico de)
b) Evidenció neutropenia en nueve (n=9) de las diez (n=10) muestras procesadas
c) Evidenció Eosinofilia en nueve (n=9) de las diez (n=10) muestras procesadas

Diagnostico parasitológico

En ninguna de los test parasitológicos realizados (n=10) se pudo evidenciar el parasito.

4. Discusión

La tripanosomosis bovina es una patología que causa gran impacto sobre el desarrollo de la ganadería en las áreas tropicales y sub tropicales del mundo entero; habiéndose reportado su presencia en Venezuela, desde épocas tan tempranas como 1920, cuando Tejera, describe por primera vez al hemoflajelado. (Espinoza et al., 2000; Tamasukas et al., 2010). Así mismo otros investigadores reportan la presencia del Tryapanosoma spp, en los países limítrofes como Colombia (Betancur et al., 2016; Zapata et al., 2017); Brasil, (Silva et al., 2009; Osorio et al., 2009); Guyana Francesa, (Silva et al., 2009). A esto se suma el riesgo latente de transmisión mecánica a nivel de campo por prácticas de manejo inadecuadas, debido a la capacidad del parásito de sobrevivir en productos veterinarios inyectables y transmitirse de forma iatrogénica mediante la reutilización de agujas y jeringas (Dias et al., 2022).

Ceres. Revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible
ISSN: 3101-4895 / Vigo, Provincia de Pontevedra – España

En Venezuela, se cita al Trypanosoma vivax, como uno de los agentes etiológicos (Espinoza et al., 2000; Suarez et al. 2009; Tamasaukas et al., 2010) y también al Trypanosoma evansi, el cual se considera que causa infección ligera o sub clínica en equinos, camélidos, bovinos, bufalinos, caprinos, ovinos, caninos y suinos (Espinoza, 2002).

Una de las principales dificultades para el control de esta patología son los factores de riesgos asociados de carácter multifactorial, así como, la presencia de agentes de transmisión de difícil erradicación y la existencia simultanea de reservorios naturales (Silva et al., 2009; Bentacor et al., 2016). A pesar de ser una afección históricamente ligada al control de vectores y tratamientos quimioterapéuticos, investigaciones recientes a nivel molecular buscan el desarrollo de alternativas inmunoprofilácticas a través de antígenos invariantes que induzcan inmunidad protectora contra el parásito (Autheman et al., 2021). Así mismo las fluctuaciones en la parasitemia y en los intervalos aparasitemicos hacen del control de la tripanosomosis animal un evento dificultoso especialmente en la fase subpatente de la infección (Anosa et al., 1992). Así como la complejidad diagnóstica que se acrecienta de manera notable cuando el parásito infecta a bovinos que cursan con infecciones latentes de otros hemotrópicos (Bastos et al., 2020).

En la presente investigación los signos clínicos descritos en los animales objetos del ensayo concuerdan con lo citado por diferentes autores sobre las características clínicas de las formas crónicas de la tripanosomosis (Espinoza et al., 2000; González y Melendez, 2007; García et al., 2009; Tamasaukas et al., 2010). Esta configuración clínica está asociada al stress oxidativo, que se presenta en esta patología, y a los estados crípticos descrito por varios autores (Espinoza et al., 2000; Espinoza et al., 2002; García et al., 2006). La anemia, rasgo consistente

Ceres. Revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible
ISSN: 3101-4895 / Vigo, Provincia de Pontevedra – España

de la tripanosomosis es principalmente debida al hemolisis intravascular acompañada con hemodilución compensatoria y posiblemente dyseritropoyesis (Anosa et al., 1992).

La sensibilidad de las técnicas parasitológicas puede variar de muy alta en la infección temprana o precoz —cuando los animales son incapaces de controlar la parasitemia— a baja en infecciones crónicas, donde la parasitemia es sumamente reducida y transitoria. Esta sensibilidad llega a ser nula en situaciones de portadores sanos, donde los hospedadores mantienen al parásito en niveles subpatentes en el torrente sanguíneo o se refugian en focos extravasculares. Este fenómeno de persistencia silenciosa se sustenta en los hallazgos de Rodrigues et al. (2015), quienes demostraron que ciertos animales actúan como portadores asintomáticos capaces de perpetuar la transmisión en entornos semiáridos y tropicales.

Biológicamente, esta condición se asocia a la notable capacidad de T. vivax para colonizar tejidos específicos y alterar el perfil metabólico del hospedador mediante biomarcadores plasmáticos (Getahun et al., 2022), así como invadir activamente el tejido adiposo, el cual funciona como un reservorio tisular crítico para evadir la respuesta inmune vascular durante las fases crónicas (Machado et al., 2021). A nivel poblacional la sensibilidad de las técnicas de detección del parasito pueden ser altas durante brotes epizoóticos per, también, pueden ser baja o muy bajas en áreas de estabilidad enzootica donde la mayoría de los animales están en los estados subclínicos o crónicos de la enfermedad (Desquesnes et al., 2022).

Las pruebas de detección parasitológicas tienen diferentes sensibilidades analíticas (la sensibilidad analítica es la cantidad de parásitos detectables más pequeña, generalmente medida como el número de parásitos por mililitro de

sangre). La sensibilidad analítica puede ser calculada con relación a un valor de parasitemia dado. La sensibilidad de una prueba de campo, la cual es la probabilidad de obtener un resultado positivo mediante una técnica diagnóstica en un animal infectado dependerá del estado de infección, la especie del parasito, la susceptibilidad de huésped y deberá ser recalculada en las poblaciones estudiadas (Desquesnes, 2017).

Los resultados obtenidos en el presente proyecto coinciden en su totalidad con lo descrito en la literatura veterinaria mundial sobre la baja sensibilidad de las pruebas de detección parasitológicas convencionales y la marcada falta de correlación que existe entre estas y los signos clínicos de las fases crónicas de la tripanosomosis, los cuales se consideran altamente inespecíficos y de difícil diagnóstico diferencial frente a otras patologías hemolíticas.

Conclusión

Del análisis efectuado, se concluye: a) realizar pruebas de mayor sensibilidad y especificidad analítica ante las limitaciones de las técnicas parasitológicas convencionales en fases crónicas o subclínicas, como lo son la Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR) o el Ensayo por Inmunoabsorción Ligado a Enzimas (ELISA) para identificar certeramente las especies de Trypanosoma spp. circulantes en el fundo, b) disminuir y controlar los vectores mediante el uso frecuente y la aplicación estratégica de mosquicidas y garrapaticidas, mitigando así las tasas de inoculación en el rebaño, c) estandarizar y exigir el estricto cumplimiento de protocolos de medidas preventivas como el tiempo de cuarentena y la evaluación diagnóstica pre-ingreso en los animales que se incorporan al rebaño provenientes de otros fundos para salvaguardar el estatus sanitario de la explotación, dado que constituyen una ventana crítica de diseminación, d) eliminar los sitios de crianza de larvas de moscas bravas y

tábanos (heces contaminadas y acumuladas o ensilaje acumulado y húmedo con orina), atendiendo a las deficiencias en el manejo de subproductos orgánicos y reconociendo el rol crítico que desempeñan estos dípteros en la transmisión mecánica y diseminación de patógenos en el ganado (Baldacchino et al., 2013), e) la utilización de drogas tripanocidas (principalmente diaceturato de diminaceno y clorhidrato de isometamidium); Diminaceno que puede ser: Antripol, Babenil, Ganaseg o Diminaceno 7% a la dosis de 5ml/100kg por vía IM o Bromuro de Homidio Ethidium 2.5% a la dosis de 4ml/100kg vía IM sigue siendo la principal herramienta de choque en la lucha contra este parásito hemotrópico.

Bajo este escenario, la evaluación y comparación continua de la eficacia de estos fármacos en condiciones controladas de campo resulta fundamental para monitorear la respuesta terapéutica, detectar a tiempo fenómenos de resistencia y mitigar fallas severas en el tratamiento del ganado infectado (Bastos et al., 2020a).

Recomendaciones

Es recomendable garantizar tanto el alimento como el agua para que los animales alcancen una buena condición corporal ya que los animales en buena condición física y con buena alimentación se recuperan más rápidamente después del tratamiento tripanocida que aquellos con pobre condición corporal y que tienen que recorrer grandes distancias para obtener alimento o agua.

Es muy importante la utilización de agujas individuales cuando se realizan labores de manejo en masa (vacunaciones, desparasitaciones, tomas de muestra de sangre, entre otras) para evitar la transmisión mecánica de esta patología, considerando el alto riesgo de diseminación iatrogénica del parásito y su capacidad de viabilidad en insumos veterinarios (Dias y col, 2022).

Ceres. Revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible
ISSN: 3101-4895 / Vigo, Provincia de Pontevedra – España

Referencias

Alves, A; Madruga, C; Desquesnes, M; Oliveira, C; Ríos, L. & Goncalves, S. (2008). Trypanosoma (Duttonella) vivax: its biology, epidemiology, pathogenesis and introduction in the new world-A review. *Memorias Instituto Oswaldo Cruz*. 103(1): 1-13.

Autheman, D; Crosnier, C; Clare, S; Goulding, D; Brandt, C; Harcourt, K; Tolley, Ch; Galaway, F; Khushu, M; Ong, H; Romero, A; Duffey, C; Jackson, A. & Wright, G. (2021) An invariant Trypanosoma vivax vaccine antigen induces protective immunity. *Nature*. 595(1): 96-120.

Betancur, O; Jimenez, P. & Giraldo, C. (2016). Reproductive failures associated with Trypanosoma (Duttonella) vivax. *Veterinary Parasitology*. 229: 54-59.

Baldacchino, F; Vithee, M; Desquesnes, M; Desoli, F; Charoenviriyaphap, T. & Duvallet, G. (2013). Transmission of pathogens by Stomoxys flies (Diptera, Muscidae): a review. *Parasite*. 20:26.

Bastos, Th; Farías, A; Cavalcante, A; Carvalho, D; Beltran, D; Nicaretta, J; Bueno, L; Heller, L; Monteiro, L; Soares, V; Cadioli, F. & Zanetti, W. (2020a). Comparison of therapeutic efficacy of different drugs against Trypanosoma vivax on experimentaly infected cattle. *Preventive Veterinary Medicine*. 181: 105040.

Bastos, Th; Farías, A; Cavalcante, A; Carvalho, D; Beltran, D; Nicaretta, J; Bueno, L; Heller, L; Monteiro, L; Castro, D; Lopes, L; Soares, V; Cadioli, F. & Zanetti, W. (2020b). Infection capacity of Trypanosoma vivax experimental inoculate through different routes in bovines with latent Anaplasma marginale. *Experimental Parasitology*. 211: 107861.

Bolívar, A; García, P; Crisante, G; Rojas, A; Teixeira, M. & Añez, N. (2006). *Detección de infecciones subclínicas por Tripanosoma vivax en bovinos de fincas ganaderas de Mérida, Venezuela*. Boletín de Malariología y Salud Ambiental. 46(1).

Chukwu, I; Ugwu, M; Iroha, I; Mbagwu, I; Okafor, U. & Ajaghaku, A. (2022). Antitrypanosomal activity of Argemone Mexicana extract and fractions in the animal model of Trypanosoma brucei brucei infection. *Open Veterinary Science*. 3(1): 20-34.

Dagnachew, Sh; Bezie, M; Terefe, G; Abebe, G; Barry, J. & Goddeeris, B. (2015). Comparative clinico-haematological analysis in young Zebu cattle experimentally infected with Trypanosoma vivax isolates from tsetse infested and non-tsetse infested areas of northwest Ethiopia. *Acta Veterinaria Scandinavica*. 57(1): 24.

Desquesnes, M. (2017) *Compendium of standard diagnostic protocols for animal Trypanosomes of African origin*. OIE. Montpellier 2017.

Desquesnes, M; Gonzatti, M; Sazmand, A; Thevenon, S; Bossard, G; Boulange, A; Gimonneau, G; Truc, Ph; Herder, S; Ravel, S; Sereno, D; Jamonneau, V; Jittapalapong, S; Jacquiet, Ph; Solano, Ph. & Berthier, D. (2022) A review on the diagnosis of animal Trypanosomoses. *Parasites and Vectors*. 15:64.

Dias, R; Bastos, Th; Heller, L; Monteiro, L; Beltran, D; Cavalcante, A; Bueno, L; Nicaretta, J; Iuasse, H; Lopes, L; Soares, V; Lino, G; Cadioli, F. & Zanetti, W. (2022). How many cattle can be infected by Trypanosoma vivax by reusing the same needle and syringe, and what is the viability time of this protozoan in injectable veterinary products? *Parasitology*. 149(2): 270-282.

Espinoza, E; Gonzalez, N; Aso, P; Caballero, H; Fuenmayor, J. & Hídalgo, L. (2000) Leucograma en novillas y becerros (Holstein) infectados con una cepa venezolana de Trypanosoma vivax. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*. 35(3): 647-652

Fesseha, H; Eshetu, E; Mathewos, M. & Tilante, T. (2023). Study on bovine Trypanosomiasis and associated risk factors in Benatsemay Distric, Southern Ethiopia. BioOne. *Environmental Health Inside*. 16(1): 1-11.

Fetene, E; Leta, S; Regassa, F. & Buscher, Ph. (2021) Global distribution, host ranger and prevalence of Trypanosoma vivax: A systematic review and meta-analysis. *Parasites and Vectors*. 14:80.

Fidelis, O; Sampaio, P; Machado, R; Andre, M; Marques, L. & Cadioli, F. (2016). Evaluation of clinical sings, parasitaemia, hematologic and biochemical changes in cattle experimentally infected with Trypanosoma vivax. *Brazilian Journal of Veterinary Parasitology*. 25(1): 69-81.

Fidelis, O; Sampaio, P; Goncalves, L; Andre, M; Machado, R; Wijffels, G. & Cadioli, F. (2019). Comparison of conventional and molecular techniques for Trypanosoma vivax diagnosis in experimentally infected cattle. *Brazilian Journal of Veterinary Parasitology*. 28(2):203-209.

Fidelis, O; Sampaio, P; Goncalves, L; Andre, M; Machado, R; Wijffels, G. & Cadioli, F. (2021). A preliminary study on the relationship between parasitaemia and cytokine expression of peripheral blood cells in Trypanosoma vivax-experimentally infected cattle. *Animals*. 11:3191.

García, H; Rangel, A; Contreras, I; Garcia, M; Garcia, F. & Perrone, T. (2009). Caracterización molecular de Tripanosoma vivax en ovinos naturalmente infectados en dos hatos de los Municipios San Fernando y Biruaca, Estado Apure, Venezuela. *Revista Científica*. 19(3)

García, H., García, M. E., Pérez, G., Bethencourt, A., Zerpa, E., & Mendoza-León, A. (2006). Trypanosomiasis in Venezuelan water buffaloes: association of packed-cell volumes with seroprevalence and current trypanosome infection. Annals of Tropical Medicine & Parasitology, 100(4), 297–305.

Getahun, M; Ngiela, J; Makwatta, J; Ahuya, P; Simon, T; Kamau, S; Torto, B. & Masiga, D. (2022). Metabolite from Trypanosome-Infected cattle as sensitive biomarkers for animal Trypanosomosis. *Frontiers in Microbiology*. 13:922760.

Gomide, G; Lopes, L; Silva, A; Santos, M; Ferreira, A; Steindel, M; Grisard, E; Miletti, L; Castanheira, D; Bueno, L; Lima, R. & Fujiwuara, R. (2021). A recombinant protein (MyxoTLm) for the serological diagnosis of acute and chronic Trypanosoma vivax infection in cattle. *Veterinary Parasitology*. 296: 109495.

González, J. & Meléndez, R. (2007) Seroprevalencia de la Tripanosomosis y Anaplasmosis bovina en el Municipio Juan José Mora del estado Carabobo, Venezuela, mediante la técnica de Elisa. *Revista Científica*. 17(5):

Gupta, S; Vohra, S; Sethi, K; Gupta, S; Chandra, B; Kumar, S. & Kumar, R. (2022). In vitro anti-trypanosomal effect of ivermectin on Trypanosoma evansi by targeting multiple metabolic pathways. *Tropical Animal Health and Production*. 54:240.

Jaimes, J; Triana, O. & Mejia, A. (2018). Spatial-temporal and phylogeographic characterization of Trypanosoma spp in cattle (Bos taurus) and Buffaloes (bubalus bubalis) reveals transmission dynamic of these parasites in Colombia. *Veterinary Parasitology*. 249(1): 30-42.

Jaimes, J; Mogollon, E; Arias, N; Rangel, D; Jimenez, A; Mejia, A. & Triana, O. (2021). Molecular surveillance of Trypanosoma spp reveals different clinical and epidemiological characteristics associated with the infection in three creole cattle breeds from Colombia. *Preventive Veterinary Medicine*. 193: 105414.

Jones, M. & Allison, R. (2007) Evaluation of the ruminant complete blood cell count. VetFood. *The Clinics*. 23(2): 377-402.

Kessell, A. (2015) *Bovine hematology and biochemistry*. In Cockcroft, P (Ed). Bovine Medicine. 3rd Ed. Wiley & son's. UK. Ch 16. 146-160.

Luckins, A. (2006). *Methods for diagnosis of Trypanosomiasis in livestock*. FAO.ORG.

Machado, R; García, K; Goncalves, L; Machado, G; Rui, M; Oliveira, R; Jussiani, G; Vieira, T; Unno, L; Jackson, A; Wright, G. & Geraldes, M. (2021) Detection of Trypanosoma vivax in tissues of experimentally infected goats: what is the role of adipose tissue in the life cycle of this protozoon? *Brazilian Journal of Veterinary Parasitology*. 30(4): e017721.

Monteiro, L; Bastos, Th; Heller, L; Beltran, D; Cavalcante, A; Nicaretta, J; Bueno, L; Melo, R; Lopes, L; Soares, V; Cadioli, F; Mendonca, R. & Zanetti, W. (2021). In vitro and in vivo effectiveness of disinfectants against Trypanosoma vivax. *Veterinary Parasitology*: Regional Studies and Reports. 25:100587.

Monteiro, L; Heller, L; Beltran, D; Moura, M; Costa, G; Cavalcante, A; Riveiro, N; Bastos, Th; Lopes, L; Soares, V; Lino, G; Cadioli, F. & Zanetti, W. (2022). Presence of Trypanosoma vivax DNA in cattle semen and reproductive tissues and relate changes in sperm parameters. *Veterinary Parasitology*. 309:109761.

Murilla, G; Ndung'u, K; Joanna, A; Purity, G. & Thuita, J. (2016). Isolation and cryopreservation of Trypanosomes and their vectors for research and development in resource-constrained settings. *IntechOpen*. Chapter I: 3-32.

Olatunde, O; Jegede, H. & Ameen, S. (2021) Hematological, serum biochemical and histopathological effects of selected herbs and combinations on Trypanosoma brucei infected West African dwarf sheep. *Asian Journal of Natural Production Biochemistry*. 19(1): 10-16

Oliveira, M; Souza, F; Silva, A; Monteiro, F; Santos, L; Raimundo, D; Wouters, F; Barth, A; Peconick, A. & Varaschin, M. (2019). Epizootic infection by Trypanosoma vivax in cattle from the state of Minas Gerais. Brazil. Korean *Journal of Parasitology*. 57(2): 191-195.

Pino-Ramírez, D. (2002). *Exploración del individuo y del rebaño*. Examen del sistema digestivo. Fundamentos del diagnóstico clínico en grandes animales (pp. 69-154, 269-366). Ediciones Astro Data.

Querubino, A; Lopes, C; Cavalcanti, R; Sampaio, P; Fidelis, O; Andre, M; Machado, R. & Bastos, J. (2019). Diagnostic, clinical and epidemiological aspects of dairy cows naturally infected by Trypanosoma vivax in the states of Pernanbuco and Alagoas, Brazil. *Brazilian Journal of Veterinary Medicine*. 41: e094319.

Simoes, D; Sanchez, M; González, Y; Rivera F; Parra, R; Gil, M; García, M; Quijada, J. & García, F. (2009). Brote de Tripanosomosis en un rebaño doble propósito del Municipio Mara del Estado Zulia, Venezuela. *Ciencia* 17(2):124-132.

Silva, A; Molosse, V; Deolindo, G; Cecere, B; Vitt, M; Nascimento, L; Neves, G; Sartor, J; Sartori, V; Baldissera, M. & Miletti, L. (2022). Trypanosoma vivax infection in dairy cattle parasitological and serological diagnosis and its relationship with the percentage of red blood cells. *Microbial Pathogenesis*. 166:105495.

Silva, J. A., Batista, J. S., Milléo, H. P., Rodrigues, C. M., Campello, A. C., & Mota, R. A. (2009). Infection by Trypanosoma vivax in goats and sheep in the Brazilian semiarid region: from acute disease outbreak to chronic cryptic infection. *Veterinary Parasitology,* 165(1-2), 131-135

Suarez, C; Garcia, F; Roman, D; Coronado, A; Perrone, T; Reyna, A. & Parra, N. (2009). Factores de riesgo asociados a la Tripanosomosis bovina en explotaciones ganaderas de Venezuela. *Zootecnia Tropical*. 27(4): 363-372.

Rodrigues, C; Batista, J; Lima, J; Freitas, F; Barros, I; García, H; Rodrigues, A; Camargo, E. & Texeira, M. (2015). Field and experimental symptomless infections support wandering donkeys as healthy carriers of Trypanosoma vivax in the Brazilian semiarid, a region of outbreaks of high mortality in cattle and sheep. *Parasites and Vectors*. 8:564.

Tamasaukas, R; Agudo, L; Silva, A; Florio, J; Vintimilla, M. & Riveras, S. (2010). Hemoparasitosis en ganadería doble propósito venezolana, diagnóstico y control: Una revisión. *Agronomía Mesoamericana*. 21(2): 367-381.

Tamasaukas, R., Florio-Luis, J., Agudo, L., Roa, N., Ruiz, I., & Tamasaukas, C. (2013). Diagnóstico participativo de hemotrópicos en bovinos de doble propósito de pequeños productores en la región sur del Estado Aragua, República Bolivariana de Venezuela. *Revista Iberoamericana de Producción Animal*, 17(2), 78-87.

Zapata, R; Cardona, E; Reyes, J; Triana, O; Peña, V; Ríos, L; Barahona, R. & Polanco, D. (2017). Tripanosomiasis bovina en ganadería lechera de trópico alto: Primer informe de Haematobia irritans como principal vector de T. vivax y T. evansi en Colombia. *Revista de Medicina Veterinaria*. 33(1): 21-34

Declaración de conflicto de interés y originalidad

Conforme a lo estipulado en el C*ódigo de ética y buenas prácticas* publicado en *Revista Ceres,* la autora *Torres de Bracho, Erika Agustina,* declara al Comité Editorial que no tiene situaciones que representen conflicto de interés real, potencial o evidente, de carácter académico, financiero, intelectual o con derechos de propiedad intelectual relacionados con el contenido del artículo: *Caracterización clínica y hematológica de la tripanosomosis bovina crónica: un estudio de caso en sistemas de producción del municipio Colón, Zulia, Venezuela*, en relación con su publicación. De igual manera, declara que el trabajo es original, no ha sido publicado parcial ni totalmente en otro medio de difusión, no se utilizaron ideas, formulaciones, citas o ilustraciones diversas, extraídas de distintas fuentes, sin mencionar de forma clara y estricta su origen y sin ser referenciadas debidamente en la bibliografía correspondiente. Consiente que el Comité Editorial aplique cualquier sistema de detección de plagio para verificar su originalidad.

La autora declara que en la preparación de este manuscrito no utilizó herramientas de inteligencia artificial generativa para la redacción de textos o interpretación de datos.

CERES
Revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible
Ediciones Clio
Año 1, núm. 2, julio-diciembre, 2026
ISSN-e: 3101-4895

Normas de publicación

1. Métodos de envío y evaluación de los trabajos

Los investigadores interesados en publicar sus trabajos en **Ediciones y Revista Ceres** deberán remitir su propuesta a los siguientes correos electrónicos: edicionesclio.es@gmail.com jorgevidovicl@gmail.com

Las propuestas deben tener: identificación del autor o autores, indicando: nombres, apellidos, institución que representa (universidad, instituto, centro de investigación, fundación), correo electrónico, resumen curricular de cada autor con una extensión no mayor de diez (10) líneas, incorporar el enlace del ORCID de cada autor y proporcionar un número celular con el código internacional del país de procedencia. Así mismo, se presentará una comunicación escrita firmada por los autores y dirigida al director de la revista señalando que manifiesta interés de proponer su trabajo para su publicación.

Los manuscritos enviados deben ser inéditos y no deben haber sido propuestos simultáneamente a otras revistas o editoriales. Todos los trabajos serán evaluados por parte de un Comité de Árbitros Especialistas de reconocido prestigio en cada una de las áreas del conocimiento que sean propuestas. La evaluación de los Árbitros se realizará mediante el procedimiento conocido como par de ciegos: los árbitros y los autores no conocerán sus identidades respectivas. Los criterios de evaluación son los siguientes:

a. Criterios formales o de presentación: 1) originalidad, pertinencia y adecuada extensión del título; 2) claridad y coherencia del discurso; 3) adecuada elaboración del resumen; 4) organización interna del texto; 5) todos los demás criterios establecidos en la presente normativa.

b. Criterios de contenido: 1) dominio de conocimiento evidenciado; 2) rigurosidad científica; 3) fundamentación teórica y metodológica; 4) actualidad y relevancia de las fuentes consultadas; 5) aportes al conocimiento existente.

BY: se debe dar crédito al creador.
NC: Solo se permiten usos no comerciales de la obra.
SA: Las adaptaciones deben compartirse bajo los mismos términos.

Al recibirse la respuesta del Comité de Árbitros designados se informará a los autores por correo electrónico la decisión correspondiente.

2. Presentación de los trabajos

Los trabajos deben presentar un resumen de 150 palabras como máximo y hasta cuatro palabras claves; tanto el resumen como las palabras claves estarán en español e inglés. Igualmente, el título y el subtítulo del trabajo serán presentados también en español e inglés. La extensión máxima del trabajo será entre 20 y 40 páginas. Todos los trabajos serán presentados en formato digital, en Word, hoja tamaño carta, con numeración continua y con márgenes de (2) centímetros a cada lado. El texto se presentará a espacio y medio, en fuente Times New Román, tamaño 12. Para las notas a pie de página el tamaño será en fuente Times New Román tamaño 10.

3. Cuerpo del manuscrito

Título: Debe ser corto, explicativo y contener la esencia del trabajo. Este título debe proporcionarse tanto en el idioma español como inglés.

Autor(es): Indicar los nombres y apellidos completos, el nombre de la institución donde se realizó el trabajo o de la institución a la cual pertenece el autor (afiliación institucional), correo electrónico y Orcid. Esto se debe colocar como nota a pie de la primera página del manuscrito

Resumen: No mayor de ciento cincuenta (150) palabras, en español y en inglés. En caso que el trabajo se presente en otro idioma. El resumen debe redactarse en ese mismo idioma, en español e inglés.

Palabras claves: Deberán incluirse palabras claves en español y en inglés, en un número que oscila entre tres y cuatro palabras. Estás palabras descriptoras facilitan la inclusión del artículo en la base de los datos internacionales.

Apartados y sub-apartados: Se recomienda, si es el caso, dividir el trabajo en: resumen, introducción, fundamentos teóricos, metodología, análisis o discusión, conclusión o consideraciones finales y referencias. Cada uno de los apartados o sub-apartados serán numerados con números arábigos.

Ceres. Revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible
ISSN: 3101-4895 / Vigo, Provincia de Pontevedra – España
https://revistaceres.com/index.php/ceres/index

Citas: El citado se realizará en el texto utilizando la modalidad autor-fecha, en caso de ser cita textual, se ubica dentro del paréntesis: apellido (s) del autor, coma, año de publicación de la obra, seguido de dos puntos y el (los) número (s) de la (s) página (s), por ejemplo: de acuerdo a (Granadillo,1998, p. 45); si no es cita textual sino una paráfrasis no se indicará el número de página, ejemplo: de acuerdo a Granadillo (1998) o (Granadillo, 1998).

Si hay varias obras del mismo autor publicadas en el mismo año, se ordenarán literalmente en orden alfabético; por ejemplo, (Granadillo, 2008a, p. 12), Granadillo (2008b, p. 24). Si son dos autores, se colocarán solamente el primer apellido de cada uno, por ejemplo: Según Pietri y Granadillo (2008, p. 90) o (Pietri y Granadillo, 2008, p. 90), siguiendo el mismo criterio explicado anteriormente para las citas textuales y las paráfrasis. En caso de ser tres autores o más se colocará el apellido del autor principal seguido de "et al.", ejemplo: (Rincón et al., 2008, p. 45). Deben evitarse, en lo posible, citas de trabajos no publicados o en imprenta, también referencias a comunicaciones y documentos privados de difusión limitada, a no ser que sea estrictamente necesario. En caso de fuentes documentales, electrónicas u otras, que por su naturaleza resulten inviables o complejas para la adopción del citado autor-fecha sugerido en estas normas, puede recurrirse u optarse por el citado al pie de página.

Referencias: Las referencias (bibliográficas, hemerográficas, orales y/o documentales) se presentarán al final del texto, El orden de las referencias es alfabético por apellido. Las diferentes obras de un mismo autor se organizarán cronológicamente, en orden ascendente, y si son dos obras o más de un mismo autor y año, se mantendrá el estricto orden alfabético por título.

Se referirán únicamente a las citadas en el trabajo y se ordenarán en estricto orden alfabético. Los autores son responsables de la fidelidad de las referencias.

Si se trata de libros o manuales, deben contener apellido(s) y nombre(s), del (de los) autores (punto); año de publicación entre paréntesis (punto) título de trabajo en negritas (punto), lugar de publicación editorial.

Si se trata de información obtenida por medios electrónicos, la referencia bibliográfica deberá contener los mismos elementos señalados por los artículos

Ceres. Revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible
ISSN: 3101-4895 / Vigo, Provincia de Pontevedra – España
https://revistaceres.com/index.php/ceres/index

sumados a: medio electrónico, dirección electrónica o página web, fecha de recuperación y cualquier otro dato que se considere útil para la plena identificación de la referencia.

Anexos: Los anexos constituyen elementos complementarios del texto que refiera el lector a una parte del trabajo o fuera de él, con el propósito de ilustrar las ideas expuestas en el texto, ampliar o aclarar o complementar lo allí expresado. Los anexos son contabilizados como parte del número de páginas del escrito. En el caso de figuras y cuadros, el autor podrá acompañar el original con las ilustraciones que estime necesarias.

Otros trabajos: Se aceptan también los siguientes trabajos de corta extensión (máximo quince cuartillas): Conferencias, Ensayos, Reseñas: comentarios de lectura reciente; Recensiones: análisis (o comentario) crítico de la lectura reciente, documentos, textos de carácter histórico, jurídico, acuerdos, declaraciones; entrevistas: realizadas con fines de investigación.

Cualquier otra situación no prevista, será resuelta por los editores según estimen apropiados a los intereses de la revista.

4. Etapas del proceso editorial

Una vez que el Editor y el Comité Editorial reciben un manuscrito, se iniciará su revisión en siete semanas, más tres semanas para su publicación que están sujetas a la periodicidad de **Ceres, revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible**.

Una vez aceptada la propuesta, se inicia el proceso de edición final y maquetación, en tres (3) semanas, que incluye la asignación de DOI y publicación del material en formato electrónico en la plataforma OJS de CERES:

https://revistaceres.com/index.php/ceres/index

Ceres. Revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible
ISSN: 3101-4895 / Vigo, Provincia de Pontevedra – España
https://revistaceres.com/index.php/ceres/index

Publication guidelines

1. Submission methods and evaluation of works

Researchers interested in publishing their work in **Editions and Ceres Journal** should send their proposal to the following email addresses: edicionesclio.es@gmail.com and jorgevidovicl@gmail.com.

Proposals must include: identification of the author(s), indicating: first name, last name, institution represented (university, institute, research center, foundation), email address, a curriculum summary for each author not exceeding ten (10) lines, the ORCID link for each author, and a mobile number with the international dialing code of the country of origin. Additionally, a written communication signed by the authors must be submitted, addressed to the editor of the journal, expressing their interest in proposing their work for publication.

Submitted manuscripts must be original and should not have been simultaneously submitted to other journals or publishers. All works will be evaluated by a Committee of Specialist Reviewers of recognized prestige in each of the proposed fields of knowledge. The evaluation by the reviewers will be conducted through a process known as double-blind: the reviewers and the authors will not know each other's identities. The evaluation criteria are as follows:

a. Formal or presentation criteria: 1) originality, relevance, and appropriate length of the title; 2) clarity and coherence of the discourse; 3) proper development of the abstract; 4) internal organization of the text; 5) all other criteria established in this regulation.

b. Content criteria: 1) demonstrated mastery of knowledge; 2) scientific rigor; 3) theoretical and methodological grounding; 4) currency and relevance of the consulted sources; 5) contributions to existing knowledge.

Ceres. Revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible
ISSN: 3101-4895 / Vigo, Provincia de Pontevedra – España
https://revistaceres.com/index.php/ceres/index

Upon receiving the response from the designated Committee of Reviewers, the authors will be informed of the corresponding decision via email.

2. Submission of works

The works must include an abstract of a maximum of 150 words and up to four keywords; both the abstract and the keywords will be in Spanish and English. Likewise, the title and subtitle of the work will also be presented in Spanish and English. The maximum length of the work will be between 20 and 40 pages. All works should be submitted in digital Word format, letter size, with continuous numbering and margins of (2) centimeters on each side. The text should be presented in one and a half spacing, using Times New Roman font, size 12. Footnotes should be in Times New Roman font, size 10.

3. Manuscript body

Title: It should be short, explanatory, and contain the essence of the work. This title must be provided in both Spanish and English.

Author(s): Indicate the full names, the name of the institution where the work was conducted or the institution to which the author belongs (institutional affiliation), email address and Orcid. This information should be placed as a footnote on the first page of the manuscript.

Abstract: No longer than one hundred fifty (150) words, in both Spanish and English. If the work is presented in another language, the abstract must be written in that same language, as well as in Spanish and English.

Keywords: Keywords should be included in both Spanish and English, numbering between three and four words. These descriptive words facilitate the inclusion of the article in international databases.

Ceres. Revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible
ISSN: 3101-4895 / Vigo, Provincia de Pontevedra – España
https://revistaceres.com/index.php/ceres/index

Sections and subsections: It is recommended, if applicable, to divide the work into: abstract, introduction, theoretical foundations, methodology, analysis or discussion, conclusion or final considerations, and references. Each section or subsection will be numbered with Arabic numerals.

Citations: Citations in the text should use the author-date format; in the case of a direct quote, it should be placed within parentheses: author's last name(s), comma, year of publication, followed by a colon and the page number(s), for example: according to (Granadillo, 1998:45); if it is not a direct quote but a paraphrase, the page number will not be indicated, for example: according to Granadillo (1998) or (Granadillo, 1998).

If there are several works by the same author published in the same year, they will be ordered literally in alphabetical order; for example, (Granadillo, 2008a, p. 12), Granadillo (2008b, p. 24). If there are two authors, only the first surname of each will be included, for example: According to Pietri and Granadillo (2008, p. 90) or (Pietri and Granadillo, 2008, p. 90), following the same criteria explained earlier for direct quotes and paraphrases. In the case of three or more authors, the surname of the main author will be followed by "et al.", for example: (Rincón et al., 2008, p. 45). Citations of unpublished works or works in press should be avoided as much as possible, as well as references to communications and private documents with limited distribution, unless strictly necessary. In the case of documentary, electronic, or other sources that, by their nature, are unfeasible or complex for adopting the author-date citation suggested in these guidelines, footnote citations may be used instead.

References: References (bibliographic, journalistic, oral, and/or documentary) will be presented at the end of the text. The order of the references is alphabetical by surname. Different works by the same author will be organized

Ceres. Revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible
ISSN: 3101-4895 / Vigo, Provincia de Pontevedra – España
https://revistaceres.com/index.php/ceres/index

chronologically, in ascending order, and if there are two or more works by the same author in the same year, the strict alphabetical order by title will be maintained.

Only the works cited in the text will be referenced, and they will be arranged in strict alphabetical order. Authors are responsible for the accuracy of the references.

If the references are books or manuals, they must include the surname(s) and name(s) of the author(s) (period); year of publication in parentheses (period); title of the work in bold (period); place of publication, publisher.

If the information is obtained through electronic means, the bibliographic reference must contain the same elements indicated by the articles, along with: electronic medium, electronic address or website, retrieval date, and any other information deemed useful for the full identification of the reference.

Appendices: The appendices are complementary elements of the text that refer the reader to a part of the work or outside of it, with the purpose of illustrating the ideas presented in the text, expanding, clarifying, or complementing what is expressed therein. The appendices are counted as part of the total number of pages of the document. In the case of figures and tables, the author may include the original along with any illustrations they deem necessary.

Other works: The following short works (maximum of fifteen pages) are also accepted: Conferences, Essays, Reviews: comments on recent readings; Critiques: critical analysis (or commentary) of recent readings, documents, historical texts, legal agreements, declarations; interviews: conducted for research purposes.

Any other unforeseen situations will be resolved by the editors as they see fit for the interests of the journal.

Ceres. Revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible
ISSN: 3101-4895 / Vigo, Provincia de Pontevedra – España
https://revistaceres.com/index.php/ceres/index

4. Stages of the editorial process

Once the Editor and the Editorial Committee receive a manuscript, its review will begin within seven weeks, plus three weeks for publication, which are subject to the periodicity of **Ceres**, journal of Engineering, Technology, Agricultural Sciences and Sustainable Development.

Once the proposal is accepted, the final editing and layout process will begin, taking three (3) weeks, which includes the assignment of DOI and publication of the material in electronic format on Ceres' OJS platform: https://revistaceres.com/index.php/ceres/index

Jorge Isaac Vidovic Chourio
Desarrollador de software y emprendedor
Vidovic Systems. Vigo, España
https://orcid.org/0000-0001-6802-6168
Director

Ceres. Revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible
ISSN: 3101-4895 / Vigo, Provincia de Pontevedra – España
https://revistaceres.com/index.php/ceres/index

CERES

Revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible

Ceres: Revista de Ingeniería, Tecnología, Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Sostenible es una revista científica arbitrada, adscrita a Ediciones Clío, de circulación internacional y periodicidad semestral. Su misión es fortalecer la producción y difusión de conocimiento científico y técnico mediante la publicación de investigaciones originales, desarrollos aplicados y aportes críticos desde un enfoque interdisciplinario orientado al desarrollo sostenible.

La revista se constituye como un espacio de convergencia entre la ingeniería, la tecnología y las ciencias agropecuarias, promoviendo el diálogo entre áreas como Ingeniería Agrícola, Tecnología de Alimentos, Ciencias Ambientales, Agronomía, Zootecnia y campos relacionados. Se priorizan contribuciones sobre innovación y transferencia tecnológica, sostenibilidad y resiliencia de sistemas agropecuarios, gestión integral de recursos naturales, evaluación de impactos ambientales y estrategias para la mitigación y adaptación en contextos productivos.

Cada volumen organiza sus contenidos en secciones que incluyen: artículos científicos, artículos técnicos, ensayos, entrevistas, relatos de experiencias técnicas, textos de divulgación científica, reseñas de libros y medios audiovisuales, así como manifiestos y declaraciones institucionales. El proyecto editorial de Ceres se orienta por el rigor metodológico, la pluralidad académica y un compromiso ético con el entorno natural, social y cultural, fomentando la articulación entre saberes académicos, técnicos y populares.

