

ISSN-Revista en Línea: 2539-178X

DOI: 10.47847/fagropec

FAGROPEC

REVISTA DE INVESTIGACIÓN

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
UNIVERSIDAD DE LA AMAZONIA - FLORENCIA - CAQUETA



Contacto: rcagropecuarias@uniamazonia.edu.co

Página web OJS: <https://editorial.uniamazonia.edu.co/index.php/fagropec>

Esta publicación es apoyada por la:



VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN
EDITORIAL UNIAMAZONIA

FAGROPEC

REVISTA DE INVESTIGACIÓN

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
UNIVERSIDAD DE LA AMAZONIA - FLORENCIA - CAQUETA

ISSN-Revista en Línea: 2539-178X
DOI: 10.47847/fagropec

PRESENTACIÓN

La Revista de la Facultad de Ciencias Agropecuarias (FAGROPEC), es una publicación semestral, abierta a la difusión y discusión de trabajos en el área de la medicina veterinaria, la zootecnia, la biología, la salud pública, la epidemiología, la agronomía, la agroecología, y demás ciencias animales y agrarias, ofreciendo un espacio de discusión académico, fundamental para la formación de profesionales críticos y analíticos



OBJETIVO DE LA REVISTA

La Revista de la Facultad de Ciencias Agropecuarias (FAGROPEC), de la Universidad de la Amazonia, tiene como objetivo divulgar los avances del conocimiento técnico y científico, generados en las universidades, centros y entidades de investigación en áreas relacionadas con los sistemas de producción agropecuarios y la conservación natural, mediante la publicación semestral de un volumen digital con documentos en español, portugués o inglés.

La publicación está dirigida a estudiantes, profesionales y demás interesados en temas relacionados con la medicina veterinaria, la zootecnia, la biología, la salud pública, la epidemiología, la agronomía, la agroecología, y demás ciencias animales y agrarias, ofreciendo un espacio de discusión académico, fundamental para la formación de profesionales críticos y analíticos

Áreas temáticas

Ciencias Agrarias, Ciencias Naturales y de la Conservación

Licencia Creative Commons Atribución
4.0 Internacional (CC BY 4.0)





ISSN-Revista en Línea: 2539-178X
DOI: 10.47847/fagropec

EQUIPO

EDITORIAL

EDITOR GENERAL

Yury Tatiana Granja Salcedo, PhD
Investigadora Asociada,
Agrosavia

COMITÉ EDITORIAL

Hugo Mantilla-Meluk, Ph.D.
Universidad del Quindío
Santiago Henao Villegas, Ph.D.
Universidad CES
Juan Fernando Naranjo, Ph.D.
Universidad CES

Francisco Alejandro Sánchez, Ph.D.
Universidad de los Llanos
Naudin Alejandro Hurtado Lugo, Ph.D.
Universidad Francisco de Paula Santander

COMITÉ ARBITRAJE

Orlando Lozano Ortiz.
Universidad Internacional del Conocimiento e Investigación, Mexico
César Villamizar Quiñones.
Universidad de Pamplona
Ricardo Herrera Navarrete
Universidad Autónoma de Guerrero, Mexico
Carlos Mario Rodríguez Peralta
CIATEJ- Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A.C.
Diana Katterine Bonilla Aldana
Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia
José Alfredo Orjuela Chávez
AGROSAVIA - Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria
Carmelo Castellanos Meza
Tecnológico Nacional de México campus Acapulco
Cesar Augusto Serrano Novoa
Universidad CES
Elías Hernández Castro
Universidad Autónoma de Guerrero, Mexico
Jose Nicandro Medina Olvera
Universidad Autónoma de Querétaro, Mexico

DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN

Karol Andres Suarez Castro, Esp. TIC

IMAGEN DE PORTADA

Marco Heli Franco Valencia
Universidad Nacional, Colombia
Dixon Fabián Flórez Delgado
Mg. Universidad de Pamplona
Juan Carlos Pinilla León
Universidad de Santander Sede Bucaramanga, Colombia
Ángel Alberto Flórez Muñoz
Universidad de Santander Sede Bucaramanga, Colombia
María del Socorro Aguilar Cucurachi
Universidad Veracruzana, Mexico
María Fernanda Patiño Quiroz
Universidad de los Llanos
Ronnie De Jesús Arieta Román
Universidad Veracruzana, Mexico
Ivan Andres Luzardo Ocampo
Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey

EQUIPO EDITORIAL

Beatriz Elena Patiño Quiroz
Universidad de la Amazonia
Julio César Blanco Rodríguez
Universidad de la Amazonia
Nicolas Ernesto Baldrich Romero
Universidad de la Amazonia
César Augusto Zapata Ortíz
Universidad de la Amazonia



TABLA DE CONTENIDO

	Página
Nota del Editor <i>Yury Tatiana Granjas Salcedo, PhD.</i>	6-7
.....	
ARTÍCULOS DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA	
CONSIDERACIONES CLÍNICAS, DIAGNÓSTICAS Y PATOLÓGICAS DE LA PANOSTEÍTIS CANINA. <i>II Clinical, Diagnostic, And Pathological Considerations of Canine Panosteitis.</i> <i>Beatriz Elena Patiño Quiroz, Derly Yasmin Fajardo Carvajal, Andre D'alessandro Vargas Cupitre, Nicolas Ernesto Baldrich Romero.</i>	8 - 30
COMPETITIVIDAD DEL SECTOR AGUACATERO EN MÉXICO: UN ANÁLISIS DE LA RELACIÓN DE LA PRODUCCIÓN Y LAS EXPORTACIONES CON ESTADOS UNIDOS <i>II Competitiveness of the Mexican avocado sector: an analysis of the relationship between production and exports with the United States</i> <i>Juan Alberto Solís Lozano</i>	31 - 47
EVALUACIÓN DEL BIENESTAR ANIMAL EN SISTEMAS PORCINOS INTENSIVOS Y DE CAMA PROFUNDA <i>II Animal Welfare Assessment in Intensive and Deep Bedded Swine Systems.</i> <i>Astrid Jimena Ortiz Galvis, Johann Fernando Hoyos Patiño</i>	48 - 65
INTERVENCIÓN ORGANIZACIONAL PARA LA PROFESIONALIZACIÓN DE LA EMPRESA FAMILIAR, ESTUDIO DE CASO <i>II Organizational intervention for the professionalization of the family business, case study.</i> <i>Carlos Javier Hernández Vargas</i>	66 - 88
BIENESTAR ANIMAL EQUINO EN PESEBRERAS Y CRIADEROS DE OCAÑA, ÁBREGO Y RÍO DE ORO <i>II Equine Animal Welfare in Stables and Breeding Farms in Ocaña, Ábrego, and Río de Oro</i> <i>Johann Fernando Hoyos Patiño, Slendy Yulitza Barbosa Arenas, Adrian Camilo Sanchez Arias</i>	89 - 99
DESCONEXIÓN ENTRE PRECIOS Y PRODUCCIÓN EN EL SECTOR AGUACATERO: EVIDENCIA DE COMPETITIVIDAD ESTRUCTURAL EN QUERÉTARO (1990–2020) <i>II Disconnect Between Prices and Production in the Avocado Sector: Evidence of Structural Competitiveness in Querétaro (1990–2020)</i> <i>Juan Alberto Solís Lozano</i>	100 - 115



CONTENIDO

	Página
ARTÍCULOS DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA	
CONDICIONAMIENTO OPERANTE CON REFUERZO POSITIVO PARA EL MANEJO EN CAUTIVERIO DEL HOCOFAISAN (CRAX RUBRA) EN EL JARDÍN ZOOLOGICO DE PAYO OBISPO, EN CHETUMAL, QUINTANA ROO, MÉXICO. <i>II Operant conditioning with positive reinforcement for the captive management of the great curassow (Crax rubra) at the Payo Obispo Zoological Garden, in Chetumal, Quintana Roo, Mexico.</i> <i>Alexis Emanuel Hadad Baez</i>	116 - 128
PERCEPCIÓN DE LA POBLACIÓN SOBRE EL CONSUMO LOCAL: UN ESTUDIO EN EL SECTOR TURÍSTICO Y AGROPECUARIO. <i>II Population Perception of Local Consumption: A Study in the Tourism and Agricultural Sector</i> <i>Álvaro Enrique Lima Vargas</i>	129 - 142
INNOVACIÓN SOCIAL TERRITORIAL EN CONTEXTOS DE POSCONFLICTO: EVALUACIÓN DEL CENTRO POBLADO AGUA BONITA (CAQUETÁ, COLOMBIA), MEDIANTE UN ENFOQUE MULTIDIMENSIONAL DE INDICADORES <i>II Territorial Social Innovation in Post-Conflict Contexts: A Multidimensional Indicator-Based Assessment of the Agua Bonita Settlement (Caquetá, Colombia)</i> <i>Edgar Martínez Moyano, Oscar Raúl Rojas Peña, Luis Manuel Espinosa Calderón, María Juliana Pérez Medina</i>	143 - 160
ARTÍCULOS DE REVISIÓN	
LA VIVIENDA SUSTENTABLE: UNA REVISIÓN DESDE LA PERSPECTIVA DE LA VALUACIÓN INMOBILIARIA <i>II Sustainable Housing: A Review from the Perspective of Real Estate Valuation</i> <i>Mariana Martínez Castrejón</i>	161 - 182
PAPEL DE LOS ISOTIOCIANATOS EN LA QUIMIOPREVENCIÓN Y PROGRESIÓN DEL CÁNCER: UNA REVISIÓN DE LA EVIDENCIA ACTUAL. <i>II The Role of Isothiocyanates in Chemoprevention and Cancer Progression: A Review of the Current Evidence.</i> <i>Mardey Liceth Cuellar Nuñez, José Fernando Vasco Leal</i>	183 - 201



PhD. Yury Tatiana Granjas Salcedo,
Editor General

Estimada comunidad lectora,

Es un honor para mí presentar el volumen 15, número 1, del año 2023 de nuestra querida revista FAGROPEC. Confirmando el compromiso de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de la Amazonía en fomentar técnica y socialmente el desarrollo agropecuario e industrial con enfoque de sostenibilidad, este nuevo número reúne investigaciones nacionales e internacionales que abordan desafíos cruciales para el sector.

Nos complace destacar una diversidad de contribuciones que reflejan tanto el conocimiento endógeno de nuestra región amazónica como el diálogo global con investigaciones provenientes de México y otros países. Los once artículos que conforman este volumen abordan temáticas que van desde la clínica veterinaria y el bienestar animal hasta la economía agropecuaria, la conservación de fauna, la innovación social en contextos de posconflicto y la quimiopreención del cáncer. Sin embargo, en esta edición, hay un enfoque especial al bienestar animal, una temática que ha dejado de ser una cuestión exclusivamente ética para convertirse en un pilar fundamental de la calidad sanitaria, el cumplimiento normativo y la sostenibilidad productiva. Bajo el marco de la Resolución 136 de 2020 del ICA y los protocolos internacionales Welfare Quality® y AWIN, presentamos dos investigaciones que evalúan las condiciones de bienestar en especies de alta relevancia para nuestra región.

La contribución “Evaluación del Bienestar Animal en Sistemas Porcinos Intensivos y de Cama Profunda”, compara dos modelos productivos en Norte de Santander, evidenciando que el sistema de cama profunda alcanza un 93,22% de cumplimiento frente al 74% del sistema intensivo, lo que demuestra cómo el alojamiento y el enriquecimiento ambiental impactan directamente en la expresión de comportamientos naturales y la reducción del estrés. Mientras que el estudio “Bienestar animal equino en pesebreras y criaderos de Ocaña, Ábrego y Río de Oro”, evaluó nueve predios y 117 équidos, obteniendo un cumplimiento global del 94,98%. Este estudio identifica que el componente de buen alojamiento (89,35%) es el que presenta mayor margen de mejora, mientras que la buena alimentación y el buen comportamiento superan el 97%, demostrando que la infraestructura y el confort físico son los principales desafíos para alcanzar el bienestar



NOTA DEL EDITOR

PhD. Yury Tatiana Granjas Salcedo,
Editor General

integral.

Ambos trabajos comparten una misma fortaleza metodológica: la aplicación de protocolos estandarizados que permiten no solo diagnosticar, sino también proponer planes de mejora concretos, transitando de una evaluación transversal a un ciclo documentado de intervención y reevaluación. Estos hallazgos nos recuerdan un aspecto fundamental: el bienestar animal no se decreta, se construye con base en conocimiento técnico, medición rigurosa y acción profesional. En este proceso, el Médico Veterinario Zootecnista juega un rol protagónico como garante de la salud, el confort y el comportamiento apropiado de los animales, así como puente entre la normativa colombiana y las realidades productivas del territorio.

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a los autores de estos artículos por su dedicación y esfuerzo en la producción de investigaciones tan relevantes. También quiero reconocer el arduo trabajo del equipo editorial y de revisión de FAGROPEC, cuya labor ha sido fundamental para mantener los altos estándares de calidad de nuestra revista, así como el invaluable respaldo de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de la Amazonía.

Espero que disfruten leyendo estos artículos tanto como nosotros disfrutamos seleccionarlos y presentarlos en esta edición. Que su lectura inspire nuevas ideas, colaboraciones interdisciplinarias y soluciones innovadoras para los desafíos que enfrenta el sector agropecuario, desde nuestra región amazónica hasta el mundo.

Atentamente,



Yury Tatiana Granja Salcedo
Editora General, Revista FAGROPEC
Investigadora PhD asociada, Agrosavia



ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

CONSIDERACIONES CLÍNICAS, DIAGNÓSTICAS Y PATOLÓGICAS DE LA PANOSTEÍTIS CANINA.

Clinical, Diagnostic, And Pathological Considerations of Canine Panosteitis

Beatriz Elena Patiño Quiroz¹

 <https://orcid.org/0000-0001-5773-2729>

 b.patino@udla.edu.co

Derly Yasmin Fajardo Carvajal²

 <https://orcid.org/0000-0002-5705-809X>

 de.fajardo@udla.edu.co

Andre D'alessandro Vargas Cupitre³

 <https://orcid.org/0009-0009-4239-7855>

 andred.vargas@udla.edu.co

Nicolas Ernesto Baldrich Romero⁴

 <https://orcid.org/0000-0002-3056-9703>

 n.baldrich@udla.edu.co

¹Médico Veterinario UDCA, Mg Docente de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de la Amazonia.

²Médico Veterinario Zootecnista UDLA, Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de la Amazonia.

³Estudiante de Medicina Veterinaria y Zootecnista UDLA, Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de la Amazonia.

⁴Médico Veterinario Zootecnista UDLA, Mg Docente de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de la Amazonia.

Fecha recepción: 12 de Octubre de 2022 / Fecha Aprobación: 15 de Diciembre 2022 / Fecha Publicación: 31 de Enero 2023

RESUMEN

La panosteitis canina es una enfermedad ortopédica del desarrollo que afecta principalmente a perros jóvenes de razas grandes o de rápido crecimiento, caracterizada por cojera aguda y dolor óseo. El presente artículo tiene como objetivo describir los aspectos clínicos, patológicos, diagnósticos y terapéuticos de la panosteitis canina, así como proponer una guía de manejo clínico basada en la evidencia disponible. Se realizó una revisión sistemática de la literatura siguiendo la metodología SALSA: Search: la búsqueda se efectuó en bases de datos científicas y académicas como ScienceDirect, PubMed, DOAJ, RedALyC, SciELO y Google Scholar; Appraisal: evaluación crítica se realizó bajo criterios de pertinencia temática, calidad metodológica y validez científica; Synthesis: la síntesis tuvo un enfoque temático, agrupando los hallazgos en categorías analíticas previamente definidas: definición y etiopatogenia, manifestaciones clínicas, criterios diagnósticos y hallazgos patológicos; Analysis: el análisis se desarrolló de manera interpretativa y comparativa, contrastando los hallazgos clínicos con las evidencias diagnósticas y patológicas reportadas. La panosteitis es una enfermedad autolimitada que suele presentarse entre los 4 y 8 meses de

Cómo citar:

Patiño Quiroz, B. E., Fajardo Carvajal, D. Y., Vargas Cupitre, A. D. & Baldrich Romero, N. E. (2023). Consideraciones clínicas, diagnósticas y patológicas de la panosteitis canina. FAGROPEC, 15 (1), ppt. 7-29. <https://doi.org/10.47847/fagropec.v15n1a1>



Este artículo puede compartirse bajo la Licencia Creative Commons (CC BY 4.0).

Rev. FAGROPEC Vol. 15 Num. 1, enero - junio de 2023

edad, con manifestaciones clínicas como letargo y cojera en una o más extremidades. Aunque su etiología no está claramente definida, se ha sugerido una posible asociación con dietas concentradas altas en calcio y proteínas. El diagnóstico se fundamenta en la palpación dolorosa de los huesos largos y en hallazgos radiográficos característicos de aumento de la radiopacidad en la cavidad medular, principalmente en fémur, radio, cúbito y húmero. El tratamiento es de sostén y se basa en el uso de antiinflamatorios no esteroideos, mientras que la resolución clínica suele ser espontánea. La panosteitis también ha sido reportada en otras especies domésticas como bovinos, equinos y camellos. Este trabajo contribuye a consolidar el estado del arte sobre la panosteitis canina y resalta la necesidad de mayor producción científica y reportes clínicos en el contexto latinoamericano.

Palabras claves:

Panosteítis canina; claudicación; patología ósea.

ABSTRACT

Canine panosteitis is a developmental orthopedic disease that primarily affects young dogs of large or rapidly growing breeds and is characterized by acute lameness and bone pain. This article aims to describe the clinical, pathological, diagnostic, and therapeutic aspects of canine panosteitis, as well as to propose an evidence-based clinical management guideline. A systematic review of the literature was conducted following the SALSA methodology: Search: the search was carried out in scientific and academic databases such as ScienceDirect, PubMed, DOAJ, RedALyC, SciELO and Google Scholar; Appraisal: critical evaluation was carried out under criteria of thematic relevance, methodological quality and scientific validity; Synthesis: the synthesis had a thematic focus, grouping the findings into previously defined analytical categories: definition and etiopathogenesis, clinical manifestations, diagnostic criteria and pathological findings; Analysis: the analysis was developed in an interpretative and comparative manner, contrasting the clinical findings with the diagnostic and pathological evidence reported. Panosteitis is a self-limiting disease that typically occurs between 4 and 8 months of age, with clinical manifestations such as lethargy and lameness affecting one or more limbs. Although its etiology has not been clearly defined, a possible association with diets high in calcium and protein has been suggested. Diagnosis is based on painful palpation of the long bones and characteristic radiographic findings, including increased radiopacity within the medullary cavity, most commonly involving the femur, radius, ulna, and humerus. Treatment is supportive and relies on the use of nonsteroidal anti-inflammatory drugs, while clinical resolution usually occurs spontaneously. Panosteitis has also been reported in other domestic species, including cattle, horses, and camels. This review contributes to consolidating the current state of knowledge on canine panosteitis and highlights the need for increased scientific output and clinical case reporting in the Latin American context.

Key words:

Canine panosteitis; capitulation; bone pathology.

.....

INTRODUCCIÓN

Las alteraciones óseas en caninos se pueden clasificar en dos tipos según su causa, la primera como exógenas, están relacionan específicamente con fracturas y osteomielitis por traumas (Álvarez et al., 2018); mientras que la segunda que son exógenas, están asociadas a patologías como neoplasias y enfermedades ortopédicas del desarrollo DOD por sus siglas en inglés (Arbolea & Castañeda, 2013), y agrupa enfermedades como: osteocondrosis, displasia de cadera y codo, estenosis lumbosacara degenerativa, enfermedad de Legg-Calvé-Perthes y Panosteítis, donde uno de los principales síntomas que dirigen el diagnóstico es una cojera en caninos jóvenes (Demko & McLaughlin, 2005).

Por su parte, la Panosteítis, también conocida como osteomielitis juvenil, Panosteítis eosinofílica o enostosis, se presenta de manera predominante en perros de raza grande o gigante entre los 5 a 12 meses de edad (Grant, 2007). Las manifestaciones clínicas de la Panosteítis canina se reflejan en dolor al desplazamiento y cojera leve a severa, dependiendo del hueso afectado (Hope et al., 2005). Las razas más predispuestas a desarrollar la enfermedad son el Pastor Aleman, Doberman Pinsher, Golden Retriever, Labrador Retriever, San Bernardo y Basset Hounds; eventualmente la Panosteítis ha sido reportada en raza pequeña como Schnauzer y Scottish Terrier (Tudor, 2022).

La Panosteítis afecta la placa diafisiaria y metafisiaria de los huesos largos como el húmero, fémur y radio, rara vez en ilión y tibia; histológicamente, ocurre un aumento de osteoblastos y fibroblastos, lo cual resulta en fibrosis y reemplazo del tejido conectivo del endostio y periostio (Novales et al., 1991). Lo que ratifica un reto para los clínicos dedicados a la medicina y cirugía ortopédica, partiendo desde el diagnóstico hasta el tratamiento, por ende, este artículo expone las consideraciones clínicas, diagnósticas, patológicas y terapéuticas para abordar las Panosteítis en caninos.

METODOLOGÍA

La metodología aplicada fue SALSA (Search, Appraisal, Synthesis, Analysis), específicamente los ítems de Revisión Crítica y Revisión Literaria (Mengist et al., 2020).

Search (Búsqueda):

Se desarrolló en las bases de datos científicas y académicas como ScienceDirect, PubMed, DOAJ, RedALyC, Scielo, Scholar, bibliotecas virtuales y físicas. Se utilizaron términos como: “panosteítis canina”, “canine panosteitis”, “panostitis”, “canine bone inflammation”, “diagnosis of canine panosteitis” y “pathology of panosteitis” en español e inglés, ajustando la fórmula de búsqueda con operadores booleanos “AND” y “OR”. Además, no se estableció un límite estricto de año de publicación, priorizando estudios de relevancia clínica, patológica y diagnóstica, así como literatura clásica y actual de alto impacto en medicina veterinaria.

Appraisal (Evaluación crítica):

Los manuscritos fueron sometidos a un proceso de evaluación crítica, bajo criterios de pertinencia temática, calidad metodológica y validez científica, según los descrito por Gaete Moreno (2017), incluyendo así, artículos originales, revisiones narrativas y sistemáticas, reportes de caso y capítulos de libros especializados que abordaran directamente la panosteítis en caninos; por otro lado, se excluyó literatura gris sin respaldo académico, resúmenes sin acceso a texto completo y estudios que no aportaran información relevante sobre los aspectos clínicos, diagnósticos o patológicos de la enfermedad.

Synthesis (Síntesis):

La información seleccionada se organizó y sintetizó en un enfoque temático, agrupando los hallazgos en categorías analíticas previamente definidas: definición y etiopatogenia, manifestaciones clínicas, criterios diagnósticos y hallazgos patológicos; lo que permitió integrar los aportes de distintos autores, identificando patrones recurrentes, divergencias conceptuales y avances en el entendimiento de la panosteítis canina.

Analysis (Análisis):

Se realizó de forma interpretativa y comparativa, contrastando los hallazgos clínicos con las evidencias diagnósticas y patológicas reportadas en la literatura, lo que permite una comprensión integral de la panosteítis canina y su abordaje en la práctica veterinaria.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Enfermedades ortopédicas del desarrollo en caninos

Las alteraciones óseas que se pueden presentar en caninos pueden ser exógenas o endógenas; las primeras se relacionan netamente con fracturas y osteomielitis por traumas y en las segundas se listan algunas patologías como neoplasias y enfermedades ortopédicas del desarrollo (DOD) (Trostel et al., 2003; Tuemmers et al., 2016).

Las DOD, son un grupo de enfermedades que causan anormalidades esqueléticas en perros jóvenes en crecimiento (Tuemmers et al., 2016), pueden llegar a representar hasta el 25% de las consultas en la clínica veterinaria (Hazewinkel & Mott, 2010); además, estas enfermedades se han convertido en un gran problema para el aparato musculoesquelético de animales dado que ocurren alteraciones en la osificación endocondral tanto en las placas de crecimiento metafisiarias y epifisiarias (Kronfeld et al., 1990; Pagán, 2002). Factores genéticos, hormonales, metabólicos, mecánicos y nutricionales han sido propuestos como causantes de las DOD en animales de compañía (Trostel et al., 2002). LaFond y colaboradores en el 2002, señalan que las principales y más importantes enfermedades ortopédicas del desarrollo en caninos, desde el punto de vista patológico y de prognosis, son la displasia de cadera, osteopatía craneomandibular, proceso coronoides fragmentado, osteodistrofia hipertrófica, enfermedad de Legg Calvé-Perthes, osteocondrosis, Panosteítis, luxación de rotula y proceso ancóneo no unido.

Las osteodistrofias u osteopatías: son enfermedades metabólicas ortopédicas en las que participa fundamentalmente el esqueleto y que, a menudo, son mal diagnosticadas y con-

fundidas; dentro de este grupo se lista el raquitismo, osteoporosis juvenil o hiperparatiroidismo nutricional secundario, osteodistrofia hipertrófica, osteopatía cráneo-mandibular, osteodistrofia idiopática, retenciones del cartílago de crecimiento, displasia de cadera y codo, enfermedad de Legg-Calvé-Perthes y Panosteítis (Rueda & Fernández, 1989).

Los traumas de alta energía: como atropellos, golpes o caídas, ocasionan interrupción inmediata de la estabilidad y armonía del sistema musculoesquelético al alterar la línea de sostén de los huesos; producto de ello surgen las fracturas con las que además se genera liberación de citocinas IL-2 proinflamatorias y con ello un completo sistema de mediadores de la inflamación precursores del remodelado óseo (Aristizabal, 2015).

En los huesos, las citocinas o interleuquinas, promueven la diferenciación de monocitos/macrófagos en osteoclastos, potencian la actividad de la agreganasa lo cual incrementa el rompimiento de los proteoglicanos; por consiguiente, favorecen el desarrollo de osteoporosis yuxtarticulada y daño erosivo sobre la estructura ósea (Sirim & Alkan, 2010). Las citoquinas también inducen la expresión de RANKL (receptor activator for nuclear factor κ B ligand), un factor esencial para la diferenciación y estimulación de la actividad y supervivencia de los osteoclastos (Brenes, 2014).

La osteomielitis: es el proceso inflamatorio de las partes medulares corticoesponjosas de los huesos, a consecuencia de una infección causada por agentes biológicos (bacterias, hongos, parásitos o virus) que los comprometen, y a los que llegan tanto por vía hemática como por inoculación externa (frecuentemente por fractura expuesta) o por contigüidad (Saavedra et al., 2011), es una enfermedad ósea de gran relevancia clínica debido a sus nefastas secuelas invalidantes que en la mayoría de los casos puede terminar en amputación, su localización más frecuente es en la metáfisis de huesos largos (Bueno et al., 2013; Gallardo et al., 1993).

El proceso patológico inicia con inflamación aguda, aumento de la presión intraósea, trombosis e isquemia que derivan en necrosis ósea, la osteomielitis puede estar limitada a una porción del hueso bien sea la médula ósea, periostio o corteza (Álvarez et al., 2018) y se puede clasificar en: osteomielitis aguda hematógena; osteomielitis secundaria producto de un traumatismo o herida; y osteomielitis secundaria a una insuficiencia vascular (Ugalde & Morales 2014).

Los signos clínicos pueden aparecer desde los primeros cinco días y en algunos casos en la tercera semana post infección; tiempo donde se evidenciará la presencia de un secuestro e involución de la lámina ósea, pérdida del hueso trabecular que se manifiesta en forma de cavidades localizadas correspondientes a la formación de abscesos, suelen estar acompañados de anorexia, depresión, tumefacción y cojera (Garro & Mora, 2014). La radiología es sin duda la alternativa de elección diagnóstica de osteomielitis, sumada a la evaluación de parámetros como inflamación de tejidos blandos, reacción periostial y estudios complementarios microbiológicos y en algunos casos histopatológicos (Hernández et al., 2015).

Los agentes causales aislados con frecuencia en casos de osteomielitis son el *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus schleiferi*, *Staphylococcus intermedius*, *Streptococcus agalactiae*, *Proteus sp.*, *Pseudomonas* y *E. coli*; pueden estar asociados a infecciones micóticas, donde se destacan microorganismos como la *Candida sp.*, *Aspergillus sp.*, *Mucor spp.*, *Histoplasma sp.* y *Blastomyces sp.* (Llerena et al., 2019).

Sin embargo, la deficiencia o el exceso de minerales, como el calcio y el fósforo, predisponen la estabilidad del aparato musculoesquelético; la desmineralización ósea trae consigo debilidad de la estructura y, por consiguiente, periostitis (Jiménez & Soto, 2013). De igual manera, la alteración de los niveles de minerales y vitaminas en los huesos puede dar lugar al desarrollo de enfermedades ortopédicas del desarrollo (Moran & Cueto, 2001).

Panosteítis canina

En relación con la etiología de la Panosteítis canina, se han planteado diversas hipótesis, pero hasta el momento ninguna ha sido confirmada (Arbolea & Castañeda, 2013). Entre las que se pueden destacar anomalías vasculares, enfermedades virales, hiperestrogenismo, factores genéticos y alteraciones eosinofílicas e incluso estrés mecánico (Johnson & Allan, 1982).

El consumo de hasta 3 veces la cantidad normal de calcio en la dieta de cachorros destetados puede llegar a aumentar el riesgo de desarrollo de Panosteítis (Johnson & Schultz, 2007). Dietas con contenido de 3,3% de calcio se convierten en factores de riesgo para el desarrollo de la enfermedad; ante esta hipótesis Corbee y colaboradores (2012) explican que la calcitonina inhibe la actividad de los osteoclastos encargados del remodelado óseo. Por lo que la corteza del hueso no puede adaptarse al diámetro de los vasos sanguíneos, produciendo congestión en la cavidad medular y el periostio.

Existe una estrecha relación entre la Panosteítis y el consumo de algunos alimentos para perros ricos en proteínas y de alto contenido calórico. Ante ello se expone que la acumulación excesiva de proteínas causa edema intraóseo debido a los efectos osmóticos, ello a su vez conduce al aumento de la presión intramedular y la compresión de vasos sanguíneos (Moreira et al., 2023; Muñoz Verbel et al., 2023). Hechos que dan lugar a isquemia y con ella hipoxia ósea, flujo inadecuado de sustancias nutritivas, acidosis local, disminución de la depuración de metabolitos y alteración local de los procesos bioquímicos (Corbee et al., 2012).

Parece existir mayor riesgo de padecimiento de la Panosteítis en machos que en hembras en caninos jóvenes de raza grande entre los 5 a 12 meses de edad (Moreira et al., 2023). En la actualidad existe un criterio de clasificación de los caninos según su peso, categorizándose en cinco: toy (≤ 5 kg); pequeño (5-14 kg); mediano (14-25 kg); grande (25-50 kg); y gigante (≥ 50 kg) (Cañete & Bravo, 2015).

Manifestaciones clínicas

El cuadro clínico característico de la Panosteítis canina es el de un perro sano con aparición de cojera aguda sin antecedentes de trauma; el animal intenta favorecer la extre-

midad afectada y por ello se manifiesta la claudicación (Jones & McDiarmid, 2005). En el 53% de los casos de panosteítis ocurre afección ósea múltiple, es decir, se ve afectada más de una extremidad (Jubb et al., 1993). Es una enfermedad considerada autolimitante, es decir, que su remisión se puede dar de manera espontánea (Cañete & Bravo & Bravo, 2005).

En pocas ocasiones persisten secuelas radiográficas después de la remisión de la enfermedad; generalmente, la apariencia radiográfica del hueso tiende a restablecerse sin dejar vestigios (Yilmaz et al., 1999). Se puede presentar depresión, letargo y anorexia en perros con panosteítis (Novales et al., 1991), pero el signo principal es la cojera intermitente que viene acompañada de dolor moderado o intenso; la cojera puede tener remisión y/o recaídas repentinas y pasar de una extremidad a otra. Los síntomas pueden tardar hasta 2 años en desaparecer (Peterson & Kutzler, 2011).

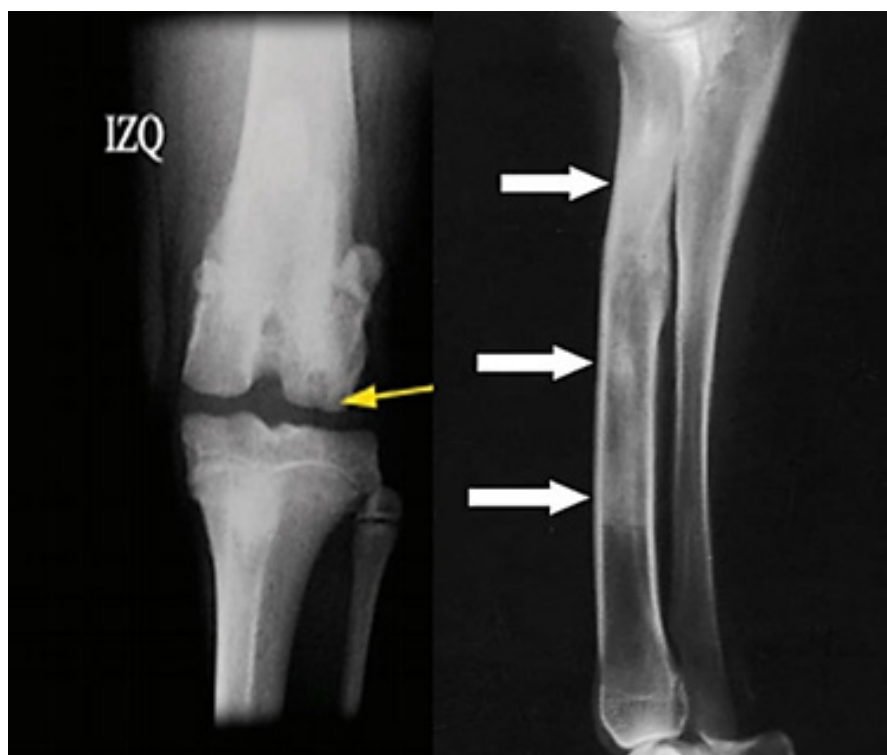
Generalmente se expresa dolor diafisario en huesos largos como radio, cúbito, húmero y fémur; en casos excepcionales, puede presentarse Panosteítis en ilión o algunos huesos metatarsianos (Schawalder et al., 2002). Las alteraciones bioquímicas o hemáticas no han sido estandarizadas en la Panosteítis canina; no obstante, se ha confirmado que la eosinofilia no es constante y solo llega a presentarse por un periodo máximo de dos días; alteraciones de la coagulación con tiempo de trombina y protrombina no fueron encontradas en perros con Panosteítis (Breur et al., 2001).

Las ayudas radiográficas y la palpación durante el examen clínico suelen ser suficientes para diagnosticar esta enfermedad ortopédica del desarrollo; histológicamente ocurre un aumento de osteoblastos y fibroblastos, lo cual resulta en fibrosis y reemplazo del tejido conectivo del endostio y periostio (Chavassieux & Meunier, 2003). Otros hallazgos de los estudios de histopatología en la Panosteítis canina incluyen necrosis del tejido adiposo dentro de la cavidad medular, fibrosis y congestión vascular (Tresguerres et al., 2006).

Ocurre acentuación de osteoblastos y actividad fibroblástica en el periostio, endostio y médula; en la médula se desarrolla generalmente fibrosis, en lesiones muy maduras, el engrosamiento cortical se da por el agrandamiento de las laminillas, mientras que, en inmaduras, el componente celular del hueso se caracteriza por elevada presencia de osteoblastos y osteoclastos (Arboleya & Castañeda, 2013).

La Panosteítis canina no es por sí misma una enfermedad inflamatoria, por lo que es excepcional encontrar infiltrados inflamatorios en los estudios citológicos o histopatológicos; sin embargo, se puede llegar a evidenciar en algunos casos la presencia de células plasmáticas e histiocitos (Moreira et al., 2023). Teniendo en cuenta las manifestaciones clínicas de la Panosteítis, los diagnósticos diferenciales de la enfermedad incluyen aquellas patologías que generan claudicación, pero, sobre todo, que afectan miembros torácicos o pélvicos (Broglia & Amo, 2015).

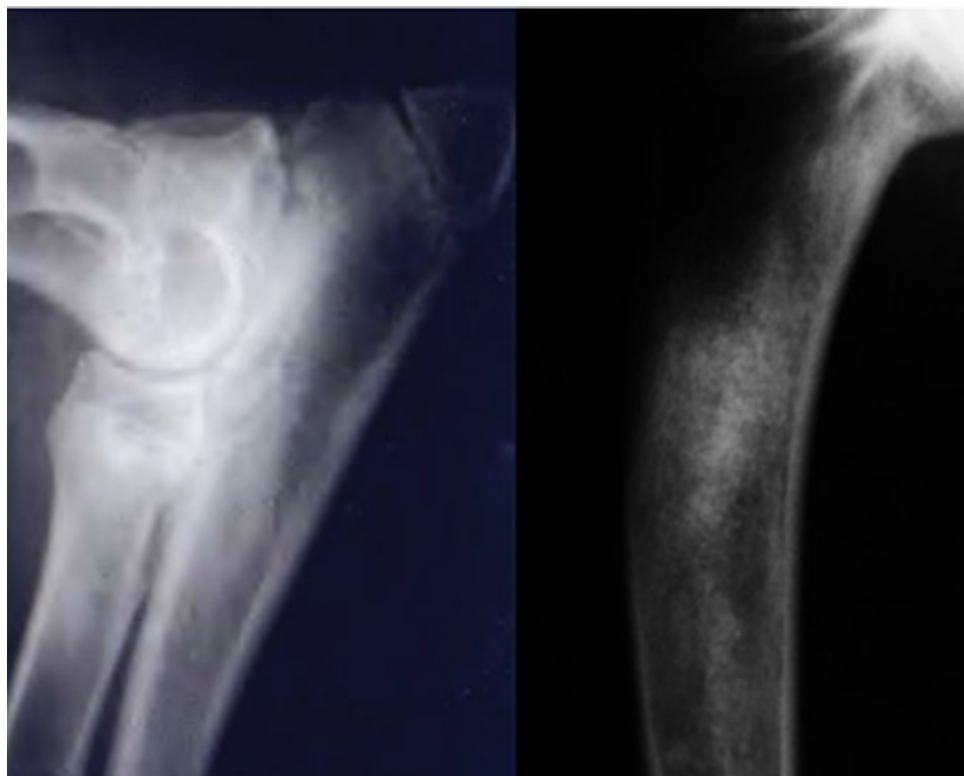
Figura 1.
Comparación radiográfica entre Osteocondritis y Panosteítis.



Nota. En la imagen izquierda se aprecia un área de radiolucidez en la zona lateral del cóndilo femoral de la rodilla rodeadas de una zona de esclerosis subcondral perilesional; hallazgos compatibles con osteocondritis de rodilla. En la imagen derecha se observa zonas de radiopacidad difusas en radio canino compatibles con panosteítis. Tomado de Prada y colaboradores (2017)

Osteocondritis disecante: es una enfermedad ósea del desarrollo, provocada por una alteración de la osificación endocondral en la placa de crecimiento epifisario; se trata de un fallo en el proceso de osificación del cartílago durante la fase de crecimiento (Figura 1), que puede llegar a tener consecuencias clínicas según el grado de afectación (Tuemmers et al., 2016). En un grado avanzado, dicha alteración puede llegar a conducir a la formación de un colgajo cartilaginoso o, en ocasiones, de un cuerpo libre de cartílago engrosado que no osifica debido a la falta de vascularización y nutrición (Prada et al., 2017). El proceso uncónneo (PA) no unificado es una alteración del desarrollo del codo que forma parte del complejo "Displasia de codo". Se define como una falta de la fusión del centro de osificación del PA a la diáfisis cubital. Aunque convencionalmente se cita que esta fusión ocurre alrededor de los 5 meses, y que por eso no se puede diagnosticar antes de esa edad, diferentes publicaciones rebajan la edad de la fusión en los perros de razas grandes (Broglia & Amo, 2015).

Figura 2.
Comparación radiográfica entre proceso ancóneo no unificado y Panosteítis

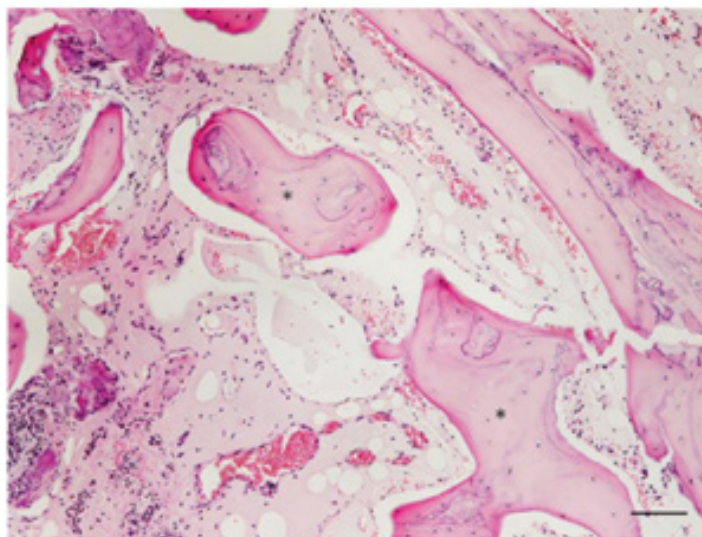


Nota. La imagen izquierda corresponde a la no unión del ancóneo en un pastor alemán de 6 meses de edad. La imagen derecha corresponde a panosteítis en húmero canino donde se observan zonas radiopacas difusas. Tomado de Chico y colaboradores (2006)

Etiopatología

Se han propuesto como etiología de esta enfermedad anomalías vasculares, enfermedades virales, hiperestrogenismo, factores genéticos y alteraciones eosinofílicas e incluso estrés mecánico (Schawalder et al., 2002). Algunas evidencias sugieren que la alta ingesta de calcio puede llegar a provocar panosteítis, el consumo de hasta 3 veces la cantidad normal de calcio en la dieta de cachorros destetados puede llegar a aumentar el riesgo de desarrollo de panosteítis (Corbee et al., 2012). Dietas con contenido de 3,3% de calcio se convierten en factores de riesgo para el desarrollo de la enfermedad; ante esta hipótesis Corbee y colaboradores (2012) explican que la calcitonina inhibe la actividad de los osteoclastos (encargados del remodelado óseo) por lo que la corteza del hueso no puede adaptarse al diámetro de los vasos sanguíneos produciendo congestión en la cavidad medular y el periostio (Figura 3).

Figura 3.
Diáfisis afectada con Panosteítis.



Nota. Corte histológico de hueso con tinción H&E, donde se evidencia edema, tejido adiposo escaso, desarrollo trabecular y osificación irregular. Tomada de Sota y colaboradores (2015)

Por otro lado, se ha descrito una estrecha relación entre la panosteitis y el consumo de algunos alimentos para perros ricos en proteínas y de alto contenido calórico (Muñoz Verbel et al., 2023). Ante ello se explica que la acumulación excesiva de proteínas causa edema intraóseo debido a los efectos osmóticos (Figura 3), ello a su vez conduce al aumento de la presión intramedular y la compresión de vasos sanguíneos; hechos que dan lugar a isquemia y con ella hipoxia ósea, flujo inadecuado de sustancias nutritivas, acidosis local, disminución de la depuración de metabolitos y alteración local de los procesos bioquímicos (Moreira et al., 2023).

Existe alta predisposición en caninos jóvenes de raza grande entre los 5 a 12 meses de edad. Parece existir mayor riesgo de padecimiento de la Panosteitis en machos que en hembras (Novales et al., 1991). El 75% de los casos de Panosteitis se presentan en cachorros de Pastor Alemán. Otras razas también expuestas a la enfermedad son Afgano, Akita, Cocker Spaniel Americano, American Staffordshire Terrier, Basset Hound, Collie barbudo, Bernés de la montaña, Boxer, Bull Terrier, Bulldog, Chesapeake Retriever, Chow Chow, Dalmata, Doberman Pinscher, Setter inglés, Springer Spaniel Inglés, Schnauzer Gigante, Golden Retriever, Gran Danés, Gran Pirineo, Irlandés Wolfhound, Labrador Retriever, Mastín Napolitano, Terranova, Rhodesiano, Rottweiler, San Bernardo, Shar-Pei, Shih Tzu, Weimaraner y West Highland White Terrier (Peterson & Kutzler, 2011). En la actualidad existe un criterio de clasificación de los perros según su peso existiendo de esta manera cinco categorías: toy (≤ 5 kg); pequeño (5-14 kg); mediano (14-25 kg); grande (25-50 kg); y gigante (≥ 50 kg) (Cañete & Bravo, 2005).

La panosteítis es una enfermedad autolimitada cuyo diagnóstico se describe ampliamente en la literatura disponible (Demko & McLaughlin, 2005). Las ayudas radiográficas y la palpación durante la semiotecnia suelen ser suficientes para diagnósticas esta Enfermedad Ortopédica del Desarrollo (Figura 4); debido a ello, los estudios histopatológicos en huesos afectados por panosteítis no son abundantes por el hecho de no considerarse necesarios o indefectibles para el diagnóstico de la enfermedad (Johnson & Schultz, 2007). Histológicamente ocurre un aumento de osteoblastos y fibroblastos, lo cual resulta en fibrosis y reemplazo del tejido conectivo del endostio y periostio (Sato et al., 2015).

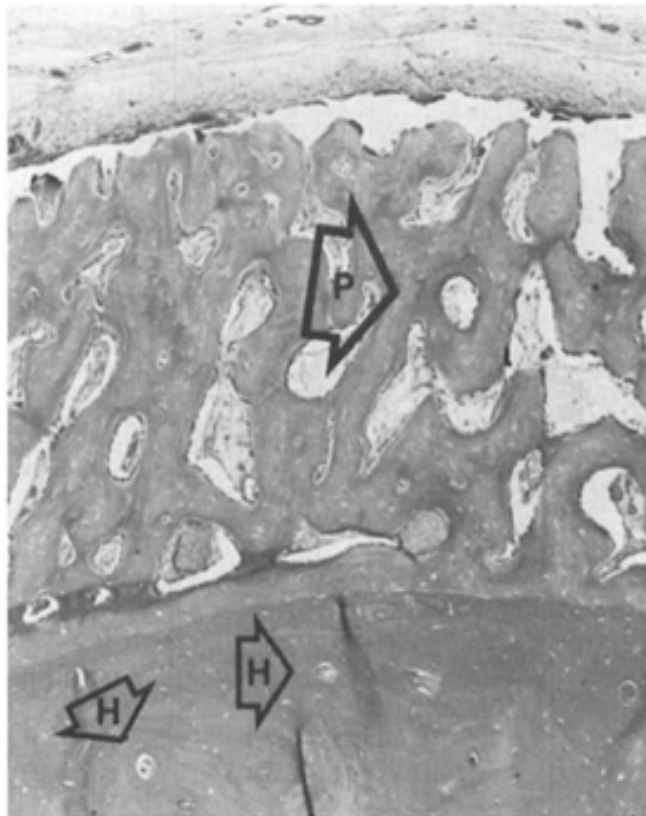
Figura 4.
Húmero canino con Panosteítis.



Nota. Vista post mortem de húmero canino con panosteítis. La médula humeral distal a la flecha se encuentra con tejido óseo fibrosado. Tomado de Jubb y colaboradores (1993)

Otros hallazgos de los estudios de histopatología en la Panosteitis canina incluyen necrosis del tejido adiposo dentro de la cavidad medular, fibrosis y congestión vascular. Ocurre acentuación de osteoblastos y actividad fibroblástica en el periostio, endostio y médula; en la médula se desarrolla generalmente fibrosis (Morris, 1974). En lesiones muy maduras, el engrosamiento cortical se da por el agrandamiento de las laminillas, en lesiones inmaduras, el componente celular del hueso se caracteriza por elevada presencia de osteoblastos y osteoclastos (Figura 5) (Turnier & Silverman, 1978). La panosteitis canina no es por sí misma una enfermedad inflamatoria por lo que es excepcional encontrar infiltrados inflamatorios en los estudios citológicos o histopatológicos, sin embargo, se puede llegar a evidenciar en algunos casos la presencia de células plasmáticas e histiocitos (Barrett et al., 1968).

Figura 5.
Corte histológico de hueso con Panosteítis.



Nota. Corte microscópico de hueso con tinción de H&E, donde se observa la formación de trabéculas sobre el periostio. Tomada de Johnson y Allan (1982)

Diagnóstico

Se emplea el examen físico, en el que resulta evidente dolor a la palpación de diáfisis de los huesos, con ayuda de la radiografía, la palpación es una herramienta semiológica de alta importancia para el diagnóstico de la Panosteitis canina (Tudor, 2022). Esta debe

realizarse ejerciendo una presión digital suave a lo largo de las zonas distales, medias y proximales de huesos largos; los perros, al sentir el dolor, pueden retraer la extremidad y realizar algún tipo de gesticulación (Brejov & Blanco, 2014).

La palpación de miembros anteriores y posteriores, específicamente de húmero, radio, cúbito y fémur, debe hacerse con la yema de los dedos en dirección distal a proximal, procurando separar las fascias musculares de la pieza ósea para centrarse en la palpación exacta de la diáfisis.

De acuerdo con Ramírez (2015) hay que ir extendiendo y flexionando cada extremidad y cada articulación a medida que se recorre la extremidad; se debe registrar cualquier inestabilidad, aumento de tamaño o ruido anómalo. Si existen zonas que se sabe que son dolorosas se deben explorar en último lugar. Se debe palpar cada zona con cuidado y despacio, si no aparece dolor y se sospecha de la zona, se palpará con mayor intensidad. El miembro simétrico también debe ser explorado para hacer comparaciones.

El examen ortopédico en los caninos se divide en anamnesis, examen físico general, examen ortopédico por observación y examen ortopédico en de cúbito lateral (analizando miembro torácico y miembro pélvico).

Por su parte, dentro de la anamnesis se debe hacer énfasis sobre la condición general del paciente, la raza y la edad; haciendo preguntas como si el animal presenta anorexia, depresión, fiebre, cual es el miembro afectado o si se encuentran afectados varios miembros, el grado de claudicación (Tabla 1), la duración e intensidad de la claudicación y si existe algún histórico de trauma (Brejov & Blanco, 2014).

Tabla 1.
Grados de claudicación en caninos

Grado	Intensidad
1	Trastorno casi imperceptible
2	Cojera claramente perceptible, aunque el miembro es apoyado en su totalidad
3	Apoya la extremidad afectada en forma de pinza o manera incompleta; hay dificultad para el desplazamiento
4	El miembro afectado está suspendido; no hay apoyo. El animal se desplaza apoyado en los tres miembros restantes

Tomado de Brejov & Blanco (2016).

Además, en el examen físico general, el objetivo debe ser la evaluación del estado general de salud del animal, observar la apariencia general del animal, realizar la toma de constantes fisiológicas y palpación abdominal. Este procedimiento es importante en casos cuando existe politraumatismo, ya que además de las lesiones ortopédicas como fracturas o luxaciones, también se hacen evidentes lesiones de tejidos blandos que pueden comprometer la vida del paciente (Moreira et al., 2023).

Mientras que en el examen ortopédico tiene dos momentos, inicialmente, en estación, donde permita la detección de señales de claudicación, atrofia muscular o dolor; se realiza permitiendo que el paciente se desplace por el consultorio y observando: levantamiento de la cabeza al apoyar uno de los miembros torácicos afectados para disminuir el peso sobre el miembro, pasos cortos o desvío hacia lateral del miembro afectado (Garro & Mora, 2014). Una vez identificado el o los miembros afectados se da paso al examen en estación, se debe prestar atención a señales de asimetría muscular, aumentos de tamaños en articulaciones y respuestas propioceptivas; la evaluación debe ser realizada de distal a proximal, realizando la palpación de todos los huesos y movimientos articulares en busca de aumentos de tamaños, sensibilidad, dolor o crepitación (Broglia & Amo, 2015). El segundo momento debe realizarse de cúbito lateral, tanto en miembros torácicos como en pélvicos, siempre comparando con el miembro contralateral y examinando las diferentes regiones (Ramírez, 2015).

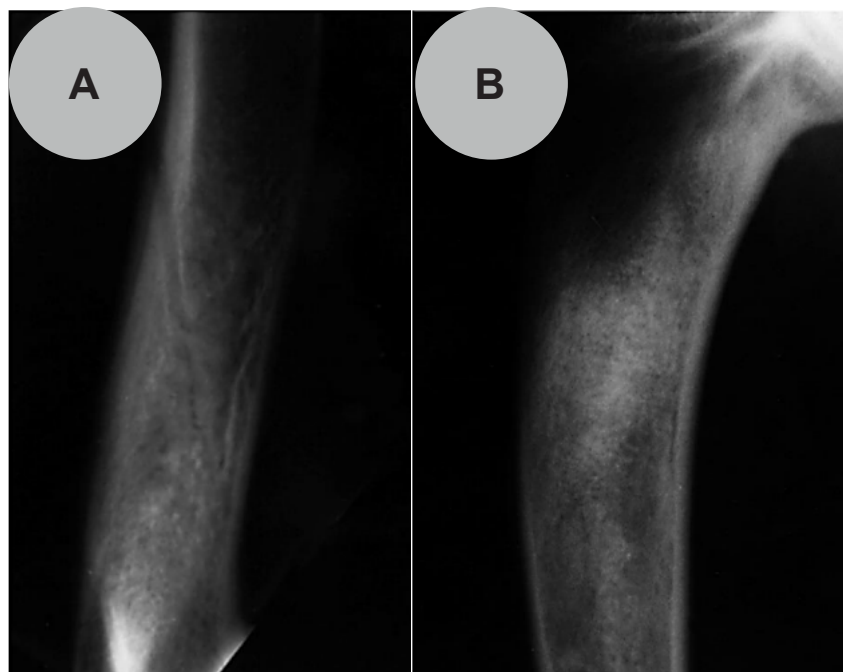
Los hallazgos radiográficos característicos de Panosteítis canina incluyen esclerosis del canal medular con formación de un patrón trabecular alrededor del foramen nutricio y engrosamiento cortical y del periostio, Novales y colaboradores (1991) coinciden afirmando que el signo radiológico fundamental es la esclerosis medular acompañada de formación constante por reacciones de proliferación del endostio, reacción perióstica de tipo liso y aumento del grosor cortical.

Diagnóstico radiológico en etapa temprana: Aunque la extremidad puede ser asintomática, se pueden detectar cambios radiográficos durante un análisis de todos los huesos largos. Estos consisten en desenfoque y acentuación de patrones trabeculares, que se ven mejor en los extremos proximal y distal de la diáfisis, el contraste entre la corteza y los canales medulares está disminuido, en algunos casos, se observan algunas densidades granulares (Figura 5^a).

Diagnóstico radiológico en etapa media: Aparecen densidades irregulares, moteadas, de aspecto esclerótico, especialmente alrededor del foramen nutricio en las primeras etapas, en algunos casos está involucrada toda la diáfisis; en otros puede haber solo lesiones de tamaño reducido, en un tercio de los casos de panosteítis casos, se ve involucrado el periostio (Aithal et al., 2023). Inicialmente, aparece una sutil rugosidad que se vuelve más densa en 1 o 2 semanas y finalmente se vuelve tan densa como la corteza (Figura 5B) (Igna et al., 2016).

Figura 6.

Evaluación radiológica en etapa temprana y media de la Panosteítis.



Nota. A. Etapa temprana de un húmero de Pastor Aleman de 9 meses de edad con panosteitis. Se observa densidades granulares. B. Etapa media en perro de raza Pirineo de 6 meses de edad con panosteitis. Se observa engrosamiento de periostio y mayores densidades alrededor del foramen nutricio. Tomado de DeCamp y colaboradores (2016).

Diagnóstico radiológico en etapa tardía: En el proceso de recuperación, el canal medular alcanza una densidad normal mientras que el patrón trabecular grueso permanece, en aproximadamente un tercio de los casos, la corteza permanece más gruesa de lo normal (Tudor, 2022). Algunas densidades granulares pueden estar presentes. Puede requerir varios meses para que estos cambios desaparezcan por completo. En general, las lesiones afectan la parte central del radio, el tercio proximal del cúbito, las partes distal y central del húmero, el tercio proximal de la tibia y las partes central y proximal del fémur (DeCamp et al., 2016; Igna et al., 2016).

Tratamiento

Diversos autores coinciden en que la Panosteítis canina es una enfermedad autolimitada por lo que no requiere de ostentosos planes terapéuticos. El reposo físico, la limitación de la actividad motriz y el empleo de analgésicos no esteroideos, han sido descritos para el tratamiento paliativo de la Panosteítis (Zachary, 2017).

Está totalmente contraindicado el uso de suplementos minerales, como el calcio o fósforo, pues resultan contraproducentes a la luz de las posibles evidencias de la mineraliza-

ción ósea en la Panosteítis (Corbee et al., 2012). Con respecto a la terapia analgésica, se sugiere emplear ketoprofeno, flunixin meglumine o meloxicam; no se recomienda el uso de carprofeno debido a que su efecto analgésico es de tan solo 12 horas en comparación con las 24 horas ofrecidas por otros analgésicos (Burt & Wilson, 1972).

Se debe tener en cuenta que la duración del tratamiento estará relacionada con la permanencia de las manifestaciones clínicas, por ende, es importante considerar el uso de protectores gástricos además el continuo monitoreo de la función renal, hepático y bioquímico (biometría hemática, creatinina, BUN, fosfatasa alcalina, ALT, AST) para evitar alteraciones secundarias inducidas por la administración prolongada de analgésicos (Johnson & Schultz, 2007)

Otros tratamientos diferentes a los establecidos para la Panosteítis canina podrían probarse con base en los resultados de éxito en otras casuísticas similares. Como el uso de células madre, estas participan en la regeneración celular y modulación de señales bioquímicas implicadas en la correcta reparación de órganos y tejidos (Prządka et al., 2021).

Levine y colaboradores (2007) reportaron la primer casuística de Panosteítis en un camello (*Camelus bactrianus*), macho de 6 meses de edad, que llegó a consulta por presentar cojera con duración de 3 semanas; a la palpación de las extremidades anteriores fue evidente el dolor; se realizaron exámenes radiológicos y además citológicos para poder llegar al diagnóstico de Panosteítis; instauró terapia con 0,5 mg/kg de flunixin meglumine pero suspendió a los dos días por incremento de creatinina sérica y azotemia; cambió analgesia a infusiones venosas con 1,5 mg/kg de lidocaína acompañado de 0,05 mg/kg de butorfanol hasta incluso 0,1 mg/kg de morfina intraósea acompañado de parches de fentanilo para la analgesia en el camello.

Otro caso atípico de Panosteítis fue el reportado por Sota y colaboradores (2015) quienes informaron las lesiones óseas compatibles con esta enfermedad en un becerro de raza Holstein de 45 días de edad. Para este caso, primer reportado para la especie bovina, también fue necesario el estudio citológico de la pieza ósea afectada como complemento de las radiografías y examen semiológico para llegar al diagnóstico definitivo de Panosteítis.

En el año 2005, Jones & McDiarmid publicaron un caso de Panosteítis en un caballo de raza Cuarto de Milla de 8 años con cojera de 4 semanas de duración; el diagnóstico se basó en examen semiológico, radiografía y escintigrafía ósea; el tratamiento se realizó con 2,2 mg/kg de fenilbutazona durante 6 semanas y 6 meses de reposo. El reporte anterior sugiere que el abordaje clínico, diagnóstico y terapéutico de la Panosteítis difiere entre especies.

La edad de presentación de la enfermedad en equinos y caninos discrepa enormemente. En caninos, basta con los resultados de la palpación de la diáfisis y hallazgos radiográficos para llegar al diagnóstico de Panosteítis; para los casos reportados en camello, becerro y yegua, se ha complementado el diagnóstico con citología e incluso escintigrafía. El tratamiento sugerido en caninos se basa en AINES como flunixin meglumine, ketoprofeno o meloxicam; en las demás especies reportadas han implementado otro tipo de com-

puestos farmacológicos como la lidocaína, fentanilo, butorfanol, fenilbutazona e incluso morfina. Desde luego, la eficacia analgésica del tratamiento puede llegar a depender de la sensibilidad que cada especie exprese frente a los diferentes fármacos.

Hope & colaboradores (2005) realizaron importantes comunicaciones sobre la Panosteítis canina; publicaron un caso de cojera aguda en perro Pastor Collie de 8 años de edad que nunca respondió a tratamiento analgésico ni antiinflamatorio, los hallazgos radiológicos de esclerosis difusa sobre foramen nutricio y engrosamiento de perióstico indicaron Panosteítis y el examen citológico indicó asociación con un carcinoma; el paciente fue eutanasiado; los autores manifiestan que los cambios en la diáfisis generados por la Panosteítis pueden significar un factor de riesgo para desarrollo de enfermedades concomitantes; lo que pone en evidencia que la Panosteítis puede presentarse en caninos de cualquier edad.

En el año 1982, Johnson & Allan comunicaron un caso de Panosteítis canina en una hembra de raza Cocker spaniel de 12 meses de edad que fue remitida por manifestar cojera bilateral intermitente en los miembros anteriores con curso de dos semanas. El autor reportó engrosamiento excesivo de la diáfisis de los radios derecho e izquierdo, lo que llevó a tomar la decisión de aplicar la eutanasia del animal por las lesiones irreversibles. El examen histopatológico de radio mostró formación excesiva de trabéculas y osteocitos de gran tamaño al interior de la médula ósea; la ausencia de células hematopoyéticas fue característica. Permitiendo diferenciar y tal vez desvirtuando las aseveraciones de otros autores, quienes manifiestan que la Panosteítis es una enfermedad autolimitada de la cual no se derivan consecuencias complejas.

En un estudio retrospectivo de 18 casos de Panosteítis canina, realizado en 1991 por Novales y colaboradores, se encontró que el 97% de los perros eran machos y la edad media de presentación fue de 8,8 meses; la manifestación clínica más común fue la aparición de cojera aguda sin manifestarse ningún tipo de deformidad o inflamación local en los miembros. Respecto a la raza, diez (10) eran Pastor Alemán, cinco (5) Mastín, un (1) Doberman, un (1) Braco Húngaro y un (1) Pirineo. El hueso más afectado fue el húmero (42% de los casos) y el menos afectado fue el fémur (3% de los casos); la cojera se manifestó principalmente en miembros anteriores. Novales y colaboradores no encontraron diferencias significativas en la evolución clínica de animales con y sin tratamiento; esto contrasta con lo informado por Yilmaz & colaboradores en 1999, quienes manifiestan que la administración de flunixin meglumine contribuye de manera significativa a la remisión de las cojeras en perros con Panosteítis.

El diagnóstico diferencial incluye osteocondritis disecante (TOC), coronoide fragmentado, proceso anconeal no unido, displasia de cadera, enfermedad cruzada coxofemoral, luxación y fracturas. Cuando hay una cojera de miembros posteriores, se debe considerar como diferenciales la artritis reumatoide y el lupus eritematoso sistémico (LES), esto en casos extremos.

La importancia en el reconocimiento de la Panosteítis radica en el uso indiscriminado de

medicamentos en los caninos y en brindar soluciones profesionales a los propietarios que demandan los servicios veterinarios. Como ya se ha mencionado, la Panosteítis es una enfermedad de la cual aún se desconoce su etiología – pues hasta el momento solo hay hipótesis y por lo tanto, el tratamiento es únicamente sintomático. Esto exhorta a ser cauteloso con el derrotero diagnóstico y terapéutico instaurado para no vulnerar el bienestar animal y hacer honor a la ética profesional.

CONCLUSIONES

La Panosteítis canina es una enfermedad ortopédica del desarrollo cuya relevancia clínica puede estar subestimada debido a su presentación intermitente, curso generalmente autolimitado y a la limitada sospecha diagnóstica en la práctica clínica. En Colombia, la ausencia de reportes de casos publicados sugiere un subdiagnóstico más que una baja ocurrencia real de la enfermedad, lo cual resalta la necesidad de fortalecer el reconocimiento clínico y el registro sistemático de esta enfermedad.

La evidencia disponible indica que, en caninos, el diagnóstico se fundamenta principalmente en la correlación entre los hallazgos clínicos y los cambios radiográficos característicos a nivel de la diáfisis de los huesos largos; sin embargo, los reportes en otras especies demuestran que el abordaje diagnóstico puede requerir técnicas complementarias, lo que pone de manifiesto la variabilidad interespecífica en la expresión de la enfermedad.

Aunque tradicionalmente se considera un proceso benigno, existen descripciones de presentaciones atípicas y asociaciones con patologías concomitantes que evidencian la necesidad de una evaluación ortopédica cuidadosa y de un seguimiento clínico adecuado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aithal, H. P., Pal, A., Kinjavdekar, P., & Pawde, A. M. (2023). Metabolic Bone Diseases. *Textbook of Veterinary Orthopaedic Surgery*, 327–351. https://doi.org/10.1007/978-981-99-2575-9_9
- Álvarez López, A., Soto-Carrasco, S. R., & García Lorenzo, Y. de la C. (2018). Osteomyelitis: enfoque actual. *Archivo Médico Camagüey*, 22(1), 94–104.
- Arbolea, L., & Castañeda Santos, S. (2013). Osteoinmunología: el estudio de la relación entre el sistema inmune y el tejido óseo. *Reumatología Clínica*, 9(5), 303–315. <https://doi.org/10.1016/j.reuma.2013.01.004>
- Aristizábal Escobar, A. S. (2015). Análisis cinético de la locomoción en perros como metodología diagnóstica de enfermedades ortopédicas [Trabajo de grado, Universidad de La Salle]. https://ciencia.lasalle.edu.co/medicina_veterinaria/42
- Barrett, R., Schall, W., & Lewis, R. (1968). Clinical and radiographic features of canine panosteitis. *Journal of the American Animal Hospital Association*, 4(2), 94–104.

- Brejov, G., & Blanco, D. (2014). Manual de semiología veterinaria. Universidad de Buenos Aires. https://www.fvet.uba.ar/archivos/catedras/semiologia/semiologia_guia_completa.pdf
- Brenes, Z. (2014). Sarcoma de Ewing: enfoque radiográfico. *Revista Médica de Costa Rica y Centroamérica*, 71(610), 1–11.
- Breur, G., Lust, G., & Todhunter, R. (2001). Genetics of canine hip dysplasia and other orthopaedic traits. En A. Ruvinsky & J. Sampson (Eds.), *The genetics of the dog* (pp. 267–298). CABI Publishing.
- Brogliá, G. C., & Amo, A. (2015). Manual de semiología de los animales domésticos. In *Manual de semiología de los animales domésticos*. Universidad Nacional de La Plata (EDULP). <https://doi.org/10.35537/10915/46683>
- Bueno, M., Ruiz, J., Soto, V., Bueno, A., & Lorente, M. (2013). Osteomielitis aguda: epidemiología, manifestaciones clínicas, diagnóstico y tratamiento. *Anales de Pediatría*, 78(6), 367–373. <https://doi.org/10.1016/j.anpedi.2012.10.019>
- Burt, J. K., & Wilson, G. P., 3rd (1972). A study of eosinophilic panosteitis (enostosis) in German Shepherd dogs. *Acta radiologica. Supplementum*, 319, 7–13.
- Cañete, G., & Bravo, G. (2017). Determinación del índice cefálico y biotipo cefálico en perros mestizos cubanos y su importancia. *REDVET*, 18(1), 1–7.
- Chavassieux, P., & Meunier, P. (2003). Histología y citología del hueso normal. *EMC—Aparato Locomotor*, 36(3), 1–11.
- Corbee, R., Tryfonidou, M., Beckers, I., & Hazewinkel, H. (2012). Composition and use of puppy milk replacers in German Shepherd puppies in the Netherlands. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 96(3), 395–402.
- DeCamp, C., Johnston, S., DeJardin, L., & Schaefer, S. (2016). Disease conditions in small animals (pp. 827–838). Elsevier.
- Demko, J., & McLaughlin, R. (2005). Developmental orthopedic disease. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 35, 1111–1135.
- Gaete Moreno, A. (2017). La rigurosidad científica: validez y confiabilidad en los paradigmas cuantitativo y cualitativo. *Tema de Investigación Central de La Academia*, 113–125. <https://publicacionesacague.cl/index.php/tica/article/view/169>
- Gallardo, H., Varaona, O., Maccione, B., Ros, M., Michini, E., & De la Rosa, L. (1993). Osteomielitis: Fisiopatología y anatomía patológica (primera parte). *Revista de la Asociación Argentina de Ortopedia y Traumatología*, 58(4), 472–478.

- Garro, M., & Mora, A. (2014). Ortopedia. *Revista Médica de Costa Rica y Centroamérica*, 71(610), 365–369.
- Hazewinkel, H., & Mott, J. (2010). Principales desequilibrios nutricionales implicados en las enfermedades osteoarticulares. *IVIS*, 4(2), 460–467.
- Hernández, T., Zarzoso, S., Navarro, M., Santos, M., González, F., & Saavedra, J. (2015). Osteomielitis y artritis séptica (p. 16). *AEP*.
- Hope, B., Kerwin, S., Henry, G., Porterpan, B., & Johnson, M. (2005). Veterinary medicine today: What is your diagnosis? *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 226(6), 871–872.
- Igna C, Dascălu R, Bumb D, Sicoe B, Schüzler L (2016) The incidence of panosteitis in dogs admitted in surgery clinic of the faculty veterinary medicine Timisoara - retrospective study (2000–2015). *Sci Works, Series C Vet Med* 62:69–72
- Jiménez, D., & Soto, J. (2013). Infecciones óseas primarias: Osteomielitis agudas y crónicas. *Revista Clínica Escuela de Medicina UCR*, 3(8), 7–17.
- Johnson, A., & Schultz, K. (2007). Orthopedics. En T. W. Fossum (Ed.), *Small animal surgery* (pp. 930–1356). Elsevier.
- Johnson, K., & Allan, G. (1982). Panosteitis in a Cocker Spaniel dog. *Australian Veterinary Journal*, 58, 153–155.
- Jones, E., & McDiarmid, A. (2005). Multiple enostosis-like lesions in a racing Thoroughbred. *Equine Veterinary Education*, 17(2), 92–95.
- Jubb, K., Kennedy, P., & Palmer, N. (1993). *Pathology of domestic animals* (p. 133). Academic Press.
- Kronfeld, D., Meacham, T., & Donoghue, S. (1990). Dietary aspects of developmental orthopedic disease in young horses. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 6(2), 451–465.
- LaFond, E., Breur, G., & Austin, C. (2002). Breed susceptibility for developmental orthopedic diseases in dogs. *Journal of the American Animal Hospital Association*, 38, 467–477.
- Levine, D., Smith, J., Richardson, D., Brown, V., Beech, J., Habecker, P., & Adam, E. (2007). Suspected panosteitis in a camel. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 231(3), 437–441.
- Llerena, L., Guaman, J., Soledad, S., Martínez, J., Sinchiguano, S., Aldaz, A., Acurio,

- D., Lozada, J., & Castillo, A. (2019). Osteomielitis: Abordaje diagnóstico-terapéutico. *AVFT*, 38(1), 53–62.
- Mengist, W., Soromessa, T., & Legese, G. (2020). Method for conducting systematic literature review and meta-analysis for environmental science research. *MethodsX*, 7, 100777. <https://doi.org/10.1016/J.MEX.2019.100777>
- Milton, J. (1979). Panosteitis: A review of the literature and 32 cases. *Auburn Veterinarian*, 35(3), 11–15.
- Moreira, L. de P., Zocatelli, T. F., & Amaral, C. B. (2023). Canine panosteitis and preventive veterinary measures: insights from a case series. *Bulletin of the National Research Centre*, 47(1). <https://doi.org/10.1186/S42269-023-01153-3>
- Morris, P. (1974). A therapeutic approach to panosteitis. *The Practicing Veterinarian*, 5, 25.
- Muñoz Verbel, D., Cueto Almeida, E., Morales Meléndez, V., García Lombana, A., Aparicio Marengo, D., & Márquez Lázaro, J. (2023). Proteínas oxidadas de origen animal y su impacto sobre la salud intestinal. *Medicina U.P.B.*, 42(1), 49–56. <https://doi.org/10.18566/MEDUPB.V42N1.A07>
- Novales, M., Molleda, J., López, R., & Ginel, P. (1991). Panosteitis canina. *AVEPA*, 11(3), 173–179.
- Pagán, J. (2002). The incidence of developmental orthopedic disease (DOD) on a Kentucky Thoroughbred farm. *Kentucky Equine Research*, 6(4), 469–476.
- Peterson, M., & Kutzler, M. (2011). *Small animal pediatrics*. Saunders.
- Prada, I., Altónaga, J., Amatto, M., Rial, J., & Gonzalo, M. (2017). Tratamiento de un caso de osteocondritis disecante bilateral de cóndilo femoral lateral mediante la combinación de la técnica OATS y el uso postquirúrgico de plasma rico en factores de crecimiento en un perro. *Clínica Veterinaria de Pequeños Animales*, 37(2), 103–109.
- Prządka, P., Buczak, K., Frejlich, E., Gąsior, L., Suliga, K., & Kiełbowicz, Z. (2021). The Role of Mesenchymal Stem Cells (MSCs) in Veterinary Medicine and Their Use in Musculoskeletal Disorders. *Biomolecules* 2021, Vol. 11, Page 1141, 11(8), 1141. <https://doi.org/10.3390/BIOM11081141>
- Ramírez, G. F. (2005). *Manual de semiología clínica veterinaria*. Universidad de Caldas. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/20.500.12324/13558>
- Rueda, J., & Fernández, A. (1989). Osteodistrofias en el perro y el gato: Diagnóstico diferencial. *AVEPA*, 9(1), 1–14.

- Saavedra, P., Vásquez, G., & González, L. (2011). Interleucina-6: ¿Amiga o enemiga? Bases para comprender su utilidad como objetivo terapéutico. *Iatreia*, 24(2), 157–166.
- Sato, R., Ito, T., Suganuma, T., Une, Y., Kudo, T., Kayanuma, H., Kanai, E., Suzuki, T., Ochiai, H., Enomoto, N., Itoh, S., Onda, K., & Wada, Y. (2015). Suspected panosteitis in a crossbred calf. *The Canadian veterinary journal La revue veterinaire canadienne*, 56(5), 463–465.
- Schawalder, P., Andres, U., Jutzi, K., Stoupis, C., & Bosch, C. (2002). Die Panostitis beim Hund – eine kryptogenetische Skeletterkrankung im Blickwinkel einer neuen ätiopathogenetischen Hypothese. Teil 1: Klinische und diagnostische Aspekte. *Schweizer Archiv für Tierheilkunde*, 144(3), 115–130.
- Schawalder, P., Jutzi, K., Andres, U., & Blum, J. (2002). Die Panostitis beim Hund – eine kryptogenetische Skeletterkrankung im Blickwinkel einer neuen ätiopathogenetischen Hypothese. Teil 2: Biochemische Aspekte und Untersuchungen. *Schweizer Archiv für Tierheilkunde*, 144(4), 163–173.
- Sirim, O., & Alkan, Z. (2010). Developmental orthopaedic diseases in foals. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 16(5), 887–892.
- Tresguerres, I., Alobera, M., Pingarrón, M., & Blanco, L. (2006). Bases fisiológicas de la regeneración ósea I. Histología y fisiología del tejido óseo. *Medicina Oral, Patología Oral y Cirugía Bucal*, 11, 47–51.
- Trostel, T., McLaughlin, R., & Pool, R. (2002). Canine lameness caused by developmental orthopedic diseases: Osteochondrosis. *VetLearn*, 24(11), 836–854.
- Trostel, T., McLaughlin, R., & Pool, R. (2003). Canine lameness caused by developmental orthopedic diseases: Fragmented medial coronoid process and ununited anconeal process. *VetLearn*, 25(2), 112–121.
- Tudor, N. (2022). Clinical and radiographic aspects of panosteitis in dogs. *Practica Veterinara.Ro*, 2(36), 41. <https://doi.org/10.26416/PV.36.2.2022.6437>
- Tuемmers, C., Mora, C., & Saldivia, A. (2016). Osteochondrosis, physitis, angular and flexural deformation in horses as examples of developmental orthopedic diseases. *Sustainability, Agri, Food and Environmental Research*, 4(2), 1–12.
- Turnier, J., & Silverman, S. (1978). A case study of canine panosteitis: Comparison of radiographic and radioisotopic studies. *American Journal of Veterinary Research*, 9, 1550–1552.
- Ugalde, C., & Morales, D. (2014). Osteomielitis. *Medicina Legal de Costa Rica*, 31(1), 1–9.

Yilmaz, K., Alkin, F., Birdine, F., & Ogurtan, Z. (1999). Treatment and radiologic follow-up of panosteitis in a German Shepherd dog. *Veteriner Bilimleri Dergisi*, 15(2), 75–79.

Zachary, J. F. (2017). *Pathologic basis of veterinary disease* (6th ed., p. 986). Mosby.



ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

COMPETITIVIDAD DEL SECTOR AGUACATERO EN MÉXICO: UN ANÁLISIS DE LA RELACIÓN DE LA PRODUCCIÓN Y LAS EXPORTACIONES CON ESTADOS UNIDOS

*Competitiveness of the Mexican avocado sector: an analysis of the
relationship between production and exports with the United States*

Juan Alberto Solís Lozano¹

 <https://orcid.org/0000-0001-5429-9616>

 solislozanojuanalberto@gmail.com

¹Doctor en Administración, profesor de la Universidad Autónoma de Querétaro, Mexico

Fecha recepción: 14 de Octubre de 2022 / Fecha Aprobación: 26 de Diciembre 2022 / Fecha Publicación: 31 de Enero 2023

RESUMEN

Resumen: objetivo: fue analizar la relación entre la producción y las exportaciones desde el enfoque teórico de la competitividad, con el fin de comprender su comportamiento en el mercado estadounidense. **Metodología:** la investigación es de tipo cuantitativo y descriptivo. Se utilizaron pruebas estadísticas como la correlación de Pearson y el análisis de autocorrelación, con el propósito de evaluar si las variables —ingresos por exportación y producción en toneladas— presentan estacionariedad. **Resultados:** muestran que ambas variables no presentan estacionalidad. No obstante, se evidencian avances significativos en las exportaciones y también en la producción; sin embargo, esta última variable presenta mayor susceptibilidad a factores externos. Asimismo, se puede señalar que el mercado estadounidense, en relación con el aguacate, responde a una demanda que sostiene el sistema productivo en México. En este contexto, el estado de Michoacán se ha especializado en la producción de aguacate. **Conclusión:** un aspecto relevante es que esta inserción en el mercado no solo fortalece la dinámica del producto, sino que también constituye la base de la oferta y del posicionamiento de la marca.

Palabras claves:

Agronegocios, mercado internacional, nicho de mercado, producción de aguacate

ABSTRACT

Objective: The aim of this study was to analyze the relationship between production and exports from the theoretical perspective of competitiveness, in order to understand their behavior in

Cómo citar:

Solís Lozano, J. A. (2023). Competitividad del sector aguacatero en México: un análisis de la relación de la producción y las exportaciones con Estados Unidos. FAGROPEC, 15 (1), ppt. 30-46. <https://doi.org/10.47847/fagropec.v15n1a2>



the U.S. market. **Methodology:** The research follows a quantitative and descriptive approach. Statistical tests such as Pearson correlation and autocorrelation analysis were used to evaluate whether the variables—export revenues and production in tons—exhibit stationarity. **Results:** The findings show that both variables do not present seasonality. However, significant progress is observed in exports as well as in production; nonetheless, the latter variable shows greater susceptibility to external factors. Additionally, it can be noted that the U.S. market, in relation to avocados, responds to a demand that sustains the productive system in Mexico. In this context, the state of Michoacán has specialized in avocado production. **Conclusion:** A relevant aspect is that this market insertion not only strengthens the product's dynamics, but also constitutes the foundation of supply and brand positioning.

Keywords:

Agribusiness, international market, market niche, avocado production

INTRODUCCIÓN

La competitividad y los agronegocios en el sector agrícola en México han mostrado un crecimiento sostenido. El desarrollo de ciertos productos, como el aguacate, el chile y el maíz, se ha vuelto fundamental para la economía agraria del país. Según Sangerman-Jarquín et al. (2014), en este contexto, la competitividad ha jugado un papel clave en el desarrollo local, especialmente en el sector aguacatero, donde se han especializado determinadas regiones del país. De acuerdo con Macías Macías (2011), este proceso responde a la necesidad de competir en mercados internacionales estratégicos y a la apertura del libre comercio. En este sentido, el Tratado de Libre Comercio (TLC) ha permitido, de alguna manera, un mayor nivel de especialización en la producción de ciertos bienes, posicionando a México como líder en la producción de aguacate, considerado un producto insignia del país.

La pregunta que guía esta investigación es: ¿por qué es importante analizar el sector aguacatero desde el enfoque teórico de la competitividad (Barney, 1991) para comprender la relación entre la producción y las exportaciones hacia Estados Unidos en el marco del Tratado de Libre Comercio? Esta investigación se fundamenta en la necesidad de explorar cómo el aguacate se ha consolidado como un producto emblemático de México, con capacidad para competir en los mercados internacionales. Esta perspectiva también se apoya en lo planteado por se diferencia de los estudios de Abello y Esmeral (2019) y Martínez-Arroyo et al. (2022) ya que aquí se propone un análisis centrado en la competitividad, estableciendo como objeto de estudio el agronegocio del aguacate.

En este sentido, el sistema de producción aguacatero ha avanzado tanto en su adaptación territorial como en su nivel de competitividad en los mercados internacionales, particularmente en el estadounidense. Esto se refleja en los precios, los ingresos por exportación —que se mantienen y crecen a lo largo del tiempo— y en los niveles de producción en toneladas durante los 18 años de análisis. De esta manera, se evidencia un cambio sostenido y una estructura que continúa avanzando, a pesar de las limitaciones presentes en los mercados globales.

Por ello, resulta necesario analizar, desde la evidencia empírica, la dinámica del aguacate como producto en los mercados internacionales, así como sus avances y desafíos en el contexto mexicano. Esta investigación contribuye al debate sobre este tema, ofreciendo una aproximación al análisis de la competitividad del aguacate. En este sentido, el objetivo general es analizar la relación entre la producción y las exportaciones desde el enfoque teórico de la competitividad, con el fin de comprender su comportamiento en el mercado estadounidense.

Referencia teórica

Se utilizará como referente teórico a Barney (1991) para abordar la competitividad y los escenarios en los que los mercados se desarrollan a nivel global. Este enfoque también considera los procesos de innovación como un elemento clave. Barney et al. (2011),

propone que el crecimiento económico y la fortaleza competitiva de las empresas dependen de su capacidad de adaptación a diversos nichos y modelos económicos a lo largo del tiempo. En este marco, tanto los servicios como los productos —especialmente aquellos que incorporan valor agregado— juegan un papel fundamental en el posicionamiento dentro del mercado internacional. Asimismo, esta perspectiva es complementada por Carrascal et al. (2021), quien analiza cómo la competitividad, al integrarse en las cadenas productivas, contribuye a generar estabilidad económica tanto a nivel local como global.

No obstante, desde la teoría de la competitividad propuesta por Barney (1986), también es necesario considerar la manera en que los modelos de desarrollo se insertan en dimensiones políticas, sociales y económicas. Es decir, no basta con exportar o mantener un sistema productivo en el tiempo; se requiere que este contribuya efectivamente al desarrollo económico del país. En este sentido, la competitividad se vuelve un factor clave para la modernización del sistema productivo y el fortalecimiento del capital. A partir de ello, es importante destacar que la base de la fuerza productiva de un país suele encontrarse en el sector agrícola. Esta postura se sustenta en los planteamientos de Patiño et al. (2019), quien señala que el sector agropecuario constituye una punta de lanza en las dinámicas económicas globales, especialmente en América Latina. Según Bello Vega y Santana Moreno (2018), esto es frecuente en países latinoamericanos, donde aún existe una fuerte dependencia del sistema productivo rural. Sin embargo, esta característica también implica beneficios importantes, como el mantenimiento de sistemas productivos locales sostenibles y el establecimiento de una relación más equilibrada con el medio ambiente (Cardona Castaño et al., 2021; Castaño, 2021).

Antecedentes

Las investigaciones de Vallejo han documentado la importancia de seguir profundizando en la relevancia económica del aguacate. El crecimiento que ha experimentado este producto a lo largo del tiempo ha permitido consolidar relaciones que han contribuido a procesos de integración multilateral. Según Rubi Arriaga et al. (2013), el aguacate se ha consolidado en el sector rural de México como un producto de vanguardia, asociado a altos niveles de tecnificación, desarrollo rural, gestión pública y empresarial, así como a la conformación de un sólido soporte técnico en torno a su producción. Esto también se explica porque México reconoció el potencial del aguacate como un producto estratégico, lo que implicó la adaptación de su sistema productivo para competir en un entorno globalizado. En este sentido, más que una opción, se convirtió en una necesidad, como lo señala Díaz Castellanos, (2021). El aguacate se integra así al conjunto de productos de exportación más importantes del país. No obstante, uno de los principales desafíos se encuentra en el mercado interno, donde la calidad puede disminuir y la distribución es más limitada. Por otra parte, según el estudio de Herrera-González et al. (2020), la gestión productiva se ha centrado en torno al aguacate, particularmente en el estado de Michoacán. A pesar de los problemas asociados al conflicto, la inseguridad y la presencia de diversos actores de poder, se ha logrado mantener un equilibrio en los niveles de exportación.

METODOLOGÍA

La investigación es de tipo cuantitativo, con un enfoque descriptivo y de carácter correlacional, ya que tuvo como objetivo analizar la relación entre la producción de aguacate en toneladas y los ingresos por exportaciones en dólares en México. Este análisis permitió observar su comportamiento en el tiempo desde la perspectiva de la competitividad, a partir de los postulados teóricos de Barney et al. (2011)

En cuanto al diseño del estudio, es de tipo no experimental y de corte longitudinal, ya que se analizan datos históricos correspondientes a un periodo de 18 años (2003–2020), sin manipulación ni intervención sobre las variables. La información utilizada proviene de fuentes secundarias, obtenidas a través del SIAS (Sistema de Información de Acciones Sanitarias) y Secretaría de Gobierno (2021) y Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria, (SENASICA, 2021). Estas bases de datos fueron fundamentales, ya que aportaron la información empírica analizado en la investigación. La información fue sistematizada en una base de datos que permitió su procesamiento estadístico mediante el software SPSS, versión 26.

En primer lugar, se realizó un análisis de estadísticos descriptivos para cada una de las variables, con el fin de identificar medidas de tendencia central, medidas de dispersión, así como la distribución mediante indicadores de asimetría y curtosis. Esto permitió caracterizar el comportamiento general de las variables y detectar la presencia de valores atípicos.

Posteriormente, se aplicó la prueba de correlación de Pearson con el propósito de evaluar la relación entre las variables de estudio, incluyendo el tiempo representado en los años de análisis. Se consideró el nivel de significancia para validar las relaciones observadas, así como la dirección e intensidad de la correlación.

También, se realizó un análisis de series de tiempo utilizando la función de autocorrelación (FAC) y la prueba de Box-Ljung, con el objetivo de evidenciar la presencia de dependencia temporal en las variables. Este análisis permitió evaluar si las series presentaban patrones estructurados o si se comportaban como ruido blanco. Asimismo, se examinó la estructura autorregresiva de las variables, especialmente en el caso de los ingresos por exportación, con el fin de comprender su estabilidad en el tiempo.

Para el procesamiento de los datos se utilizó el software estadístico SPSS-26, el cual permitió generar los indicadores y pruebas necesarias para analizar la relación entre las variables. Los resultados fueron interpretados desde el enfoque teórico de la competitividad, estableciendo la relación entre la producción en toneladas, los ingresos por exportación y su incidencia en el mercado estadounidense.

Caso de estudio

Se seleccionó como caso de estudio a México en relación con Estados Unidos, tomando

como eje el producto del aguacate, siguiendo las recomendaciones de (Luquez Gaitán et al., 2022). Este autor plantea la importancia de analizar dicho producto desde la perspectiva del mercado, el crecimiento económico y el desarrollo que ha generado para el país.

A partir de esta base, se eligió este caso de estudio con el fin de interpretarlo desde un enfoque estadístico. Esto permitió evidenciar y desarrollar un análisis de carácter exploratorio y no experimental a lo largo de la investigación. Asimismo, el estudio se enmarca dentro de una visión de la competitividad, retomando las recomendaciones de Cruz-López et al. (2022), quien señala que la competitividad es fundamental dentro de los procesos productivos. En este sentido, los agronegocios en México deben analizarse desde su base productiva, considerando su comportamiento y las dinámicas del mercado. Bajo esta premisa, se desarrolló el presente análisis, con el objetivo de comprender el proceso del sector aguacatero desde una perspectiva estadística y de competitividad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los estadísticos descriptivos empleados demuestran una alta dispersión en ambas variables, especialmente en lo referente a la producción en toneladas, donde se observan asimetrías positivas y la presencia de valores atípicos. Esto sugiere que el crecimiento del sector aguacatero ha sido heterogéneo y se ha concentrado en ciertos periodos específicos. En contraste, la variable de ingresos por exportación muestra un comportamiento relativamente más estable y sostenido en el tiempo. El análisis, por tanto, indica un crecimiento importante en el sector productivo del aguacate; sin embargo, este no ha sido lineal (Tabla 1). Esta dinámica también refleja procesos de competitividad a lo largo de la federación mexicana, lo cual está vinculado con factores territoriales que influyen en el desempeño competitivo.

Tabla 1.
Estadística descriptiva

Variable	Prueba estadística	Estadístico	Error estándar
	Media	1.054.664.969,11111	197.722.091,254767
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior Límite superiores	637.507.820,90003 1.471.822.117,32219
	Media recortada al 5%	1.028.383.443,01235	
	Mediana	779.110.910,50000	
	Varianza	703692456662851580.000	
Ingreso de dólares por exportaciones	Desviación estándar	838.863.789,099787	
	Mínimo	58.840.053,000	
	Máximo	2.523.557.355,000	
	Rango	2.464.717.302,000	
	Rango intercuartil	1.465.504.650,750	
	Asimetría	.543	.543
	Curtosis	-1.166	1.038

	Media		58.006,416	57.562,1381
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	-63.439,080	
		Límite superiores	179.451,911	
	Media recortada al 5%		6.862,599	
	Mediana		377,184	
	Varianza		59641195371.452	
Productos en toneladas	Desviación estándar		244.215,4691	
	Mínimo		39,5	
	Máximo		1.036.562,0	
	Rango		1.036.522,5	
	Rango intercuartil		585,7	
	Asimetría		4.243	.536
	Curtosis		18.000	1.038

Fuente: elaboración propia

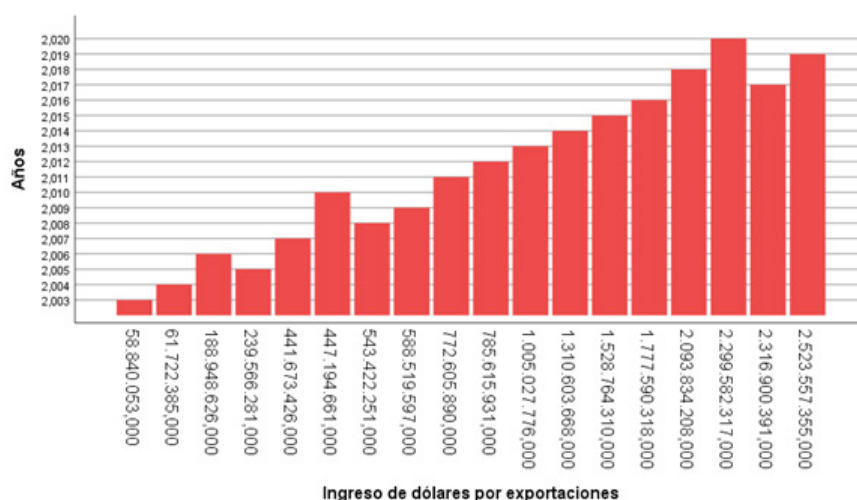
Con respecto a la anterior tabla 1, desde la perspectiva de la competitividad, y retomando a Barney et al. (2011), estos resultados reflejan un mercado que ha logrado posicionarse en un nicho económico, particularmente en el mercado estadounidense. Se observa un incremento positivo impulsado, en gran medida, por la alta demanda en dicho mercado. No obstante, existen contrastes importantes: la alta variabilidad en la producción también evidencia desafíos estructurales internos en México. Esto puede explicarse porque no todos los territorios están igualmente adaptados en términos de capacidades productivas y desarrollo para el cultivo del aguacate. Aun así, se identifica una tendencia hacia la sostenibilidad en el largo plazo; sin embargo, esta podría verse afectada por factores como la falta de inversión interna por parte de la federación hacia los estados productores, así como la necesidad de explorar nuevos nichos de mercado y fortalecer formas de producción a nivel interno. Estos elementos podrían favorecer, de manera sostenible, la expansión de la superficie destinada al cultivo, siempre considerando criterios de sustentabilidad ambiental.

El contexto mexicano

La producción de aguacate en México se ha vuelto emblemática. Dentro del estudio de, se señala que el aguacate ha adquirido una gran fuerza económica y también ha generado una importante movilidad política. En este contexto, el Estado mexicano se ha vuelto competitivo en materia de producción de aguacate. Con base en los análisis desarrollados, se destaca que esta productividad ha sido un factor clave en su posicionamiento. Asimismo, esto demuestra que el giro económico hacia el aguacate, en el marco de la relación bilateral establecida a través del Tratado de Libre Comercio (TLC) entre México y Estados Unidos, ha generado réditos para México. Esto ha permitido, de alguna manera, mantener estándares de calidad, precios competitivos y niveles crecientes de exportación, imponiéndose en el mercado global. Según Goya (2019), este comportamiento refleja la consolidación del sector. No obstante, esta tendencia podría verse afectada, ya que el presente análisis se realiza en el contexto de la pandemia por

COVID-19, donde han existido restricciones en el mercado a nivel fitosanitario (Figura 1). Estas condiciones pueden desequilibrar el statu quo que se venía desarrollando en materia económica, así como el crecimiento en los réditos para el sector aguacatero en México.

Figura 1.
Ingresos de dólares por exportaciones de aguacates.

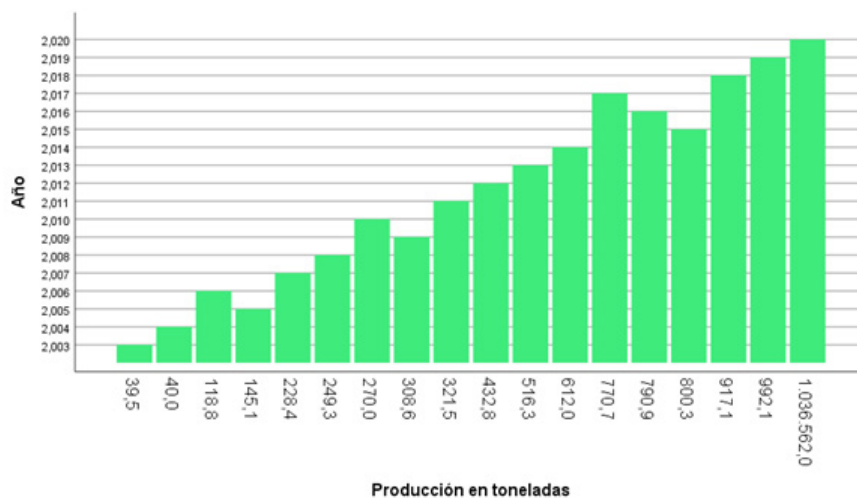


Fuente: elaboración propia con dato obtenidos de SENASICA (2021).

La figura 1 muestra cómo las exportaciones han aumentado a lo largo del tiempo, evidenciando una clara tendencia de crecimiento económico durante el periodo de análisis. En materia de competitividad, esto refleja un crecimiento acelerado; es decir, México adaptó su sistema productivo y dio un giro económico hacia la regulación de la producción de aguacate. Según los estudios de Borrego y Allende (2021), esto también se explica porque algunos estados centraron su producción en dicho producto para venderlo a su principal socio comercial, que son los Estados Unidos.

En materia de producción, el país ha concentrado la mayor cantidad en el estado de Michoacán, que prácticamente se ha especializado en mantener el equilibrio comercial bilateral del aguacate con Estados Unidos. Esto tiene que ver con la tecnificación que este estado ha desarrollado en la producción de aguacate. Lo anterior se refleja en la figura, donde se observa un crecimiento continuo con tendencia al alza (Figura 2). Un aspecto importante, según (SENASICA, 2021), es que Michoacán representa, en promedio, alrededor del 70% de la producción nacional en el periodo de análisis, y esta cifra puede seguir creciendo, dado que el estado ha fortalecido su competitividad para atender las exigencias del mercado norteamericano, especialmente el estadounidense.

Figura 2.
Producción de aguacates en toneladas.



Fuente: elaboración propia con dato obtenidos de SENASICA (2021).

En cuanto a las exportaciones en toneladas, el país alcanza más de un millón de toneladas para el año 2020. Hasta el momento del análisis, esto representa un récord que muestra cómo el sistema competitivo, a nivel local, estatal y federal, ha tenido que adaptarse a las exigencias del modelo norteamericano para lograr que el producto ingrese y compita en el mercado, tanto en precio como en calidad. Este crecimiento sostenido demuestra que el rendimiento del aguacate, según Roger, es bastante seguro en materia de exportaciones y se consolida como un producto insignia dentro de esta nueva tendencia económica neoliberal del país.

Correlación de Pearson

La correlación entre las variables muestra un coeficiente de Pearson de 0.37 y una significancia de 0.129. Esto indica una correlación positiva de tendencia débil; es decir, cuando aumenta la producción en toneladas, también tienden a incrementarse los ingresos por la venta y exportación de aguacate. Sin embargo, esta relación no es estadísticamente significativa, dado que el valor p es mayor a 0.05. Por lo tanto, aunque existe cierta relación, no se puede afirmar con certeza que ambas variables estén significativamente relacionadas ni que una explique el comportamiento de la otra durante el periodo de análisis. En cuanto a la relación entre el valor de los ingresos en dólares y el año, se observa una significancia de 0.01 y una correlación positiva muy fuerte (0.964). Esto indica que el valor de las exportaciones en dólares aumenta claramente con el tiempo, mostrando una relación estadísticamente significativa. A partir de la correlación de Pearson, se puede señalar que, aunque la producción de aguacate presenta una tendencia al alza en el periodo de análisis (2003–2020), no existe evidencia suficiente que permita afirmar que el incremento en la producción explica directamente el aumento

en los ingresos por exportación (Tabla 1).

Tabla 2.
Correlación de Pearson entre las tres variables

Variables	Estadístico	Productos en toneladas	Ingreso de dólares por exportaciones	año
Producto en toneladas	Correlación de Pearson	1	.372	.398
	Sig. (bilateral)		.129	.101
	N	18	18	18
Ingreso de dólares por exportaciones	Correlación de Pearson	.372	1	.964
	Sig. (bilateral)	.129		.000
	N	18	18	18
Año	Correlación de Pearson	.398	.964	1
	Sig. (bilateral)	.101	.000	
	N	18	18	18

Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de SENASICA (2021).

No obstante, también se identifica que los ingresos en dólares muestran una fuerte relación con el tiempo. Esto sugiere la presencia de factores externos, como la adaptación a la competitividad en el nicho de mercado, donde México ha ganado mayor relevancia y ha incrementado la inversión interna. Asimismo, la preferencia del mercado estadounidense por el aguacate mexicano ha impulsado el crecimiento del sector. Otro elemento favorable, según Balvín Calderón (2016) se realizó en el departamento de Lima e Ica, durante el periodo del 2004 al 2014. El propósito de la investigación fue realizar el análisis la oferta exportable, además se analizó las características del mercado de Estados Unidos de América y el nivel de competitividad de comercio internacional en comparación con México y Chile. Para ello, se analizaron los factores que determinan la competitividad de la oferta exportable en la cadena productiva de la palta Hass, utilizando la evaluación del proceso de generación de valor, cadena de valor y las cinco fuerzas de Porter. Para el análisis del mercado de Estados Unidos de América se tuvo en cuenta las características geográficas, psicográficas y conductuales del mercado, además se evaluó los requisitos de exportación hacia USA. En relación al nivel de competitividad del Perú en el comercio internacional en comparación con México y Chile se utilizó el método de ventaja comparativa revelada. La oferta exportable del Perú al (2014, podría ser el precio competitivo en el mercado estadounidense, así como las garantías en materia de sanidad, lo que otorga un valor diferenciador y fortalece la competitividad del producto.

Autorregulación de las variables: variable de producción en toneladas

Para el análisis de autocorrelación de la variable de producción en toneladas, se puede estimar que todos los coeficientes se encuentran cercanos a cero, específicamente en un rango entre -0.03 y -0.053. Esto indica que no existe una autocorrelación significativa, es decir, la serie no depende de sus valores pasados. En cuanto a la prueba de Box-Ljung, se acepta la hipótesis nula, la cual establece que la producción de aguacate no presenta autocorrelación y que su comportamiento es irregular y no predecible a partir de su propia

evolución en el tiempo. Esto sugiere que la producción es altamente inestable y que pueden existir factores externos que la dinamizan, desestabilizan y modifican su patrón. En este sentido, el análisis de la función de autocorrelación (FAS) demuestra que la serie de tiempo presenta alta variabilidad, sin patrones temporales definidos ni dependencia estructural. Esto implica que la producción ha sido influenciada por factores externos que no siempre son controlables por los productores, tales como el cambio climático, la presencia de plagas o un manejo fitosanitario inadecuado, los cuales pueden incidir directamente en la capacidad de exportación de aguacate por parte de México (Tabla 3 y Figura 3).

Tabla 3.

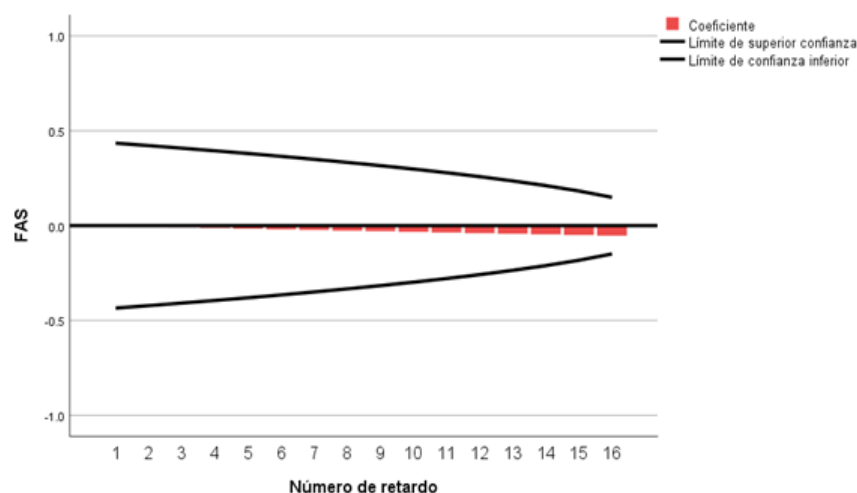
Modelo de autorregulación de la variable de producción en toneladas

Nombre de modelo		MOD_12
Nombre de serie	1	Produitone
Transformación		Ninguna
Diferenciación no estacional		0
Diferenciación estacional		0
Longitud de periodo estacional		Sin periodicidad
Número máximo de retardos		16
Proceso asumido para calcular los errores estándar de las autocorrelaciones		Independencia(ruido blanco)a
Visualizar y trazar		Todos los retardos

Fuente: elaboración propia con dato obtenidos de SENASICA (2021).

Figura 3.

Modelo FAS de la variable de producción en toneladas. Fuente: elaboración propia con dato obtenidos de SENASICA (2021).



Desde la perspectiva de la competitividad, retomando a Barney (1991), la autocorrelación de la producción de aguacate se configura como un proceso no estructurado; sin

embargo, el sistema muestra una capacidad de resiliencia. Esto puede explicarse por la adaptación que ha tenido la producción al mercado norteamericano, particularmente al estadounidense. Dicha adaptación se encuentra mediada principalmente por los precios y las condiciones del mercado en Estados Unidos. En este sentido, a pesar de la presencia de factores externos que influyen directamente en la producción, el sector se mantiene competitivo, impulsado por una demanda constante que sostiene el proceso productivo y permite a México posicionarse en el mercado internacional. Asimismo, como lo señala Arias et al. (2018), el mercado estadounidense exige altos estándares de calidad, lo que ha llevado a México a ajustar su producción para cumplir con dichos requerimientos. Esto contribuye a mantener el equilibrio del sistema y a sostener una tendencia de crecimiento en la producción, a pesar de su carácter irregular.

Autorregulación de las variables

La autocorrelación para la variable de ingresos por exportación revela un nivel de retardo alto (0.849), con valores positivos y considerablemente elevados en los primeros rezagos. Asimismo, presenta niveles de significancia que permiten rechazar la hipótesis nula; es decir, los valores de las exportaciones en dólares presentan autocorrelación, lo que indica la existencia de dependencia temporal entre las variables asociadas.

Esto implica que el comportamiento de los ingresos está vinculado a un proceso económico sostenido en el tiempo, caracterizado por relaciones comerciales consolidadas, estabilidad en los precios y contratos derivados de los tratados de libre comercio, que han permitido un posicionamiento sólido del producto mexicano en el mercado estadounidense. En este sentido, según Hernández Soto y González Farías (2022) and to meet its demand it imports large quantities from Mexico. Between 2015 and 2020, Mexican avocado imports increased at an annual average of 4.56%. The present work aims to know the viability of increasing the annual growth rate of exports to the US market. To carry out the research, the international avocado market between Mexico and the United States of America was represented in an econometric model and, through a partial equilibrium analysis, a 30% annual increase in exports was simulated. According to the results, an increase in the exported quantity of Mexican avocado to the United States of America at an annual growth rate of 30% is viable. The simulated scenario shows that the Benefit/Cost Ratio (B/C R, los ingresos muestran una tendencia estable, lo que sugiere que la competitividad no depende exclusivamente de producir más, sino de la capacidad de inserción del producto en el mercado internacional, reflejada en los ingresos por exportación (Tabla 4 y 5 y Figura 4).

Tabla 4.

Modelo de autorregulación de la de producción en toneladas

Descripción del modelo		
Nombre de modelo		MOD_13
Nombre de serie	1	Valor dólares
Transformación		Ninguna

Diferenciación no estacional	0
Diferenciación estacional	0
Longitud de periodo estacional	Sin periodicidad
Número máximo de retardos	16
Proceso asumido para calcular los errores estándar de las autocorrelaciones	Independencia (ruido blanco)
Visualizar y trazar	Todos los retardos

Fuente: elaboración propia con dato obtenidos de SENASICA (2021).

Tabla 5.
Valores de la autocorrelación.

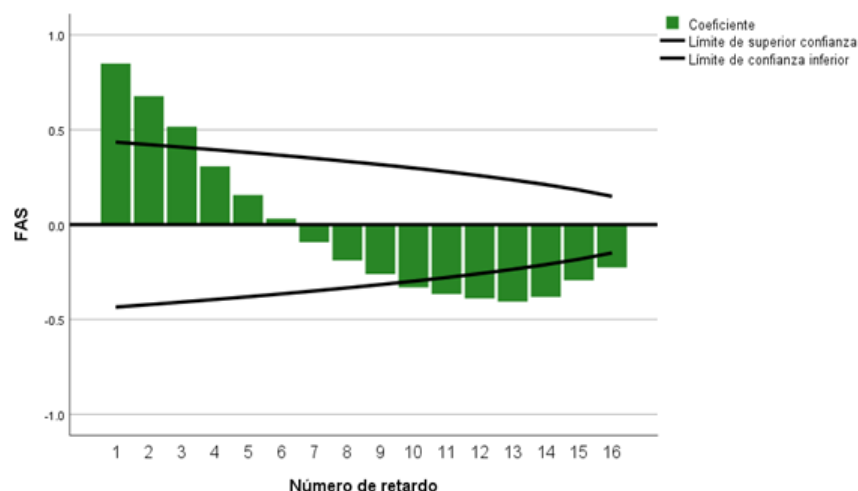
Retardo	Autocorrelación	Desv. Errora	Estadístico de Box-Ljung		
			Valor	gl	Sig.
1	.849	.217	15.277	1	.000
2	.678	.211	25.615	2	.000
3	.516	.204	32.012	3	.000
4	.307	.197	34.437	4	.000
5	.156	.190	35.111	5	.000
6	.032	.183	35.141	6	.000
7	-.092	.175	35.420	7	.000
8	-.189	.167	36.708	8	.000
9	-.261	.158	39.425	9	.000
10	-.331	.149	44.364	10	.000
11	-.366	.139	51.245	11	.000
12	-.389	.129	60.331	12	.000
13	-.406	.118	72.190	13	.000
14	-.382	.105	85.290	14	.000
15	-.293	.091	95.609	15	.000
16	-.226	.075	104.771	16	.000

Fuente: elaboración propia con dato obtenidos de SENASICA (2021).

Desde la teoría de la competitividad propuesta por Barney et al. (2011), estos resultados evidencian la existencia de capacidades organizativas que permiten al Estado mexicano desarrollar ventajas competitivas sostenibles, donde el mercado se convierte en un activo estratégico. Esto se traduce en el posicionamiento de un producto con altos niveles de reputación, respaldado por estándares de calidad en su sistema productivo.

Por otra parte, desde la perspectiva de Flores-Villamil et al. (2018) y Vasco-Leal et al., (2021), estos hallazgos sugieren que el sector aguacatero en México ha logrado consolidar un dominio en el mercado internacional. No obstante, los ingresos por exportación responden, en gran medida, a una relación económica consolidada con Estados Unidos, así como a una respuesta estratégica del mercado interno para insertarse en el mercado norteamericano, ofreciendo un producto que satisface las exigencias de los consumidores.

Figura 4.
Modelo FAS de la Ingreso de dólares por exportaciones.



Fuente: elaboración propia con dato obtenidos de SENASICA (2021).

CONCLUSIONES

El sector aguacatero en México ha experimentado un crecimiento importante durante el periodo de análisis; sin embargo, este no ha sido homogéneo. La producción presentó una variabilidad significativa, con asimetrías y valores atípicos. En contraste, las exportaciones mantienen una tendencia sostenida, prometedora y con altos niveles de estabilidad. Esto demostró que el crecimiento del sector agropecuario, a través de su producto insignia — el aguacate—, no depende exclusivamente del nivel de producción, sino de la capacidad de inserción del producto en el mercado estadounidense.

Los resultados evidencian que la correlación de Pearson no presenta una relación estadísticamente significativa entre la producción y los ingresos por exportación; sin embargo, estos últimos muestran una fuerte relación con el tiempo. Esto sugiere que el desempeño del sector aguacatero puede estar influenciado por factores externos considerados en la investigación, como la demanda internacional, los precios del producto y el cambio climático. Asimismo, se identificó una inestabilidad en la producción frente a la estabilidad de las exportaciones, lo cual se demuestra a través de la estructura estadística autorregresiva, evidenciando una asimetría entre ambas variables.

Desde la perspectiva de la competitividad, estos resultados permiten establecer que las ventajas del sector aguacatero no radican únicamente en la estabilidad de la producción, sino en la capacidad de posicionamiento del producto mexicano en el mercado internacional, especialmente en el estadounidense, donde se genera una demanda significativa, siendo Estados Unidos el principal comprador. Esto indicó la consolidación de un producto fuerte dentro de la economía.

Esta dinámica también refleja cómo México ha adaptado sus capacidades productivas, particularmente en el estado de Michoacán, mediante altos niveles de equipamiento y tecnología para responder a la demanda global. No obstante, persisten desafíos estructurales, como las desigualdades territoriales y las limitaciones para expandir la producción a otros estados con niveles competitivos similares, lo cual se presenta como una limitación del estudio y una línea para futuras investigaciones, junto con la necesidad de analizar el vínculo del aguacate como producto de origen mexicano en su posicionamiento en el mercado estadounidense.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abello, M. J., y Esmeral, A. (2019). Estudio de mercado para mejorar las exportaciones de aguacate Hass colombiano hacia Estados Unidos. <http://hdl.handle.net/10726/2076>
- Arias, F., Montoya, C., y Velásquez, O. (2018). Dinámica del mercado mundial de aguacate. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, (55), 22-35. <https://doi.org/10.35575/rvucn.n55a2>
- Balvín Calderón, E. S. (2016). Competitividad de la oferta exportable de la palta Hass (*Persea americana*) en el mercado de Estados Unidos. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/2744>
- Barney, J. (1991). Firm Resources and Sustained Competitive Advantage. *Journal of Management*, 17(1), 99-120. <https://doi.org/10.1177/014920639101700108>
- Barney, J. B. (1986). Strategic Factor Markets: Expectations, Luck, and Business Strategy. *Management Science*, 32(10), 1231-1241. <https://doi.org/10.1287/mnsc.32.10.1231>
- Barney, J. B., Ketchen Jr., D. J., y Wright, M. (2011). The Future of Resource-Based Theory: Revitalization or Decline? *Journal of Management*, 37(5), 1299-1315. <https://doi.org/10.1177/0149206310391805>
- Bello Vega, R. A., y Santana Moreno, L. J. (2018). Oportunidad de exportación de aguacate Hass a Estados Unidos. <http://repositorio.uniagustiniana.edu.co/handle/123456789/649>
- Borrego, A., y Allende, T. C. (2021). Principales detonantes y efectos socioambientales del boom del aguacate en México. *Journal of Latin American Geography*, 20(1), 154-184.
- Cardona Castaño, J. C., Lamprea Zona, M. C., y Cubides Suárez, F. A. (2021). Sobre el concepto de cambio climático e implicaciones. Construcción desde el aula. *Revista Internacional de Pedagogía e Innovación Educativa*, 1(2), 87-102. <https://doi.org/10.51660/ripie.v1i2.39>

- Carrascal, B. L. V., Patiño, J. F. H., Vásquez, A. C. A., y Guillin, K. Y. B. (2021). Políticas públicas sector agropecuario: Aportes a la productividad y competitividad del sector en el Municipio de San José de Cúcuta. *Revista Facultad de Ciencias Agropecuarias -FAGROPEC*, 13(1), 24-25. <https://doi.org/10.47847/fagropec.v13n1a3>
- Castañó, J. C. C. (2021). Aproximaciones al Concepto de Ambiente: Percepciones de Adolescentes. *Revista Guatemalteca de Educación Superior*, 4(1), 32-42. <https://doi.org/10.46954/revistages.v4i1.52>
- Cruz-López, D. F., Caamal-Cauich, I., Pat-Fernández, V. G., Reza Salgado, J., Cruz-López, D. F., Caamal-Cauich, I., Pat-Fernández, V. G., y Reza Salgado, J. (2022). Competitividad de las exportaciones de aguacate Hass de México en el mercado mundial. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 13(2), 355-362. <https://doi.org/10.29312/remexca.v13i2.2885>
- Díaz Castellanos, R. (2021). El mercado mundial de aguacate: 60 años del liderazgo de México y su impacto en la próxima década. *The Anáhuac journal*, 21(2), 12-49. <https://doi.org/10.36105/theanahuacjour.2021v21n2.01>
- Flores-Villamil, M. Á., Méndez-Gallegos, S. de J., García-Herrera, E. J., Amante-Orozco, A., Gómez-González, A., Cabral-Arellano, F. J., y Vasco-Leal, J. F. (2018). Plantas silvestres del centro-norte de México con potencial para la producción de aceite. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 9(7), 1363-1376.
- Goya, S. (2019). El aguacate como indicador de las relaciones EEUU-México—Global Affairs and Strategic Studies—Universidad de Navarra. *Global Affairs and Strategic Studies*. <https://www.unav.edu/web/global-affairs/detalle/-/blogs/el-aguacate-como-indicador-de-las-relaciones-eeuu-mexico>
- Hernández Soto, D., y González Farías, J. P. (2022). Análisis de la competitividad del aguacate mexicano para la exportación a Estados Unidos. *GCG: revista de globalización, competitividad y gobernabilidad*, 16(1), 66-80.
- Herrera-González, J. A., Bautista-Baños, S., Salazar-García, S., Gutiérrez-Martínez, P., Herrera-González, J. A., Bautista-Baños, S., Salazar-García, S., y Gutiérrez-Martínez, P. (2020). Situación actual del manejo poscosecha y de enfermedades fungosas del aguacate 'Hass' para exportación en Michoacán. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 11(7), 1647-1660. <https://doi.org/10.29312/remexca.v11i7.2402>
- Luquez Gaitan, C. E., Hernández Mendoza, N., Gómez Gómez, A. A., Luquez Gaitan, C. E., Hernández Mendoza, N., y Gómez Gómez, A. A. (2022). Análisis de la competitividad comercial de aguacate entre México y la Unión Europea de 2001 a 2018. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 13(3), 567-575. <https://doi.org/10.29312/remexca.v13i3.2679>

- Macías Macías, A. (2011). México en el mercado internacional de aguacate. *Revista de ciencias sociales*, 17(3), 517-532.
- Martínez-Arroyo, J. A., Valenzo-Jiménez, M. A., Kido-Cruz, A., Martínez-Arroyo, J. A., Valenzo-Jiménez, M. A., y Kido-Cruz, A. (2022). Gestión Ambiental, Innovación y Ventaja Competitiva en Empresas Exportadoras de Aguacate. *Investigación administrativa*, 51(129). <https://doi.org/10.35426/iav51n129.01>
- Patiño, J. F. H., Velásquez, B. L., y Villamizar, D. A. H. (2019). EVALUACIÓN DE SOSTENIBILIDAD DE DOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN CAPRINO: ESTUDIOS DE CASO EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN PECUARIA EN OCAÑA, NORTE DE SANTANDER. *Revista Facultad de Ciencias Agropecuarias -FAGROPEC*, 11(2), 102-118. <https://doi.org/10.47847/fagropec.v11n2a4>
- Rubi Arriaga, M., Franco Malvaiz, A. L., Rebollar Rebollar, S., Babadilla Soto, E., Martínez De La Cruz, I., y Siles Hernández, Y. (2013). SITUACION ACTUAL DEL CULTIVO DEL AGUACATE (*Persea americana* Mill.) EN EL ESTADO DE MÉXICO, MÉXICO. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 16(1). <https://doi.org/10.56369/tsaes.1633>
- Sangerman-Jarquín, D. M., Larqué-Saavedra, B. S., Omaña-Silvestre, J. M., Shwenstesius de Rinderman, R., y Navarro-Bravo, A. (2014). Tipología del productor de aguacate en el Estado de México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 5(6), 1081-1095.
- SENASICA, S. N. de S., Inocuidad y Calidad Agroalimentaria. (2021). Estadística de la producción de Aguacate. <https://dj.senasica.gob.mx/sias/Statistics/Transversal/EstadisticaProduccionAguacate>
- SIAS, S. N. de S., Inocuidad y Calidad Agroalimentaria, y Secretaría de Gobierno. (2021). | Gobierno | gov.mx. <https://www.gob.mx/senasica>
- Vasco-Leal, J. F., Cuellar-Núñez, M. L., Luzardo-Ocampo, I., Ventura-Ramos, E., Loarca-Piña, G., y Rodríguez-García, M. E. (2021). Valorization of Mexican *Ricinus communis* L. Leaves as a Source of Minerals and Antioxidant Compounds. *Waste and Biomass Valorization*, 12(4), 2071-2088. <https://doi.org/10.1007/s12649-020-01164-5>



ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

EVALUACIÓN DEL BIENESTAR ANIMAL EN SISTEMAS PORCINOS INTENSIVOS Y DE CAMA PROFUNDA

Animal Welfare Assessment in Intensive and Deep Bedded Swine Systems

Astrid Jimena Ortiz Galvis¹

 <https://orcid.org/0000-0002-4990-7936>

 ajortizg@fpsy.edu.co

Johann Fernando Hoyos Patiño²

 <https://orcid.org/0000-0002-0377-4664>

 jfhoyosp@ufpsy.edu.co

¹Zootecnista, Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, Colombia.

²Magister Sistemas Sostenibles de Producción, Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, Colombia.

Fecha recepción: 29 de Octubre de 2022 / Fecha Aprobación: 8 de Diciembre 2022 / Fecha Publicación: 31 de Enero 2023

RESUMEN

El artículo evalúa cómo diferentes sistemas de producción porcina afectan el bienestar animal, utilizando el protocolo Welfare Quality® (WQ) para medirlo. Con un enfoque mixto, se recolectaron datos cualitativos mediante observación directa de los cerdos y datos cuantitativos evaluando cuatro principios: buena alimentación, buen alojamiento, buena salud y comportamiento adecuado. El estudio, desarrollado incluyó la descripción y diagnóstico de los sistemas de producción y la aplicación del protocolo WQ, seguido por un plan de mejora. Los resultados mostraron que el sistema de cama profunda alcanzó un 93,22% de bienestar animal, mientras que el sistema intensivo obtuvo un 74%. La aplicación del protocolo WQ permitió un seguimiento detallado de los procesos de manejo, sanidad, nutrición y genética, facilitando ajustes para mejorar el bienestar porcino.

Palabras claves:

Bienestar animal, Cama profunda, Producción porcina, Protocolo Welfare Quality®.

ABSTRACT

The article evaluates how different swine production systems affect animal welfare, using the Welfare Quality® (WQ) protocol to measure it. Using a mixed approach, qualitative data were collected through direct observation of the pigs and quantitative data were collected by evaluating

Cómo citar:

Ortiz Galvis, A. J. & Hoyos Patiño, J. F (2023). Evaluación del Bienestar Animal en Sistemas Porcinos Intensivos y de Cama Profunda. FAGROPEC, 15 (1), ppt. 47-64. <https://doi.org/10.47847/fagropec.v15n1a3>



four principles: good feeding, good housing, good health and appropriate behavior. The study, developed included the description and diagnosis of the production systems and the application of the WQ protocol, followed by an improvement plan. The results showed that the deep bedding system achieved 93.22% animal welfare, while the intensive system achieved 74%. The application of the WQ protocol allowed a detailed follow-up of the management, health, nutrition and genetic processes, facilitating adjustments to improve swine welfare.

Keywords:

Animal Welfare, Deep Bedding, Pig production, Welfare Quality® Protocol.

INTRODUCCIÓN

La porcicultura en Colombia ha crecido con el pasar de los años debido a la implementación de nuevas tecnologías y manejos que han ayudado en el crecimiento de los sistemas de producción. Según las cifras de Porkcolombia (2022), en los primeros meses del año 2022 se beneficiaron 1'260.334 animales, lo cual representa un aumento del 3% a nivel nacional y del 3,1% en Latinoamérica, en comparación con años anteriores (1'223.649) (Departamento de Análisis Económico de 333 Latinoamérica, 2022). Este crecimiento y la obtención de productos de alta calidad se han logrado mediante mejoras en aspectos como la genética y el bienestar animal, contribuyendo a la sostenibilidad de los sistemas y obteniendo un mayor apoyo de entidades legales a nivel gubernamental y privado (Porkcolombia-FNP, 2024; Avilés, 2021; Silva et al., 2022).

Los cerdos, al ser gregarios y tener jerarquías de dominancia, presentan problemas entre los grupos organizados, afectando su bienestar (Guillón, 2022). Este bienestar también se ve influenciado por el tipo de alojamiento, ya que impacta el confort térmico, el descanso y el desarrollo de su comportamiento natural. El bienestar animal abarca la salud mental y física de los individuos, reduciendo el estrés, dolor y sufrimiento durante su vida (Sánchez & Hernández, 2016; Cepeda, 2019; Estrada, 2008).

Para los sistemas de producción porcina industrializados o intensivos, donde el hombre controla el ambiente con restricción de espacio, se impide la expresión de conductas naturales, manifestando estereotipias que afectan el bienestar de los animales (Morales & Herradora, 2019). Debido a los efectos de intervenir en el medio de los animales, se han creado opciones de alojamiento que ayudan a los cerdos a expresar comportamientos específicos de la especie, disminuyendo patologías y comportamientos no deseados que afectan el sistema de producción. Evaluar este tipo de sistemas resulta clave para su adecuado desempeño productivo (Vega-Cañizares et al., 2014; Córdova et al., 2007; Schön et al., 2004).

El sistema de producción en cama profunda ofrece una alternativa que permite a los cerdos expresar comportamientos naturales y reducir el estrés (Suárez, 2022). Este sistema utiliza material orgánico como cama, proporcionando un ambiente más natural que mejora el bienestar animal y reduce la incidencia de patologías (Moran Canales, 2024). Además, facilita la gestión de residuos y mejora las condiciones higiénicas en comparación con los sistemas intensivos tradicionales.

Para la adecuada valoración de las condiciones de bienestar de los animales, es necesario utilizar protocolos que contengan indicadores y parámetros observables, medibles y repetibles (Hoyos-Patiño, Hernández-Villamizar y Velásquez-Carrascal, 2021; Villamizar, 2017), como el protocolo Welfare Quality®, que evalúa puntos clave del bienestar en los sistemas productivos en cada una de sus etapas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló en el sistema productivo porcino intensivo de la granja experimental de la UFPSO, ubicada al extremo derecho del río algodónal, del departamento de Norte de Santander del municipio de Ocaña, con altura de 1150 msnm a 23°C de T° y un 70% de HR y en la finca el Clavel producción en cama profunda, ubicada en la vereda Alto de San Jacinto del corregimiento Las Chircas, a una altura de 1217 msnm, con promedios de T° 22°C y HR de 68%.

El tipo de investigación aplicada fue mixta que consiste en compilar, estudiar e integrar datos tanto de investigación cuantitativa como cualitativa (Barrientos-Monsalve, Sotelo-Barrios & Hoyos-Patiño, 2023). Cualitativamente se tomarán datos por interacción directa y observación de los porcinos y cuantitativamente se valoraron los cuatro principios de los protocolos WQ (Buen alojamiento, buena alimentación, buena salud y comportamiento apropiado), calificando 12 criterios y 33 indicadores (27 tomados desde el animal y 6 del ambiente) (Barrientos Monsalve, Velásquez-Carrascal & Hoyos-Patiño, 2021).

Instrumentos de recolección de información

El estudio se ejecutó en diferentes etapas. La primera consistió en la descripción y diagnóstico de los Sistemas de Producción (SP), aplicando un cuestionario al personal encargado para tratar aspectos sobre el ambiente brindado a los cerdos y su manejo (Ortiz & Hoyos, 2023). La segunda etapa implicó la aplicación del protocolo WQ, y finalmente, se planteó un plan de mejora para las falencias encontradas en ambos sistemas.

Análisis de la información

Para analizar la información se utilizó el programa Excel, que sirvió como el medio principal para la tabulación y procesamiento de los datos. Los resultados se expresaron a través de gráficas, determinando el indicador de cada sistema evaluado y proyectando un plan de mejora. Se realizó un análisis de estadística descriptiva para resumir y organizar los datos obtenidos, permitiendo identificar tendencias y patrones en los indicadores de bienestar animal (BA).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Descripción de los sistemas de producción

Sistema de producción intensivo – UFPSO

Sistema intensivo, se caracteriza por albergar a los cerdos en instalaciones donde el espacio es limitado, comúnmente en jaulas individuales o corrales colectivos, con un control estricto de las condiciones ambientales (temperatura, humedad, ventilación, entre otros). En este entorno, los animales tienen restringida la posibilidad de moverse

libremente o de expresar comportamientos naturales como hozar o socializar con otros individuos. Estos sistemas buscan maximizar la eficiencia productiva, pero pueden generar niveles elevados de estrés y problemas de bienestar animal, debido a la falta de estímulos ambientales y la limitación del comportamiento natural (Cordero et al., 2023; Licona, 2020).

La granja de ciclo completo en la UFPSO alberga 84 animales de las razas Duroc y Hampshire, y las líneas Hypor y Supermon 52. Las instalaciones en buen estado y cada sitio está identificado. Durante la gestación y lactancia, los animales se manejan en jaulas; en precebo en corrales altos; y en levante y ceba, en corrales de pisos de cemento. La alimentación, basada en maíz, varía en nutrientes según la etapa productiva. Un médico veterinario se encarga de la salud y un zootecnista de la alimentación y otras actividades. El manejo reproductivo mediante monta natural e inseminación artificial, con destete a los 28 días. No se utilizan objetos de enriquecimiento ambiental, descolmillan y cortan colas a los lechones, el 70% de los machos son castrados sin anestesia. La temperatura se maneja según la etapa productiva. El personal recibe contrato anual y descanso de 20 días, con suplente a cargo durante ese periodo.

Sistema de producción en cama profunda – Finca El Clavel

Sistema de cama profunda, se basa en el uso de material orgánico, como la cascarilla de arroz o paja, colocado en el suelo de los corrales, proporcionando a los cerdos un ambiente más natural que favorece la expresión de comportamientos innatos, como hozar y revolcarse. Además, el sustrato de cama profunda absorbe los desechos y ayuda a mantener una mejor higiene en las instalaciones, lo que reduce la incidencia de enfermedades y mejora el bienestar general de los animales. Este tipo de sistema también contribuye a una disminución del estrés en los cerdos, permitiendo una mayor interacción social y movimiento dentro del espacio de producción (Moran-Canales, 2024; Suárez-Quintero, 2022).

La finca El Clavel, con sistema en cama profunda de ciclo completo, alberga 73 animales de las razas Pietrain y Hampshire. Las instalaciones están en buen estado, con corrales en todas las etapas. Se realiza limpieza diaria del pasillo y cambio de cama según necesidad, utilizando cascarilla de arroz de 40 cm de altura. La alimentación, basada en maíz y concentrado comercial, varía según la etapa productiva. Cuentan con un médico veterinario ocasional y una persona encargada de las actividades diarias. El manejo reproductivo se realiza mediante monta natural, y destete entre los 30 y 45 días, o cuando los lechones alcanzan un peso adecuado. Los animales se mezclan según su tamaño, se usan cadenas en los corrales como enriquecimiento ambiental, se descolmilla y corta cola a los lechones, y el 100% de los machos son castrados con anestesia. La temperatura se maneja según la etapa productiva. El administrador del sistema no ha cambiado desde sus inicios.

Cumplimiento de bienestar animal en sistemas de producción porcinos intensivo y cama profunda.

Al hacer la evaluación de los sistemas de producción intensivo de la UFPSO y el sistema Cama profunda de la Finca El Clavel, a través de los distintos medios utilizados se encontraron los siguientes resultados para cada parámetro relacionado con cumplimiento de bienestar.

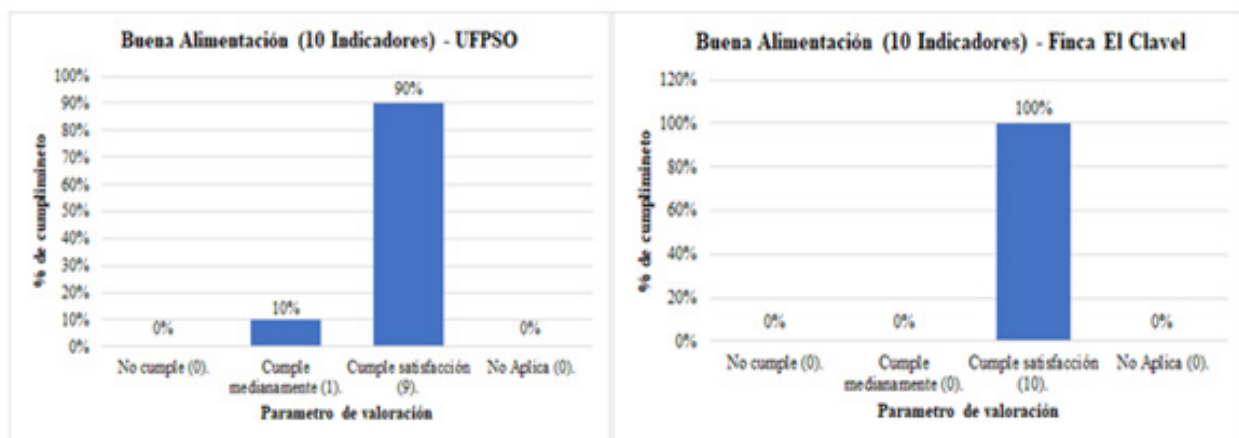
Buena Alimentación

El primer principio evaluado fue buena alimentación, calificando criterios de falta de hambre prolongada y falta de sed prolongada. Se estimaron parámetros de diagnóstico como alimentos con registro del ICA, alimentación balanceada que supla necesidades fisiológicas en cada etapa productiva, cantidad de bebederos y comederos según la etapa, material del comedero y bebedero que garantice inocuidad, agua potable o tratada para garantizar potabilidad, método de provisión de agua, altura de bebederos, método de suministro que garantice cantidad adecuada, suficiente cantidad de bebederos acorde a lo reglamentado (10 cerdos por bebedero a partir de la etapa de precebo), y planes de contingencia para periodos de restricción de alimento, abastecimiento de agua y presencia de plagas.

En el sistema productivo porcino de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña (UFPSO), se evaluaron 10 parámetros. El 10% cumple medianamente, correspondiente al indicador de planes de contingencia en restricción de alimentos, afectando la valoración del parámetro. El 90% cumple satisfactoriamente, relacionando los indicadores mencionados para buena alimentación. En la Finca El Clavel se evaluaron 10 indicadores de buena alimentación, donde cada factor valorado cumple satisfactoriamente (Figura 1).

Figura 1

Cumplimiento del parámetro buena alimentación en el sistema de producción de la UFPSO y La Finca El Clavel.



Nota. Las gráficas muestran el porcentaje de cumplimiento del bienestar para cada indicador evaluado buena alimentación. Autores.

Buen Alojamiento

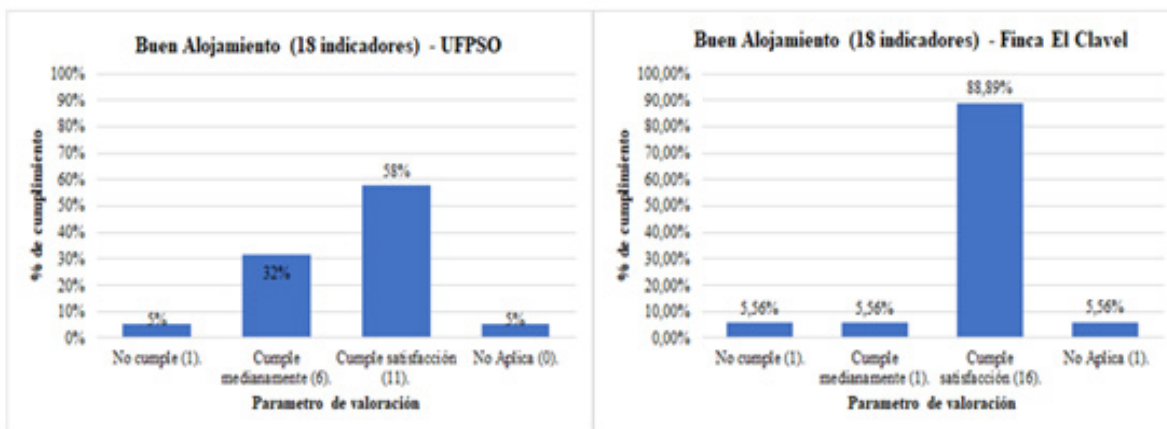
El segundo principio evaluado es buen alojamiento, resaltando criterios de confort térmico, confort en el descanso y facilidad de movimiento. Se incluyeron parámetros de instalaciones, espacio suficiente para los cerdos en jaulas y corrales en cada etapa, ubicación correcta de las instalaciones, confort en el descanso separando áreas húmedas (deposiciones y bebederos) de áreas secas (comederos y descanso), limpieza del cuerpo de los animales, temperatura adecuada para lechones según sus necesidades, e inspección de la calidad del aire, temperatura y humedad del sistema.

En el sistema de producción porcino de la UFPSO, se valoraron 18 parámetros. El 58% de los indicadores cumplen satisfactoriamente, un 32% cumple medianamente debido a la posición inadecuada de algunos animales y un 5% no cumple, relacionado con la falta de inspección de la calidad del aire, temperatura y humedad en condiciones extremas, por la ausencia de una herramienta de medición adecuada.

En el proyecto porcino de la Finca El Clavel, el 88,89% de los indicadores de buen alojamiento cumplen satisfactoriamente, reflejando tranquilidad en los animales. Un 5,5% cumple medianamente, asegurando condiciones de calidad del aire, temperatura y humedad, manteniendo buena sanidad y bienestar animal. Esto se logra mediante la ubicación de sitios específicos para lechones, resguardándolos del frío, y la precaución de cerrar puertas en condiciones climáticas adversas. Sin embargo, un 5,5% no cumple debido a la falta de instrumentos adecuados para revisar cambios de temperatura (Figura 2).

Figura 2

Cumplimiento del parámetro buen alojamiento en el sistema de producción de la UFPSO y La Finca El Clavel.



Nota. Las gráficas muestran el porcentaje de cumplimiento del bienestar para cada indicador evaluado buen alojamiento. Autores.

Temperatura

Los principales factores ambientales que afectan el desarrollo productivo en sistemas de producción porcino son la temperatura (T°) y la humedad relativa (HR) (Licona, 2020). Estos elementos regulan la zona termoneutral, en la que se espera alta productividad; valores fuera de rango causan estrés en los animales (Cordero, González & del Carmen Vanegas, 2023).

Exponer a los cerdos a estrés por temperaturas extremas provoca alteraciones en su salud, afecta el consumo de alimento y la conversión, y en casos extremos puede causar alta mortalidad (Ruíz & Osorio, 2023). Los rangos de temperatura en las instalaciones deben estar entre 13 y 32 °C, variando según la etapa productiva (gestación, lactancia, precebo, levante-ceba y reproductores), y se deben tomar medidas para disipar el frío o el calor (Ratto & Moore, 2019; Campagna, 2017).

La humedad relativa también es crucial para el confort térmico de los cerdos. La H.R. óptima está entre 50 y 80%; valores por debajo del 40% resecan mucosas y aumentan riesgos de infección, mientras que valores superiores al 88% favorecen el desarrollo de patógenos transmitidos por gotas de agua. Es esencial mantener la humedad relativa dentro de este rango (Cruz et al., 2022; Ratto & Moore, 2019).

Para revisar la temperatura ambiente en las instalaciones de ambos sistemas de producción, se evaluaron durante 15 días con un termohigrómetro, observando que estas variables son inversamente proporcionales; cuando una asciende, la otra desciende y viceversa.

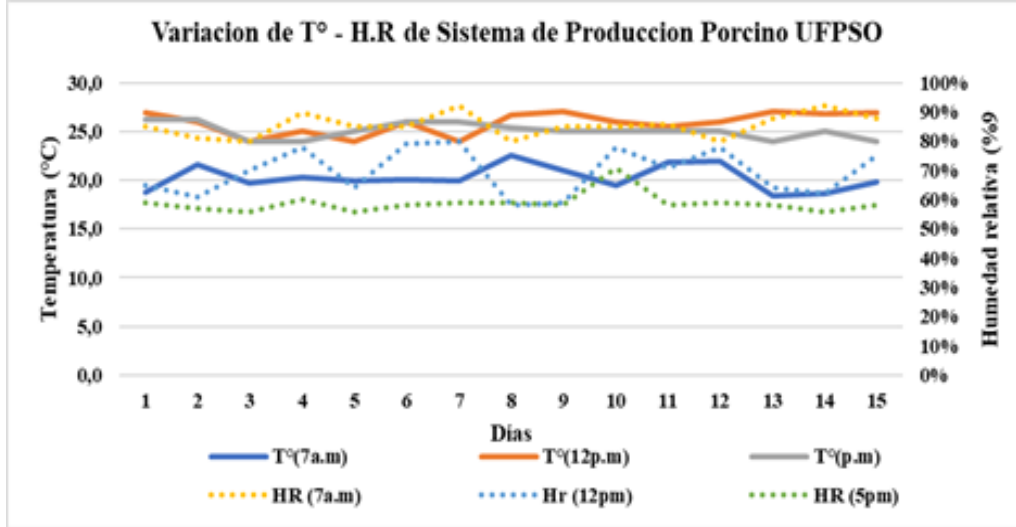
En la figura 3 se muestran los cambios de temperatura y humedad relativa del sistema de producción de la UFPSO. El promedio de temperatura es 20 °C en la mañana, 25.9 °C al mediodía y 25 °C en la tarde, valores dentro del rango óptimo para evitar estrés por frío o calor. La humedad relativa varía durante el día: 85.5% en la mañana, 69% al mediodía y 59% en la tarde, estando generalmente en los rangos óptimos para la salud de los animales. Aunque la humedad de la mañana está por encima del valor óptimo debido a la baja temperatura, es necesario inspeccionarla para evitar enfermedades.

En la figura 4 se muestra la variabilidad de la temperatura y la humedad relativa del sistema de producción porcino de la Finca El Clavel. El promedio de temperatura durante el día varía: en la mañana es de 17,1 °C, al mediodía 27,8 °C y en la tarde 20,9 °C. Estos valores indican que la temperatura promedio del sistema está dentro del rango óptimo para que los cerdos se encuentren en su zona termoneutral. La humedad relativa también presenta cambios durante el día, con promedios de 88% en la mañana, 55% al mediodía y 62% en la tarde. Estos valores están generalmente dentro del rango óptimo, aunque la humedad en la mañana está ligeramente por encima del rango ideal. Es necesario

realizar inspecciones para evitar enfermedades causadas por agentes patógenos.

Figura 3

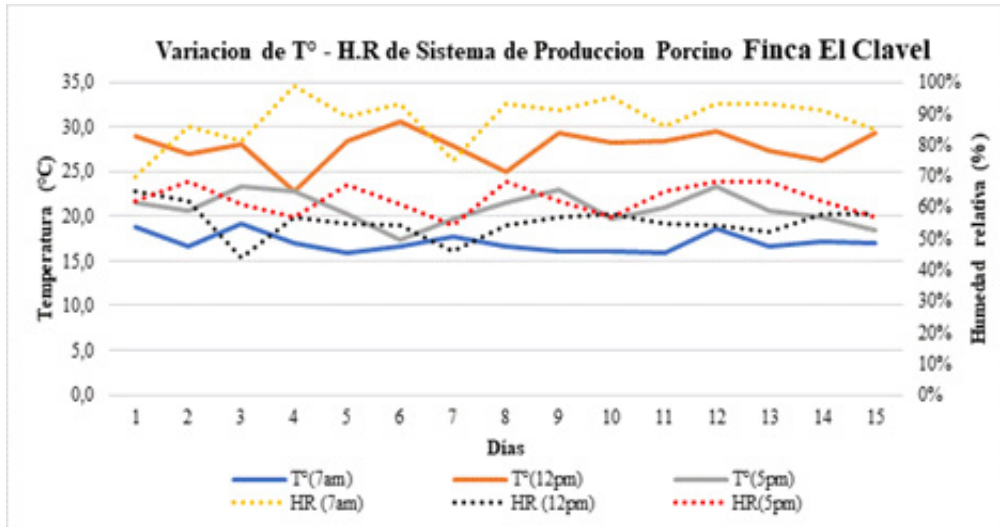
Temperatura del Sistema de Producción Porcino de la UFPSO



Nota. Variación de la T° y H.R. del sistema de producción porcina de la UFPSO recolectada 3 veces al día (7am, 12pm, 5pm). Autores.

Figura 4

Temperatura del Sistema de Producción Porcino de la Finca El Clavel



Nota. Variación de la T° y la H.R. del sistema de producción porcina de la Finca El Clavel recolectada 3 veces al día (7am, 12pm, 5pm). Autores.

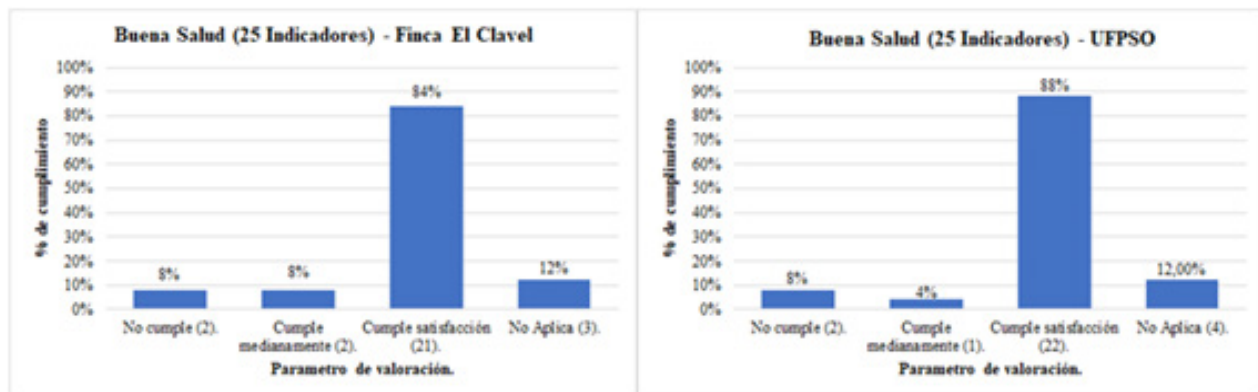
Buena Salud

En el tercer principio, buena salud, se evaluaron criterios como carencia de lesiones, enfermedad y dolor inducido por el manejo. Se revisaron indicadores relacionados con manejo de insumos con registro ICA, tratamientos y medicamentos aplicados por personal capacitado, uso de antimicrobianos, almacenamiento y aplicación de medicamentos, uso de promotores de crecimiento, manejo de implementos para administración de medicamentos, plan sanitario del sistema de producción porcino, observación de heridas o lesiones, cumplimiento de programas oficiales del ICA, protocolo para identificar, aislar y tratar rápidamente a porcinos enfermos, y atención inmediata según recomendaciones del MV, MVZ o Z. También se revisaron registros de procedimientos, manejo del sistema de cama profunda, protocolos para sacrificio humanitario y movilización de cerdos.

En los sistemas se valoraron 25 indicadores para tener buena salud. En el sistema productivo porcino de la UFPSO, el 88% de los indicadores evaluados cumple satisfactoriamente, un 4% cumple medianamente (debido a cerdas con accesos en jaulas) y un 8% no cumple (falta de zona de enfermería y sistema de registro de sacrificio humanitario). En la Finca El Clavel, el 84% de los indicadores cumple satisfactoriamente, el 8% cumple medianamente (dos parámetros no cumplen totalmente) y un 4% no cumple (falta de registros de procedimientos adecuados y sistema de registro de sacrificio humanitario) (Figura 5).

Figura 5

Cumplimiento del parámetro buena salud en el sistema de producción de la UFPSO y La Finca El Clavel.



Nota. Las gráficas muestran el porcentaje de cumplimiento del bienestar para cada indicador evaluado buena salud. Autores.

Buen Comportamiento

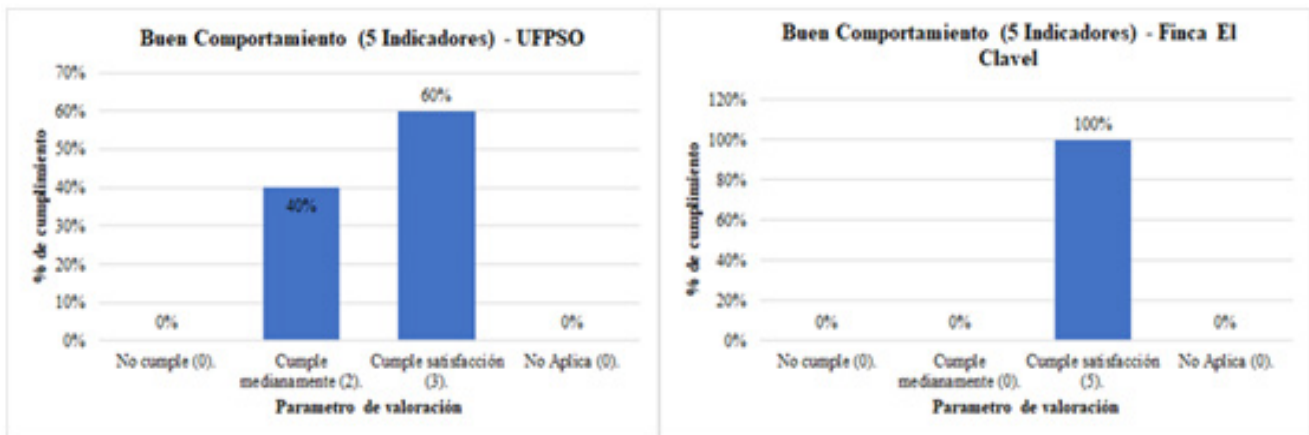
El principio de buen comportamiento considera criterios como la expresión del comportamiento social, otros comportamientos, estado emocional positivo y buena relación humano-animal. Los parámetros del ambiente deben permitir la expresión de

comportamientos naturales; los grupos deben facilitar un comportamiento social normal, no agonístico, evitando el estrés social. Las personas encargadas deben contar con habilidades y conocimientos adecuados para tratar a los porcinos de manera apropiada, permitiendo una relación positiva entre los animales y el hombre.

En el sistema porcino de la UFPSO, se evaluaron cinco indicadores de buen comportamiento, obteniéndose un 60% de cumplimiento satisfactorio y un 40% de cumplimiento medianamente. Las jaulas para cerdas de gestación cumplen con las medidas estándar, pero limitan la expresión de comportamientos naturales como acostarse cómodamente y estirar las extremidades; el piso de cemento también impide hojar. En el sistema porcino de la Finca El Clavel, se obtuvo un cumplimiento satisfactorio de los cinco indicadores, permitiendo que los animales expresen comportamientos naturales como hojar, estirarse, acostarse cómodamente y jugar con objetos de enriquecimiento ambiental (Figura 6).

Figura 6

Cumplimiento del parámetro buen comportamiento en el sistema de producción de la UFPSO y La Finca El Clavel.

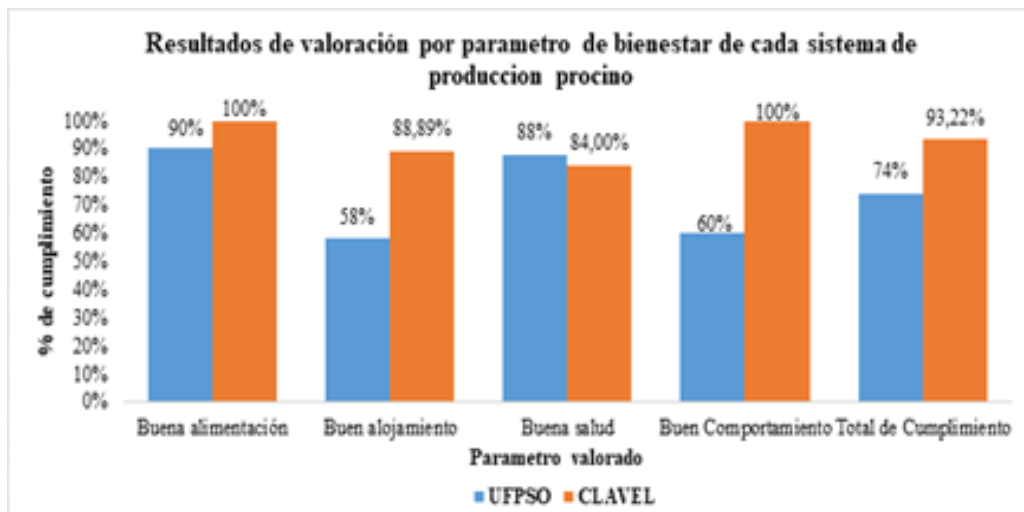


Nota. Las gráficas muestran el porcentaje de cumplimiento del bienestar para cada indicador evaluado buen comportamiento. Autores.

En la figura 7 se evidencia los resultados globales de los indicadores evaluados en los sistemas de producción porcina de la UFPSO y de la Finca El Clavel, observándose gran variación entre los dos sistemas de producción donde el mayor porcentaje cumplimiento de bienestar es el de cama profunda, con el 93,22% con medidas a mejorar para alcanzar el 100% del bienestar y el sistema intensivo está en 74% de cumplimiento, no es porcentaje bajo pero debe tomarse cada uno de los puntos donde se presentan falencias y plantear mejoras, logrando de este modo que el bienestar de cada uno de los animales sea alto y con ellos se tenga mayor productividad.

Figura 7

Resultados generales de cumplimiento de bienestar de los sistemas de producción



porcino

Nota. Comparación de resultados generales del cumplimiento de bienestar de los sistemas de producción porcino intensivo y cama profunda. Autores.

Finalizando el análisis de resultados, se presentan los planes de mejorar para las porcícolas, donde se evidencian puntos de mejorar y recomendaciones para su ajuste. Para el SP de la UFPSO se identifican 12 puntos a mejorar (Tabla 1); y para el SP Finca El Clavel se evidencian 5 puntos a mejorar; ratificando el mayor cumplimiento de este último en relación a criterios e indicadores que favorecen el bienestar animal en el proceso productivo.

Planes de mejora ante las deficiencias encontradas

Tabla 1.

Plan de mejora del Sistema de producción porcino de la UFPSO.

Parámetro	Puntos a mejorar	Planes de mejora
Buena Alimentación	1. Planes de contingencia para periodos de restricción de alimento.	<ul style="list-style-type: none"> El sistema de producción de la UFPSO se encontró una falencia en cuanto al ítems que no se tiene plan contingencia para momentos de escasez de concentrados. Se pretende con esto de que se implementen nuevas estrategias, como ser productores de los alimentos que se requieren dentro de las mismas, debido a que la granja cuenta con algunas materias primas necesarias para su elaboración, así como también las máquinas y el personal capacitado para elaborar dicho roducto.

<p>Buen Alojamiento</p>	<p>1. Se garantiza a las cerdas alojadas en jaulas o corrales individuales descanso y buena base para apoyarse en pisos antideslizantes que facilitan limpieza y desinfección, observándose animales limpios o con poco estiércol en el cuerpo.</p> <p>2. Los corrales o jaulas grupales permiten a los cerdos descansar cómodamente presentando área seca (para descanso y alimentación) y húmeda (para deposiciones, bebederos y desagües), observándose animales limpios y con poco estiércol en el cuerpo.</p> <p>3. El tamaño de las jaulas donde se alojan las hembras porcinas de reemplazo y/o gestantes se ajustan a su estado productivo y postura, brindando comodidad y descanso.</p> <p>4. Las jaulas o corrales de las hembras porcinas de reemplazo y/o gestantes les permite levantarse y acostarse (En el caso de las hembras alojadas en jaulas, al levantarse 10 hace sin tocar ninguno de los lados parte anterior, posterior y barra superior de la jaula.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Se debe mejorar protocolos de limpieza y manejo en las instalaciones ayudando a los cerdos a diferenciar el área de área húmeda y área seca para que ellos puedan tener mejor durante descanso y no tengan tanto estiércol en el cuerpo. • Las jaulas en las que están alojadas las cerdas cumplen con los rangos de espacio, pero algunas de ellas se observa la incomodidad, debido a que no pueden desarrollar algunos comportamientos y movimientos propios de su especie o de su etapa productiva (Gestación), se deben hacer mejoras en el tamaño de las jaulas, que permita a las cerdas estar cómodas, tranquilas y sin ningún tipo de estrés. Las jaulas deben cumplir con los siguientes requisitos: <ul style="list-style-type: none"> *Levantarse y acostarse sin tocar los lados de la jaula. *Levantarse sin tocar a la vez la parte anterior y posterior de la jaula. *Al acostarse que la glándula mamaria y sus extremidades no sobrepase la jaula del lado.
	<p>5. Inspección de calidad del aire, temperatura y humedad de las instalaciones cuando se presentan condiciones extremas.</p> <p>6. Se aseguran condiciones de calidad del aire, temperatura y humedad manteniendo buena sanidad y bienestar animal</p>	<ul style="list-style-type: none"> • En cuanto a la inspección de inspección y aseguramiento de las condiciones temperatura se deben solicitar al plan de estudios de Ingeniería ambiental que los profesores encargados del área, envíen a sus estudiantes a realizar chequeos de este tipo; así como también se debe solicitar termohigrómetros con el cual, la persona a cargo del sistema de producción pueda verificar cual es la variación de la temperatura de este modo lleve una inspección de la misma.
<p>Buena Salud</p>	<p>1. Se observan de infecciones locales en el cuerpo de los animales. Las cerdas de gestación que están en jaulas se les observo algunas heridas (tratadas) ocasionadas por rascarse con los laterales de la jaula, así como la presencia de accesos en la piel.</p> <p>2. El sistema de producción Porcicola no cuenta con zona de enfermería para los porcinos lesionados o enfermos, brindando espacios para aislamiento y tratamiento.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Se debe revisar y mejorar el protocolo de limpieza y el manejo que se está llevando en las instalaciones, debido a que esta serie de infecciones es provocada principalmente por la presencia de bacterias que se adhieren al cuerpo del animal, ocasionando las heridas, por lo cual se propone la revisión del manual Porcicola de Porkcoolombia en el ítem de sanidad animal y bioseguridad. • Dentro de las instalaciones debe priorizarse un lugar, el cual sea destinado como zona de enfermería o de cuarentena, debido a que el sistema de producción no está eximido de que alguno de sus animales se enferme y esto pueda ser causal de la contaminación de todos los animales.

	<p>3.El sistema de producción porcino no cuenta con un sistema de registro que consigna identificación del animal, fecha, causa y método empleado (sacrificio humanitario).</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Se sugiere el establecimiento de un plan de acción de eutanasia propio de la producción porcina y llevar un registro que especifique la fecha y características del procedimiento, el cual se encuentra consignado en la cartilla de Porkolombia donde explica cada una de las técnicas para el sacrificio humanitario (Eutanasia) en granja y de este modo elegir la técnica que se adapte a las condiciones del sistema de producción. Enlace: https://onx.la/86f71
<p>Buen Comportamiento</p>	<p>1. El ambiente donde se encuentran los porcinos permite que muestren un comportamiento natural.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Se debe solicitar objetos de enriquecimiento ambiental que ayuden a los cerdos a mejorar el comportamiento social y así mismo a bajar el estrés que pueda ser causado por el manejo o tipo de alojamiento donde se encuentra.
	<p>2. Los grupos organizados o cerdas alojadas en jaulas/ corrales, no se observa comportamientos agonísticos y estrés social.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Se debe proporcionar un espacio a los cerdos para que salgan a pastoreo, esto los ayudara a que mejor su comportamiento natural. • Las cerdas alojadas en jaulas se deben hacer mejoras de las mismas para que ellas se puedan mover con facilidad y estén en un sitio cómodo.

Nota. La figura muestra las falencias encontradas y el plan de mejora para el sistema de producción intensivo de la UFPSO. Autores.

Tabla 2

Plan de mejora del Sistema de producción porcino de la Finca El Clavel.

Parámetro	Punto a mejorar	Planes de mejora
<p>Buen Alojamiento</p>	<p>1.Inspección de calidad del aire, temperatura y humedad de las instalaciones cuando se presentan condiciones extremas. 2.Se aseguran condiciones de calidad del aire, temperatura y humedad manteniendo buena sanidad y bienestar animal.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • En el sistema de producción se debe hacer inspección de la temperatura y humedad a través de instrumentos de recolección de temperatura, en este caso el termohigrómetro.
<p>Buena Salud</p>	<p>1.El plan sanitario que incluya plan de prevención, diagnóstico y tratamiento de las enfermedades frecuentes de la zona. 2. El establecimiento no cuenta con registros que indican los procedimientos del manejo adecuado.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • El sistema de producción cumple con las vacunas y manejan medicamentos según lo reglamentado, pero no tiene escrito cada cuanto se aplican los mismos, así que se sugiere establecer por escrito el plan sanitario que lleva en el sistema de producción. • Los registros permiten hacer diagnósticos o análisis de la estabilidad productiva-económica de la finca y a partir de allí la toma de decisiones para lograr los mejores resultados en cada actividad que se ejecute. Es por ello que sugiere el uso de planillas de registro para cada actividad que se realice en las instalaciones.

3. El sistema de producción porcino en cama profunda cuenta con un documento donde este escrito el procedimiento sobre el manejo de la misma.

• La unidad de producción porcícola en cama profunda debe contar con el documento donde se explique el manejo adecuado de este sistema, para prevenir problemas sanitarios y económicos. Se recomienda el documento de manejo: <https://onx.la/d3034>

4. El sistema de producción porcino no cuenta con un sistema de registro que consigna identificación del animal, fecha, causa y método empleado (sacrificio humanitario).

• Se sugiere al sistema de producción establecer un protocolo de sacrificio humanitario propio de la producción porcina y llevar un registro que especifique la fecha y características del procedimiento, el cual se encuentra consignado en la cartilla de Porkolombia donde explica cada una de las técnicas para el sacrificio humanitario (Eutanasia) en granja y de este modo elegir la técnica que se adapte a las condiciones del sistema de producción. Enlace: <https://onx.la/86f71>

Nota. La figura muestra las falencias encontradas y el plan de mejora para el sistema de producción en cama profunda de la Finca El Clavel. Autores.

CONCLUSIONES

El estudio comparativo de bienestar animal en sistemas porcinos intensivos y de cama profunda, utilizando el protocolo Welfare Quality® (WQ), revela que el sistema de cama profunda presenta un mayor porcentaje de cumplimiento de las condiciones de bienestar, alcanzando un 93,22%, frente al 74% del sistema intensivo. Aunque el sistema intensivo no presenta un porcentaje bajo, se identifica un margen significativo de mejora.

El uso del protocolo Welfare Quality® se demuestra como una herramienta eficaz para identificar problemas y deficiencias en el bienestar animal. La aplicación de estos protocolos permite un seguimiento detallado de los procesos de manejo, sanidad, nutrición y genética, lo cual es esencial para realizar ajustes que mejoren el bienestar animal. Este diagnóstico continuo fomenta la sostenibilidad económica de los sistemas productivos, ya que cada integrante del proceso puede priorizar y fortalecer las áreas de mejora identificadas.

Las recomendaciones finales incluyen la implementación de planes de mejora específicos para cada sistema evaluado. En el sistema intensivo de la UFPSO, se identificaron 12 puntos a mejorar, mientras que en la Finca El Clavel, se señalaron 5 puntos de mejora, ratificando así el mayor cumplimiento del sistema de cama profunda en relación a los criterios e indicadores de bienestar animal.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a las personas encargadas de los sistemas de producción porcina por su tiempo e información proporcionada para el cumplimiento de los objetivos trazados en la investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Avilés Saltos, J. M. (2021). Percepción sobre bienestar animal en estudiantes de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, año 2021 (Tesis de licenciatura). Universidad Técnica Estatal de Quevedo. <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/6156>
- Barrientos Monsalve, E. J., Velásquez-Carrasca, B. L., & Hoyos-Patiño, J. F. (2021). Contemporaneidad de las corrientes del pensamiento en los paradigmas de investigación. *Aglala*, 12(Suppl. 1), 163–181. <https://revistas.curn.edu.co/index.php/aglala/article/view/2128>
- Barrientos-Monsalve, E. J., Sotelo-Barrios, M. E., & Hoyos-Patiño, J. F. (2023). Metodología de la investigación: Guía práctica para la formulación de proyectos de investigación con ejemplos en áreas de administración y diseño (1a ed.). Universidad Francisco de Paula Santander; Ecoe Ediciones. <https://n9.cl/36lba>
- Campagna, D. (2017). Medio Ambiente Climático - Apuntes de la cátedra de Sistemas de Producción Animal (Producción Porcina). Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario. https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_porcina/00-produccion_porcina_general/290-Medio_ambiente.pdf
- Cepeda Gallardo, R. A. (2019). Evaluación del bienestar animal en el ganado porcino de la Empresa Pública Metropolitana de Rastro Quito (Tesis de pregrado). Universidad Central de Ecuador. Repositorio digital de Universidad Central de Ecuador. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/18848>
- Cordero, B. D. S. O., González, B. R. K. D., & del Carmen Vanegas, D. (2023). Factores que afectan el bienestar en sistemas intensivos. *Revista Porcicultura Internacional*, 35(1), 25-30. <https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnl70o74.pdf>
- Cruz Villamizar, D. V. (2017). Evaluación del bienestar animal en el sistema de producción aves de postura de la granja experimental Villa Marina mediante el protocolo Welfare Quality®. http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/bitstream/20.500.12744/1807/1/Cruz_2017_TG.pdf
- Cruz, T., Sosa, R., Díaz, & De la Fuente, J. (2022). Impacto del aumento de la temperatura ambiental en la producción de cerdos. Razas porcinas. <https://razasporcinas.com/impacto-del-aumento-de-la-temperatura-ambiental-en-la-produccion-de-cerdos/>
- Departamento de Análisis Económico de 333 Latinoamérica. (2022). Análisis del mercado porcino en Colombia - Primer trimestre de 2022. [https://www.3tres3.com/latam/ultima-hora/colombia-indicadores-primer-trimestre-de-2022_14056/#:~:text=De%20acuerdo%20con%20los%20%20C3%BAltimos,2021%20\(1'223.649\).](https://www.3tres3.com/latam/ultima-hora/colombia-indicadores-primer-trimestre-de-2022_14056/#:~:text=De%20acuerdo%20con%20los%20%20C3%BAltimos,2021%20(1'223.649).)
- Estrada Cely, G. E. (2008). Bienestar animal: Hacia un nuevo paradigma bioético.

- Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia, 3(1), 53-60. <https://www.redalyc.org/pdf/3214/321428099007.pdf>
- Guillon, A. (2022). Bienestar animal y sistemas de producción de cerdos. https://www.woah.org/fileadmin/Home/esp/Health_standards/tahc/current/chapitre_aw_pigs.pdf
- Hoyos-Patiño J. F, Hernández-Villamizar D. A, Velásquez-Carrascal B. L. (2021). Condiciones de bienestar en sistemas de producción animal. *Agrozoonas*, 1(1), 18-21. <https://ssrn.com/abstract=4182002> o <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4182002> https://www.researchgate.net/publication/361801537_Condiciones_de_bienestar_en_sistemas_de_produccion_animal
- Licona, F. J. (2020). Efecto de estrés por diferentes factores en cerdas lactantes: Revisión de Literatura. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/4874e550-69f7-4762-bf0a-242a6f692748/content>
- Morales, P., & Herradora, M. (2019). Sistemas alternativos para favorecer el bienestar en cerdos de la línea de engorda. *BMeditores*. <https://bmeditores.mx/porcicultura/sistemas-alternativos-para-favorecer-el-bienestar-en-cerdos-de-la-linea-de-engorda/>
- Moran Canales, Y. K. (2024). Influencia del hábitat para el crecimiento de cerdos en diferentes ambientes de producción (Bachelor's thesis, BABAHOYO: UTB, 2024). <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/16035>
- Ortiz Galvis, A. J., & Hoyos-Patiño, J. F. (2023). Model for the Diagnosis of Pig Production Systems. SSRN. <https://ssrn.com/abstract=4417298>
- Ortiz Galvis, A., & Hoyos-Patiño, J. (2023). Proposal for a Diagnostic Assessment of Animal Welfare in Pigs (Resolution 136 of 2020). SSRN. <https://ssrn.com/abstract=4350804>
- Porkcolombia. (2022). Creció producción porcícola en primer semestre. <https://porkcolombia.co/el-cerdo-se-pone-de-moda-es-la-unica-proteina-que-esta-bajando-de-precio-este-ano/>
- Porkcolombia-FNP. (2024). La porcicultura colombiana sigue destacándose en el desarrollo agropecuario del país. <https://porkcolombia.co/comunicados/la-porcicultura-colombiana-sigue-destacandose-en-el-desarrollo-agropecuario-del-pais/>
- Ratto, S., & Moore, A. (2019). Características y Manejo del Ambiente en los Edificios de Producción Porcina (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de la Plata. http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/86335/Documento_completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Ruíz Ramirez, Pablo Julián, & Osorio Hernández, Robinson. (2023). Propuesta metodológica para el análisis de confort térmico animal en zonas apartadas de

Colombia. Ingeniería, 33(1), 34-47. <https://dx.doi.org/10.15517/ri.v33il.51737>

Sánchez, L. M. A., & Hernández-Pulido, D. A. (2016). Importancia de implementar el bienestar animal durante embarque y desembarque de bovinos. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 7(2). <https://doi.org/10.22490/21456453.1625>

Silva-Riofrío, L., Silva-Paredes, O., Lugo-Almarza, M., Saquicela-Rojas, R., Fonseca-Restrepo, C., & Angulo-Cubillán, F. (2022). Efecto del tratamiento con aspersion de agua controlada por temperatura ambiental sobre la productividad y bienestar animal en cerdos de engorde. <https://produccioncientificaluz.org/index.php/cientifica/article/view/38510>

Suárez Quintero, J. M. (2022). Comportamiento productivo y etológico de cerdos de inicio bajo tres sistemas de pisos, Finca Santa Rosa, Managua, Nicaragua, 2021 (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Agraria). <https://repositorio.una.edu.ni/4622/>



ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

INTERVENCIÓN ORGANIZACIONAL PARA LA PROFESIONALIZACIÓN DE LA EMPRESA FAMILIAR, ESTUDIO DE CASO

Organizational intervention for the professionalization of the family business, case study.

Carlos Javier Hernández Vargas¹

 <https://orcid.org/0000-0003-2918-1178>

 cjavier.hernandez@uqroo.edu.mx

¹Universidad del Estado de Quintana Roo. Mexico.

Fecha recepción: 21 de Octubre de 2022 / Fecha Aprobación: 14 de Diciembre 2022 / Fecha Publicación: 31 de Enero 2023

RESUMEN

Apartir del cuestionamiento ¿Cómo la intervención organizacional contribuye a la profesionalización de la empresa familiar?, se analiza el caso de estudio de la empresa familiar Constructor S.A. de C.V¹., empresa mediana ubicada en la ciudad de Durango. La investigación fue de corte longitudinal con una duración de 26 meses, se realizó una intervención organizacional con las siguientes fases: contacto inicial, diagnóstico, propuesta, protocolo familiar y evaluación del proceso. Como resultado de este proceso en conjunto con miembros de la Familia empresaria se elaboró el protocolo familiar que contiene siete secciones basadas en el modelo de Álvarez y De León (2014). Los resultados sugieren que el protocolo familiar abordó el 40.4% de los hallazgos identificados en el diagnóstico de la empresa, un 21.3% tuvo un tratamiento parcial y no tuvo injerencia sobre el 38.3% restante. Además, la percepción del Director General de la empresa es que el protocolo familiar contribuyó a que se produjeran cambios en el sistema empresa-familia, sin embargo, existen elementos que no fueron completamente exitosos tales como la aceptación del proceso de sucesión, la incorporación de los miembros de la tercera generación y el seguimiento al plan de trabajo establecido.

Palabras claves:

Empresa familiar, profesionalización, protocolo familiar.

Cómo citar:

Hernández Vargas, C. J. (2023). Intervención organizacional para la profesionalización de la empresa familiar, estudio de caso. FAGROPEC, 15 (1), ppt. 65-87.
<https://doi.org/10.47847/fagropec.v15n1a4>



Este artículo puede compartirse bajo la Licencia Creative Commons (CC BY 4.0).

ABSTRACT

Starting with the question, “How does organizational intervention contribute to the professionalization of family businesses?”, this study analyzes the case of Constructor S.A. de C.V¹, a medium-sized family business located in the city of Durango. The research was longitudinal, lasting 26 months, and involved an organizational intervention with the following phases: initial contact, diagnosis, proposal, family protocol, and process evaluation. As a result of this process, in collaboration with members of the business-owning family, a family protocol was developed, containing seven sections based on the model by Álvarez and De León (2014). The results suggest that the family protocol addressed 40.4% of the findings identified in the company’s diagnosis, 21.3% received partial treatment, and had no impact on the remaining 38.3%. Furthermore, the CEO’s perception is that the family protocol contributed to changes in the family-business system; however, some elements were not entirely successful, such as the acceptance of the succession process, the integration of third-generation members, and adherence to the established work plan.

Keywords:

Family business, professionalization, family protocol.

INTRODUCCIÓN

Se ha documentado que las empresas familiares se enfrentan constantemente a la desaparición (Ward 1988; Glikin y Hers, 2010; Arenas y Rico, 2014; Belausteguigoitia, 2017), dado que puede esperarse que menos del 10% sobreviva hasta la tercera generación (Arenas y Rico, 2014; Belausteguigoitia, 2017; Bringas, 2018). Un ejemplo de lo anterior es que para el caso de México el 66% de las empresas familiares están bajo la administración de la generación fundadora, mientras que solo el 29%, 4% y 1% son administradas por la segunda, tercera y cuarta generación respectivamente (San Martín y Duran, 2017). Este fenómeno suele tener su origen en aspectos de la organización, tales como la carencia de sistemas de administración, o por causa de debilidades en aspectos técnicos de las áreas que componen a la empresa (Belausteguigoitia, 2017). Así mismo, los factores familiares también pueden contribuir al cierre de empresas, en especial aspectos de sucesión y la contraposición de los objetivos de índole empresarial y familiar crean desequilibrios y conflictos (Bringas, 2018).

A medida que la organización y la familia crecen, es imperioso establecer nuevas formas de organizar y gobernar tanto a la empresa como a la familia (Bringas, 2018) para asegurar su supervivencia. Algunos de los mecanismos que se pueden utilizar son: a) adoptar sistemas profesionales de administración; b) desarrollar una adecuada sucesión en la que se involucre la familia, y c) asegurar que los descendientes cuenten con la suficiente preparación para hacer frente a la desvinculación de la organización (Berenbeim, 1990). Las dos prácticas de mayor utilidad para procurar la permanencia de la empresa familiar son: la integración de un Consejo de Administración independiente y la elaboración de un protocolo familiar (Montemerlo y Ward, 2011).

La presente investigación busca profundizar en el proceso de profesionalización de una empresa mediante una intervención organizacional. Para lo cual se aborda el caso de estudio de la empresa familiar Constructor SA de CV, para lo cual se realiza una intervención organizacional que deriva en la elaboración de un protocolo familiar, mismo que tiene el potencial de contribuir a mejorar la estructura organizacional de la empresa. Por lo que al partir de la pregunta de investigación ¿Cómo la intervención organizacional contribuye a la profesionalización de la empresa familiar?, se plantea como objetivo contribuir a la profesionalización de la empresa Constructor Sa de CV por medio de una intervención organizacional.

La investigación se considera pertinente dado que la participación conjunta de consultores y académicos permite que los primeros puedan identificar la problemática que surge en las empresas familiares, mientras que los segundos son capaces de profundizar en el origen y entendimiento de los problemas (Strike, 2012); de tal forma que los asesores de las empresas familiares se vuelven traductores del conocimiento científico en la implementación práctica (Reay, Pearson y Dyer, 2013). Por lo tanto, una de las aportaciones del presente estudio, implica mostrar un caso donde el conocimiento científico es utilizado para resolver la problemática observada en una empresa familiar, por medio de un ejercicio que presenta cómo la vinculación entre el sector académico y

el productivo tienen el potencial de generar una relación de beneficio mutuo.

La profesionalización contribuye a mejorar la permanencia y continuidad de las empresas familiares, la cual se puede desarrollar a través de una intervención organizacional. No obstante, debido a la privacidad que tienen este tipo de organizaciones (Soto, 2013), los casos de estudio que describen el proceso de intervención son limitados, en especial para las empresas mexicanas.

Otras contribuciones que aporta la presente investigación son los efectos que la intervención organizacional generó en la empresa Constructor SA de CV, como resultado de la intervención organizacional. En primer lugar, la elaboración de los dos diagnósticos -organizacional y familiar- permitieron sensibilizar a los empresarios sobre áreas de oportunidad en el sistema empresa- familia. En segundo lugar, en las sesiones de trabajo se presentó una discusión y socialización sobre temas de interés declarados por la familia, además se formó un espacio para la comunicación proactiva orientada en la toma de los acuerdos que constituyen el protocolo familiar. En tercer lugar, profesionales expertos en áreas técnicas proporcionarán asesoría sobre los tres sistemas de la organización. El documento del protocolo familiar, que se encuentra constituido por seis apartados y un plan de trabajo con actividades de seguimiento.

En resumen, se espera que profesionales, académicos y empresarios adquieran un mejor entendimiento de empresas familiares a efecto de contribuir a mejorar su desarrollo.

MARCO TEÓRICO

La teoría institucional aborda el proceso por el que las organizaciones se transforman en instituciones, siendo que estas se caracterizan por sustentar sus decisiones en aspectos racionales que son determinadas por medio de órganos colectivos (Díez, Díez y Vázquez, 2014), tal como lo establece la organización burocrática descrita por Max Webber.

Además, la institucionalización describe la forma en el que las normas y valores de las organizaciones cambian con el tiempo (Parada, Nordqvist y Gimeno, 2010). También explica cómo y porque las prácticas de gobierno se crean, transmiten, trasladan y legitiman en las instituciones (Melin y Nordqvist, 2007).

No obstante, que la institucionalización puede ser vista como un proceso de cambio planeado. contribuye a que la organización se adapte de manera constante a su entorno social y ambiente cultural (Parada et al., 2010). De manera particular el ambiente social suele influir para que las empresas familiares adopten prácticas profesionales (Nordqvist y Melin, 2002; Parada et al., 2010).

La institucionalización de las empresas se puede llevar a cabo a través de tres vías: mimética, coercitiva y normativa. La mimética es que proceso por el que una organización modifica su propia estructura para adoptar el de otra que perciba más exitosa; la coercitiva implica presiones formales o informales que una organización ejerce sobre otra que es

dependiente; y finalmente la normativa ocurre dentro del proceso de profesionalización en el que se definen las condiciones de un grupo de organizaciones (DiMaggio y Powell, 1983).

De manera particular, la profesionalización se facilita cuando los directivos de las empresas utilizan medios de socialización tales como asociaciones comerciales, programas educativos o redes de profesionales (DiMaggio y Powell, 1983) dado que los espacios de congregación son foros que permiten el intercambio de conocimiento (Parada et al., 2010). Estas interacciones con otros empresarios familiares son capaces de detonar el proceso de cambio en el interior de la organización, dado que permite el aprendizaje a partir de la experiencia terceros (Parada et al., 2010).

La profesionalización en el ámbito de la empresa familiar se ha definido en la literatura como: la adopción de normas profesionales (Hofer y Charan, 1984 citado en Fang, Memili, Chrisman y Welsh, 2012); el tránsito de una administración basada en prácticas de emprendurismo hacia organizaciones con mejores estructuras (Aronoff, 1998); el cambio de la atmósfera de la organización por medio de la introducción de sistemas de mayor formalidad, así como el involucramiento de administradores profesionales externos a la familia, en las estructuras de gobernanza y gestión (Songini, 2006); y la sustitución de los miembros de la familia en el consejo de administración -o la posición del CEO-, por profesionistas externos (Fang et al., 2012). Por lo anterior, es posible entender a la profesionalización como el camino que las empresas deben de recorrer para alcanzar una mayor formalización, cuya implementación implica un cambio holístico en la organización de la empresa (Stewart y Hitt, 2012).

El cambio de cultura que demanda la profesionalización se caracteriza por seis elementos: incorporación del talento de miembros de la familia y personal externo; desarrollo de mecanismos para la toma de decisiones; mayor disciplina familiar; delegación de la responsabilidad en personal externo a la familia; fomento al desempeño y a la igualdad; y finalmente, la adopción de los valores de la empresa (Bringas, 2018).

Otras características atribuidas a la profesionalización es la posibilidad de que las empresas familiares sean manejadas de manera similar a como lo hacen las empresas no familiares, en aspectos tales como: la distribución de la propiedad, la estructura de los órganos de gobierno, la estructura administrativa y las políticas de recursos humanos (Fang et al., 2012). Ferrón, Simón, Durán y San Martín (2016) añaden que para lograr la profesionalización también se requiere la generación y aprovechamiento de información cuantitativa, la utilización de planeación estratégica y la descentralización de las decisiones por parte de los directores que son miembros de la familia.

Por lo que se puede sintetizar que la profesionalización implica la presencia de tres elementos en la organización: a) mecanismos de gobernanza formal, b) planeación estratégica formal y sistemas de control, así como c) el involucramiento de ejecutivos no familiares en los consejos de administración, que cuenten con facultades para gestionar la empresa (Songini, 2006).

Las empresas familiares se ven en la necesidad de cambiar las estructuras organizacionales basadas en los vínculos familiares hacia estructuras con mayor formalización debido a su propio crecimiento (Dyer, 1989; Berenbeim, 1990; Ward, 1997; Songini, 2006; Aronoff, Astrachan y Ward, 2011; Fang et al., 2012) dado que las empresas de mayor tamaño son entidades más complejas y difíciles de administrar por los miembros de la familia fundadora, por lo que es necesario que se implementen mecanismos de delegación de responsabilidad y se incorporen ejecutivos no familiares que sean capaces de tomar decisiones para la organización.

Conforme aumenta el tamaño de la empresa, también se crean presiones para descentralizar el control de la empresa en manos de la familia, dado que incrementan el volumen de decisiones que se deben de tomar hasta un punto que excede las capacidades de la familia por resolverlas (Goffee y Scase, 1991), por tal motivo la empresa se ve en la necesidad de buscar fuera las habilidades y el conocimiento que son requeridas para hacer frente a los nuevos desafíos de la organización. Bajo este orden de ideas, los consultores externos son una excelente alternativa, dado que la administración de la empresa adquiere la capacidad de incorporar el talento humano que requiere sin la necesidad de ceder el control a terceros (Su y Dou, 2013).

Los consultores con formación en un área técnica pueden encontrar dificultades en hallar soluciones apropiadas para la empresa familiar, si no cuentan con un enfoque que les permita identificar los tres sistemas que la conforman (Lozano, 2009). Por ello, a partir de la década de los sesenta surge un tipo de asesor especializado en atender empresas familiares que permite responder a las necesidades particulares del tipo de organizaciones (Su y Dou, 2013). Los perfiles técnicos se diversifican para poder incluir dentro de los servicios de asesoría las necesidades de la familia, por lo que en este grupo de asesores se hallan perfiles de: consultores de empresas familiares, directores de oficina familiar, administradores de actividades filantrópicas, psicólogos, terapeutas de familia, entre otros (Reay et al., 2013), además existe un número creciente de profesionistas que realizan actividades de consultoría (Ward, 1990).

Por otro lado, el protocolo familiar es una herramienta de gestión estratégica enfocada en la empresa familiar, cuya autoría se les atribuye a los académicos Miguel Ángel Gallo y John Ward, la cual surge principios a de la década de los noventa como una propuesta encaminada a mejorar la interacción de los subsistemas de familia y empresa. El protocolo familiar facilita que las empresas familiares transiten por un proceso de profesionalización, reforzando con ello sus recursos y capacidades, cuyos objetivos son: ayudar al desarrollo de la empresa, promover la confianza y unión de los propietarios y fortalecer a la familia (Montemerlo y Ward, 2011).

Gallo y Tomaselli (2006), definen al protocolo familiar como, “un documento que mantiene y refuerza a través del tiempo y las generaciones la unión de los miembros de la familia, así como su compromiso con la sucesión de la empresa familiar”. Las dos razones más importantes que impulsan a una empresa a comenzar con la elaboración de un protocolo familiar son: prevenir la aparición de conflictos que desgasten el sistema empresa- familia

y procurar la continuidad de la empresa familiar.

Dada la naturaleza de las empresas familiares, en la que los intereses de la familia llegan a contraponerse a los de la empresa o viceversa, es muy difícil evitar que surjan conflictos provenientes de cualquiera de los subsistemas, y que estos trasciendan a otras áreas del sistema. La gestión inadecuada de los conflictos tiene el potencial de desencadenar situaciones desfavorables para la empresa familiar, e incluso, si surge un caso donde éstos últimos se presenten con mucha frecuencia o parezca que tienen un carácter irresoluble, los miembros de la familia se pueden plantear la separación o disolución de la empresa (Montermerlo y Ward, 2011).

El protocolo familiar es una herramienta preventiva que ayuda a manejar con anticipación los efectos de los conflictos en las empresas familiares (Lozano, 2000; Montermerlo y Ward, 2011; Aronoff et al., 2011; Belausteguigoitia, 2017; Bringas, 2018), a través del establecimiento de acuerdos y otros compromisos; de tal forma que, abordan los problemas antes de que estos surjan y a afecten el sistema familia- empresa.

Además de la toma de acuerdos durante la elaboración, la familia adquiere capacidades que les permiten evitar el conflicto a largo plazo y sus consecuencias indeseadas (Arenas y Rico, 2014), entre las que se encuentran: el fomento de canales de comunicación asertiva entre los miembros de la familia en aspectos emocionalmente sensibles (Aronoff et al., 2011); la oportunidad de que los miembros de la familia se conozcan mejor (Gallo y Tomaselli, 2004); la reducción en la frecuencia con la que se presentan situaciones difíciles de abordar (Lozano, 2009), y la asignación de responsabilidades a cada miembro de la empresa familiar (Arenas y Rico, 2014).

Algunas características del protocolo familiar son las siguientes: describe la filosofía de la empresa, así como los objetivos perseguidos por la familia y por la empresa (Gallo y Tomaselli, 2004); es el resultado de un debate que contiene elementos jurídicos, económicos y empresariales hechos a la medida de una determinada empresa y familia (Casado, 2003 citado por Llorente, 2012); deriva de un proceso de reflexión, debate y consenso que se genera a partir del diálogo y el compromiso orientado en la gestión de los conflictos familiares (Arteaga y Menéndez, 2014); y su fin último es, la continuidad y supervivencia del negocio a lo largo de generaciones (Arenas y Rico, 2014; Arteaga y Menéndez 2014; Montermerlo y Ward, 2011; Bringas, 2018). Incluso, Bringas y Caro (2019) documentaron evidencia empírica que sugiere que el protocolo familiar contribuye a la permanencia de las empresas familiares argentinas.

De manera más concisa, el protocolo familiar ayuda a la supervivencia de la familia a través de tres mecanismos: a) mejoría de la comunicación, b) establecimiento de acuerdos y c) orden de las relaciones empresa-familia (Arteaga y Menéndez, 2014). Es importante enfatizar que la supervivencia de la organización depende de que ésta sea capaz de profesionalizar los tres subsistemas de la empresa (Bringas, 2018).

La elaboración de un protocolo familiar consta de cuatro fases (Bringas, 2018): la toma de

conciencia sobre la necesidad de elaborar el documento; el desarrollo de los acuerdos que puedan dar respuesta a los desafíos de la empresa familiar; la aceptación del protocolo familiar que se concreta con la firma del documento; y, la implementación, que es donde se realizan los cambios consensuados.

METODOLOGÍA

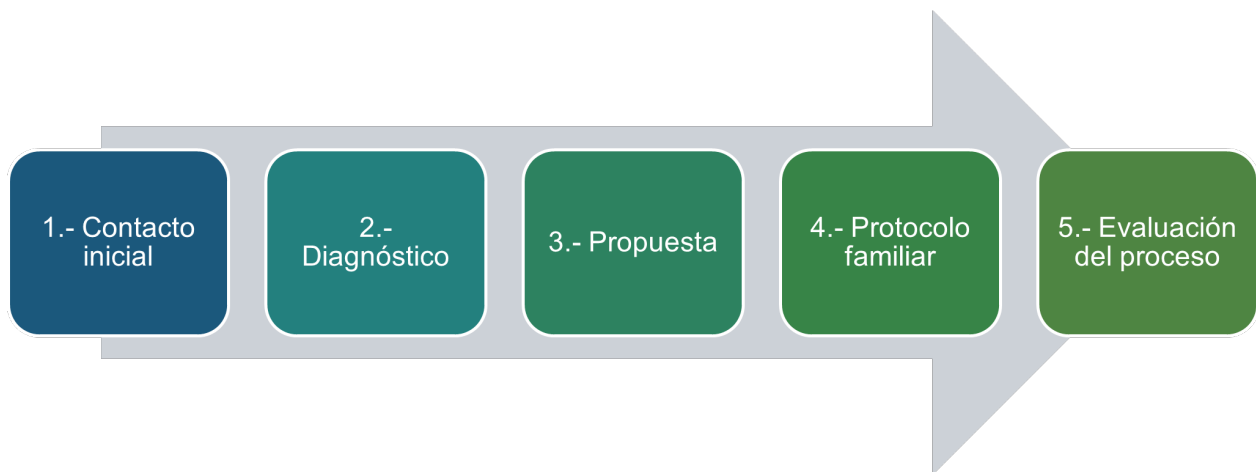
Para cumplir con el objetivo de investigación planteado, se determinó abordar el estudio de caso porque se pretende conocer el fenómeno detalladamente. Se definió un nivel de profundidad descriptivo, principalmente porque la profesionalización de las empresas familiares es un tema que ha sido abordado por autores como Schein (1983), Dyer (1989), Ward (1990) y Songini (2016); sin embargo, no se identificaron estudios que describan el proceso de la intervención. Además, se consideró que estudio de tipo descriptivo permite dar una respuesta a la pregunta de investigación planteada.

Otra característica es que la investigación es de tipo longitudinal, dado que se dio un seguimiento a la empresa que participó como objeto de estudio a lo largo del tiempo. El contacto inicial con el Director de la empresa si dio en diciembre del año 2018, la entrega de la versión revisada del protocolo familiar se realizó en febrero del 2021, mientras que la entrevista de evaluación con el Director General se realizó en octubre del 2021.

El estudio de caso se enfocó en reportar el proceso de una intervención organizacional; para el desarrollo de ésta se tomó como referencia el Modelo de Planeación de Lippitt, Watson y Westley -el cual consta de las fases de exploración, entrada, diagnóstico, planeación, acción, estabilización y evaluación, y terminación-, el modelo que se siguió en la investigación consta de 5 etapas y se presenta en la Figura 1.

Figura 1

Etapas de la intervención de la empresa Constructor SA de CV. Nota: Elaboración propia con base en Tomado de "Desarrollo organizacional, principios y aplicaciones" Por Guízar, 2013, McGraw-Hill p. 32.



Para el desarrollo de la intervención fue necesario realizar dos diagnósticos. El primero se enfocó en la organización, y tuvo como propósito la identificación de las áreas de oportunidad de la empresa que dieron forma a la propuesta de intervención. Una vez que fue aprobada la propuesta -protocolo familiar-, se identificó la necesidad de desarrollar un segundo diagnóstico, esta vez enfocado en conocer el sistema familiar. Éste permitió identificar con mayor claridad los aspectos por abordar en el protocolo familiar.

El diagnóstico organizacional se realizó entre febrero a junio del año 2019, se dio por finalizada esta etapa con la presentación de hallazgos al Director General durante el mes de julio del mismo año y la entrega del reporte escrito dos meses más tarde. Para la elaboración del diagnóstico se utilizaron los siguientes métodos de recolección:

- **Observación:** Se realizaron visitas a las obras de la empresa, mismas que concluyeron en el mes de mayo del año 2019. Las obras visitadas fueron: Barcelona, Colibrí Vistas del Sol y Parque Pyme, se alternaron los días y horarios de visita para cada una de las obras. Durante las visitas se fue conociendo la forma de trabajo de la empresa, así como los procesos que se realizan en las diferentes obras.
- **Entrevistas semiestructuradas:** Para la elaboración de las entrevistas se utilizó una muestra de tipo casos tipo (Hernández, Fernández y Baptista, 2014) en la que se incluyó a personal de las diferentes áreas de la empresa. El periodo de aplicación fue entre el 3 al 18 de mayo del año 2019. Se realizaron en total 14 entrevistas, 10 de ellas al personal interno, los puestos entrevistados fueron: gerente general, director de obra, asistente administrativo, supervisor de ventas, auxiliar de ventas, asesor de ventas (2), residente de obra (2) y gestor de proyectos; y 4 a representantes de agencias inmobiliarias. Las entrevistas se llevaron a cabo principalmente en el centro de trabajo del personal entrevistado. La guía de la entrevista abordó tres aspectos: las actividades que se realizan en el puesto, los aspectos positivos y los aspectos negativos de la empresa. La duración de cada entrevista fue de entre 40 a 60 minutos.
- **Revisión documental:** Se revisó información descriptiva de los productos de la empresa, expedientes de ventas, formatos de control de las áreas de control y administración, evaluaciones de organismos externos, y un proyecto de urbanización.

Por otro lado, el diagnóstico del sistema familiar se enfocó prioritariamente en identificar las características de la familia y la relación que se tiene con la empresa. El periodo para la recolección de información y el análisis fue durante el mes de febrero del año 2020. Los datos se obtuvieron por los siguientes medios:

- **Entrevistas:** Se realizaron entrevistas al Ing. Enrique Fernández, sus tres hijos y los cinco nietos mayores de 18 años, con lo que se aplicaron un total de 9 entrevistas con una duración de entre 40 a 60 minutos. Las entrevistas fueron semi estructuradas, en las que se abordaron las siguientes preguntas: ¿Cuál es la historia de la organización?, ¿Cuáles son los valores de la familia?, ¿Cuál es el propósito de la empresa?, ¿Cómo es la forma de abordar conflictos en la empresa y en la familia?, ¿Cuáles son los retos

actuales de la organización y familia?, ¿Cuáles son desafíos futuros de la empresa y familia? Y ¿Cómo cree que será la empresa en el futuro?

- **Cuestionarios:** se aplicaron dos cuestionarios el primero de ellos denominado “Inventario de la empresa familiar” elaborado por Belausteguigoitia (2017), el cual aborda las dimensiones de empresa, familia y propiedad, por medio de 30 ítems que se encuentran en una escala Likert de cinco puntos. Este instrumento fue autoadministrado por los cuatro miembros de la familia Fernández de la primera y segunda generación. El segundo instrumento se denomina “Encuesta de Empresas Familiares”, el cual fue desarrollado por la consultoría Profit Consulting, empresa de consultoría especializada en el asesoramiento de empresas familiar, el instrumento contiene siete secciones: empresa, familia, estrategia, finanzas, gobierno, sucesión y patrimonio. El cuestionario fue autoadministrado por el Director General.
- **Revisión documental:** Se revisaron las actas constitutivas de la empresa y los estados financieros –balance general y estado de resultados- correspondientes al ejercicio del año 2019.

Después de presentar los resultados del diagnóstico al Director General, el día seis de enero del 2020 se mantuvo una reunión con él, para presentarle de manera verbal dos propuestas de intervención -plan estratégico y protocolo familiar- y el Director eligió la alternativa del protocolo familiar. Posteriormente, se preparó una presentación ante la junta de accionistas -cuatro miembros- de la empresa familiar el día 29 de enero del año 2020, cabe destacar que en la reunión estuvieron presentes asesores de la empresa familiar -tres miembros del despacho contable- y familiares externos a la organización -tres miembros-. La propuesta de intervención fue aprobada por unanimidad de los miembros de la junta de accionistas, por lo que a partir de ese momento se comenzó con la elaboración del diagnóstico del sistema familiar y la planeación para el desarrollo del protocolo familiar.

El protocolo familiar que se implementó en la empresa constructora se basó en el modelo desarrollado por Álvarez y De León (2014), la metodología se divide en siete apartados: a) definir el sueño de empresa y familia; b) gobierno de la empresa y familia; c) empleo, ingresos y beneficios para los miembros de la familia; d) sucesión de propiedad en la empresa familiar; e) sucesión en el mando de la empresa familiar; f) otros acuerdos sobre la relación de la familiar con la empresa; g) implementación de los acuerdos del protocolo familiar. Cada uno de ellos implica tomar un conjunto de acuerdos que dan forma al protocolo familiar.

Para la elaboración del protocolo familiar fueron necesarias 16 reuniones de trabajo, la asistencia osciló de entre cinco a seis participantes y tuvieron una duración de entre 3 a 4 horas. Se estima que la elaboración del protocolo familiar tuvo una duración aproximada de 50 horas de trabajo con el Comité que se conformó por 9 integrantes de la Familia Fernández. Inicialmente las sesiones se realizaron de manera presencial en instalaciones privadas de la Familia Fernández; sin embargo, debido a la contingencia

sanitaria provocada por el virus SARS-CoV2, a partir de la cuarta reunión del 21 de marzo, estas se llevaron a cabo mediante plataformas virtuales -tal como se muestra en la Tabla 3-. Esta situación tuvo como consecuencia una interrupción en la continuidad de la dinámica de trabajo, ya que las sesiones de trabajo se pausaron durante 84 días antes de reanudar las sesiones de trabajo virtuales.

Referente a la toma de acuerdos, se determinó que estos fueran aprobados por unanimidad entre los miembros del Comité asistentes, y que la participación de los integrantes de la familia no podía ser menor al 50% de los nueve miembros que conformaron el Comité de protocolo familiar. Una vez concluidas las sesiones del protocolo familiar, se procedió a redactar el documento con los acuerdos establecidos, mismo que estuvo sujeto a las observaciones de la familia, y se entregó la versión aprobada el día 8 de febrero del 2021. La evaluación del protocolo se realizó a través de dos elementos, el primero se asocia con las observaciones que el propio equipo de investigación realizó durante la intervención organizacional, mientras que el otro medio de evaluación implicó la elaboración de una entrevista de profundidad semiestructurada con el Director General de la empresa realizada durante el mes de octubre del 2021. Los temas que se abordaron fueron: los aspectos positivos de la intervención, los beneficios derivados del proceso, limitaciones, dificultades, así como la relación del sector empresarial con las universidades.

El análisis del caso siguió el procedimiento denominado descripción del caso (Yin, 2017), el cual es conveniente cuando la recolección de datos se realiza sin establecer previamente una hipótesis en la investigación. Así mismo, la técnica específica de análisis utilizada para procesar la información que surgió de las diferentes fuentes de información que se recolectaron del caso fue el análisis de contenido cualitativo, siguiendo el enfoque de coincidencia de patrones. Finalmente, las acciones que se tomaron para procurar la calidad de la investigación se describen en la Tabla 1.

Tabla 1

Acciones tomadas para asegurar la calidad de la investigación

Mecanismo	Acción	Descripción
Validez de constructo.	Uso de múltiples fuentes de información.	El proceso de investigación implicó la observación directa en la empresa, revisión documental, entrevistas de profundidad a colaboradores internos y externos, entrevistas de profundidad a miembros de la familia y aplicación de un cuestionario estandarizado.
	Compartir los resultados con los informantes clave.	Los avances y resultados tanto del diagnóstico como de las sesiones de trabajo del protocolo familiar se fueron compartiendo en primera instancia con el Director General de la empresa, y en segundo lugar con los miembros del Comité de protocolo familiar.
Validez externa.	Uso de la teoría.	La revisión de literatura especializada en empresas familiares permitió corroborar los elementos considerados en la investigación.
Fiabilidad.	Creación de base de datos del estudio.	Se cuenta con la cadena de evidencia que se fue creando durante la investigación, tal como: notas de campo, entrevistas capturadas, cuestionarios capturados, documentos de la empresa, presentaciones, archivos de trabajo de las sesiones y notas de seguimiento de las sesiones.

Nota: *Elaboración propia, 2021.*

Análisis de resultados

Los miembros de la Familia Fernández que tienen relación con la constructora son descendientes del Ing. Enrique Fernández -don Enrique-, quien en conjunto con sus hijos Enrique y Jesús fundaron la empresa en el año de 1994, una vez que estos últimos concluyeron sus estudios profesionales. Los Fernández acordaron unirse para desarrollar proyectos de construcción de vivienda, iniciando con la construcción de dos casas en las cuales emplearon su patrimonio personal. La empresa se estableció bajo un principio de equidad en la que los tres socios acordaron compartir inversión, riesgo y utilidades, de manera equitativa. La organización ha crecido gracias al trabajo, esfuerzo y compromiso de la Familia, que han mantenido una visión de largo plazo, se destaca que hasta el año 2019 la empresa ha generado 4,538 viviendas para las familias duranguenses.

Después de un lustro de operaciones, en el año de 1999 se constituyó como persona moral la empresa Constructor SA de CV. Posteriormente, en el año 2004 cuando la hija menor de don Salvador terminó la licenciatura en arquitectura, se tomó la decisión de integrarla al equipo de trabajo mediante la formación de una nueva empresa.

Por el volumen de ventas y el número de trabajadores que intervienen en la empresa, esta es una organización de tamaño mediano, dado que generan más de 150 empleos directos. La empresa cuenta con un catálogo diversificado de productos, ya que ofrecen vivienda de interés social, media y residencial; además atienden a un segmento de mercado empresarial, por medio del arrendamiento de naves industriales ubicadas en zonas industriales de la ciudad de Durango. A pesar de que la familia tiene experiencia en proyectos de edificación en diferentes regiones del estado de Durango, el alcance de la empresa es preponderadamente local, porque sus operaciones se concentran principalmente en la capital del estado, donde mantienen una posición de liderazgo en la edificación de vivienda.

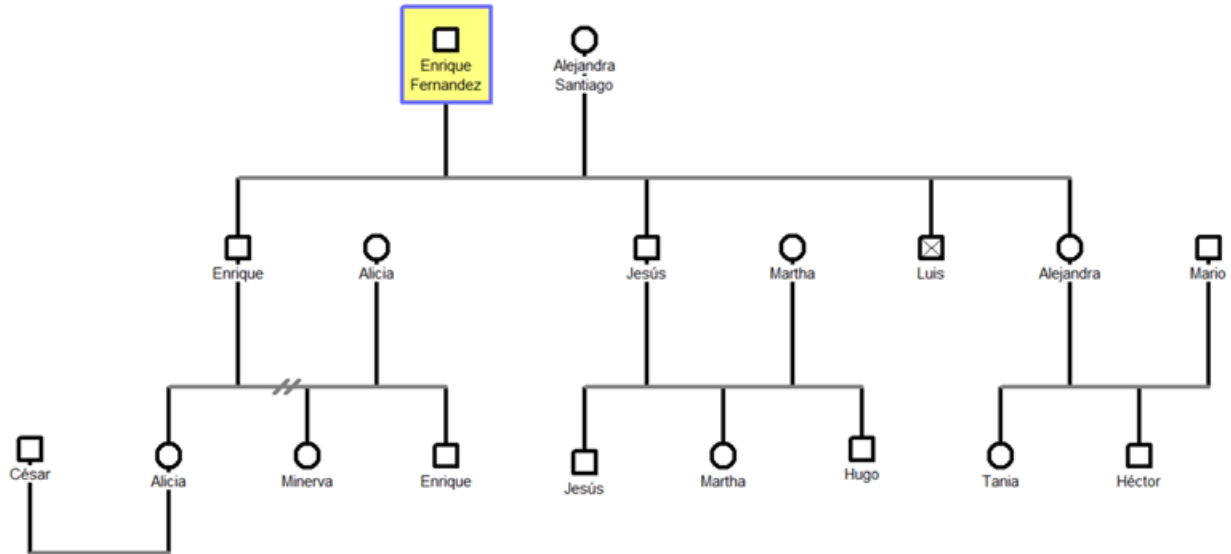
Paralelo al crecimiento de la empresa, la familia también se ha desarrollado, ya que ésta actualmente -incluyendo a los familiares políticos- se integra por dos miembros de la primera generación, seis de la segunda generación y nueve miembros de la tercera generación, tal como se observa en la Figura 2 que describe el genograma de la familia.

Los miembros de la familia que actualmente dirigen la empresa se encuentran interesados en mantener la continuidad del Constructor por medio de la incorporación de los miembros de la tercera generación; por lo cual, están dispuestos a facilitar las condiciones para que los más jóvenes se integren en las actividades de la empresa.

Los resultados de los dos diagnósticos dieron como origen a dos reportes que fueron entregados a la Familia empresaria, por cuestiones de espacio, los hallazgos identificados se sintetizan en la matriz FODA que se presenta en la Tabla 2, con objeto de realizar una interpretación que contemple el sistema familiar, en la matriz los factores internos se desagregaron en aspectos asociados a la familia y a la empresa por lo que se distinguen seis categorías: fortalezas familiares (FF), fortalezas empresariales (FE), debilidades

familiares (DF), debilidades empresariales (DE), oportunidades (O) y amenazas (A).

Figura 2
Genograma Familia Fernández.



Nota: Elaboración propia, 2021, a partir de información proporcionada por la familia.

Tabla 2:
Matriz FODA Constructor SA de CV

		Positivos	Negativos
Internos	Familia	Fortalezas FF1: Cohesión familiar y filosofía de negocios compartida. FF2: Compromiso de los miembros de la familia. FF3: Confianza en la familia. FF4: Valores familiares compartidos. FF5: Deseo de superación de los integrantes de la familia FF6: Prestigio entre colaboradores, proveedores y clientes. FF7: Deseo de transferir la empresa a los miembros de la tercera generación. FF8: Entrada voluntaria a la empresa. FF9: Los miembros de la primera generación cuentan con testamento. FE10: Asignación clara de las responsabilidades de los miembros de la familia.	Debilidades DF1: Incertidumbre sobre las condiciones para la incorporación de los miembros de la tercera generación a la empresa. DF2: Los problemas de la familia pueden afectar a la empresa y viceversa. DF3: Acuerdo de compraventa de las acciones. DF4: Políticas de empleo de los miembros de la familia. DF5: Plan de retiro del equipo directivo. DF6: Mecanismos para la sucesión de la propiedad. DF7: Equidad de oportunidades para las mujeres.
	Empresa	FE1: Trayectoria empresarial de 26 años. FE2: Sentido de responsabilidad social. FE3: Empresa líder en ventas. FE4: Solidez financiera, cultura de crecimiento y reinversión de utilidades. FE5: Rentabilidad económica. FE6: Capacidad de innovación. FE7: Productos diversificados. FE8: Definición clara de las metas organizacionales.	DE1: Centralización de autoridad y toma de decisiones en la Dirección. DE2: Comunicación en el nivel directivo y en las áreas. DE3: Gobierno corporativo. DE4: Estructura organizacional y procesos. DE5: Formalidad de la planeación. DE6: Clima organizacional. DE7: Área de recursos humanos. DE8: Resistencia al cambio. DE9: Información que permita la toma de decisiones.

Externos	Oportunidades O1: Déficit en la construcción de vivienda en la Ciudad de Durango. O2: Cambios favorables en las políticas del Infonavit. O3: Bajas tasas de interés que promueven la demanda de crédito. O4: Evaluaciones positivas por parte de instituciones	Amenazas A1: Eventos fortuitos que deriven en una desvinculación de los directores tales como accidentes o enfermedades. A2: Rupturas familiares como una separación conyugal. A3: Competencia. A4: Incertidumbre en las políticas públicas. A5: Disminución de la actividad económica. A6: Informalidad laboral que limite el número de trabajadores con acceso a crédito hipotecario. A7: Escasez del suelo para el desarrollo de vivienda en la Ciudad de Durango. A8: Aumento de precios de los insumos para la construcción. A9: Incertidumbre social, política, económica y de salud ocasionada por la pandemia de COVID-19.
----------	--	---

Nota: *Elaboración propia, 2021 a partir de los diagnósticos elaborados en la empresa.*

Una vez que la propuesta de la elaboración de un protocolo familiar fue aprobada por la junta de accionistas, se realizaron las sesiones de trabajo que se indican en la Tabla 3 que generaron como producto el protocolo familiar Fernández, mismo que le fue entregado a el Director de la Empresa en el mes de febrero del año 2021.

Tabla 3

Calendarización de reuniones para el establecimiento del protocolo familiar en la empresa Constructor SA de CV

Tema	Sesión (año 2020)
Definir el sueño de empresa y familia.	25 de febrero 11 de marzo.
Gobierno de la empresa y familia	18 de marzo 21 de marzo 28 de marzo
Empleo, ingresos y beneficios para los miembros de la familia.	20 de junio 27 de junio
Sucesión de propiedad en la empresa familiar.	4 de julio 11 de julio
Sucesión en el mando de la empresa familiar.	18 de julio 25 de julio
Otros acuerdos sobre la relación de la familia con la empresa.	1 de agosto 8 de agosto
Implementación de los acuerdos del protocolo familiar.	15 de agosto 22 de agosto 29 de agosto

Nota: *Elaboración propia, 2021 a partir de las reuniones con la empresa Constructor SA de CV*

Algunos de los hallazgos más importantes que se presentaron durante el proceso de elaboración del protocolo familiar y en la entrevista de evaluación con el Director General se describen a continuación:

- **Establecimiento de la filosofía:** La filosofía de la Familia facilitó la toma de acuerdos, por ejemplo, las fortalezas familiares sirvieron como base para desarrollar el primer apartado del protocolo familiar. Otra situación que ilustra lo anterior ocurrió durante un desacuerdo ocurrido sobre la cantidad de votos para aprobar acuerdos en el Consejo de Accionistas, mismo que se resolvió al señalar que el nivel directivo de la empresa podría hacer frente a sus diferencias priorizando el bien de la familia y de la empresa, evocando de esta manera el valor de la fraternidad. De la misma manera, durante la toma de acuerdos, se mantuvieron presentes los valores familiares, dado que la Familia priorizo el bienestar de sus miembros.
- **Fortalecimiento de las relaciones familiares:** Cuando la Familia tomo la decisión de permanecer unidos, reflexionaron sobre las ventajas de tomar esta decisión lo cual es una actividad que permite la integración de los socios. Por otro lado, el plan de trabajo -Plan- contempla realizar acciones que promuevan la convivencia familiar tal como reuniones de convivencia, realización de actividades recreativas, desayunos familiares y coordinación de viajes de esparcimiento. Además, la Familia tuvo la oportunidad de abordar aspectos complejos tal como las amenazas A1 y A2, situación que el Director señalo como una de las principales ventajas de haber realizado la intervención ya que les permitió adelantarse a posibles eventos desfavorables antes de que estos ocurrieran.
- **Propiedad:** El desarrollo del cuarto apartado del protocolo familiar facilitó que se identificará el proceso para la transferencia de acciones entre los socios y miembros de la familia. De la misma forma, los socios de la empresa reflexionaron sobre la necesidad de dar certeza legal a los acuerdos establecidos en este apartado y las acciones que eran necesarias para proteger el patrimonio. También se establecieron políticas sobre la repartición de dividendos.
- **Educación de la familia:** El proceso de elaboración no solo demandó que los miembros de la familia se preparen para las sesiones, sino que los temas abordados sirvieron como base para que los integrantes del Comité profundizaran su conocimiento en la administración de empresas familiares mediante la participación de los profesionales externos, lecturas y la intervención del investigador. Un ejemplo de lo anterior se dio cuando los miembros de la Familia se comprometieron a tomar un curso de capacitación de al menos cuarenta horas por año, y reconocieron que la elaboración del protocolo familiar les permitió cumplir con ese compromiso para el año 2020.
- **Integración de los jóvenes.** En los acuerdos del protocolo familiar se instauraron diferentes mecanismos para que los miembros de la tercera generación Fernández tengan un mayor involucramiento con la empresa, por ejemplo, se determinó su derecho a participar en las sesiones del Consejo de Administración, las políticas de empleo incluyendo pasantías vacacionales, los criterios a considerar para que exista un traspaso generacional, así como las condiciones que deben cubrir los proyectos emprendedores. Además, se abordaron las expectativas que los socios de la empresa tienen sobre los más jóvenes. No obstante, la entrevista de evaluación con el Director

General señaló que estos últimos no se sintieron integrados a la empresa, e incluso se generó un distanciamiento provocado por la diferencia de opinión en algunos de los acuerdos establecidos.

- **Sucesión.** El cuarto apartado del protocolo familiar establece las condiciones que se deben de presentar para que se realice el proceso de sucesión de manera ordenada. A pesar de lo anterior, la entrevista con el Director General reveló que no todos los socios habían aceptado continuar trabajando en este aspecto, lo cual dificulta que se realicen algunas actividades que permitan la profesionalización de la empresa.

Por otro lado, se describen los principales hallazgos obtenidos por medio de la entrevista de evaluación con el Director General, quien indicó que a pesar de que el seguimiento del Plan no se ha desarrollado favorablemente, existen otras áreas que han mejorado por efecto de la intervención organizacional. En primer lugar, señaló que este proceso les permitió reconocer fortalezas, ventajas competitivas y debilidades de las que no eran conscientes, a pesar de las observaciones que derivaron de los hallazgos de la fase de diagnóstico, pudieron haber generado incomodidad durante un periodo en algunos miembros de la familia, finalmente el balance es favorable ya que les ayudó a considerar áreas de oportunidad que no habían identificado hasta ese momento, por ejemplo, el involucramiento y la capacidad para tomar decisiones consensuados entre los socios se fortaleció. Los socios pueden ponerse de acuerdo con mayor facilidad, además existe una mayor apertura de considerar el desarrollo e inversión de proyectos que impliquen beneficios intangibles o de largo plazo.

En relación con lo anterior, también hubo una mejoría en la comunicación en el nivel directivo, dado que la toma de acuerdos se realiza mediante reuniones ejecutivas que son más formales a las que anteriormente se hacían, además, se organiza con antelación la agenda de asuntos a tratar, así como las personas que se deben de involucrar. Durante las reuniones existe una discusión propositiva en la que se exponen opiniones y argumentos que finalmente derivan en propuestas que se ven enriquecidas por las diferentes perspectivas. El formato de estas reuniones se deriva en parte de la experiencia adquirida durante las reuniones del protocolo. Adicionalmente fue señalado que los cambios descritos implican un fortalecimiento de la visión compartida, dado que ha fomentado que los socios puedan tengan una mayor alineación en su rumbo.

Otro de los beneficios que se derivó de la intervención organizacional es que permitió considerar de manera anticipada escenarios que puedan ocurrir tal como el deceso, sucesión o el retiro de alguno de los socios. Independientemente de que se tomen acciones en el presente, el haber analizado posibles escenarios les permite identificar la forma en que pueden hacer frente a los retos futuros y estar preparados cuando estos se presenten. Esta actividad incluso se puede asociar con una ventaja competitiva, ya que permite ampliar la perspectiva de la Dirección al fomentar el cambio y la reflexión a diferencia de lo que puede ocurrir en otras empresas que suelen centrarse en la operación del negocio.

Otros efectos señalados en la entrevista se relacionan con la profesionalización de la empresa, ya que derivaron mejoras en la operación y gestión de la empresa, los cuales son: planeación de los flujos de efectivo mediante la elaboración de presupuestos y pronósticos para la asignación de recursos tanto a las actividades de operación como a las de inversión de mediano y largo plazo; generación de información financiera, la cual es utilizada como base para la toma de decisiones; uso de un sistema informático para la asignación y seguimiento de las actividades operativas; mejora en el flujo de información que contribuye a la coordinación entre las áreas de la empresa y la contratación de personal.

En contraparte a las contribuciones señaladas, la entrevista reveló algunos aspectos del protocolo que no fueron del todo exitosos. En primer lugar, los miembros de la tercera generación no han tenido el acercamiento esperado con la empresa, e incluso la percepción del Director es que el ejercicio del protocolo desencadenó una barrera. Las causas de este resultado se atribuyen a una participación prematura de los miembros más jóvenes de la familia, dado que estos al no laborar en la empresa al momento de participar en el Comité del protocolo, carecieron del contexto de los aspectos que fueron discutidos; a una comunicación inadecuada, y a una percepción de autoritarismo en algunos de los acuerdos establecidos. El segundo punto es que los acuerdos del apartado sucesión generaron sentimientos de sensibilidad y suspicacia en algunos miembros de la Familia, lo cual derivó en que actuaran con recelo y desconfianza respecto a algunos de los cambios propuestos por el protocolo. Un tercer aspecto se asocia con la percepción que en algunos acuerdos los miembros de la Familia dieron su voto favorable, aun cuando no estuvieran del todo convencidos del acuerdo tomado, de tal forma que aceptan el acuerdo, pero no se comprometen con el mismo.

CONCLUSIONES

La intervención organizacional realizada en la empresa constructora sugiere que una aportación del proyecto fue la posibilidad de identificar aspectos que no habían sido considerados por los empresarios hasta este momento. Dado que, el diagnóstico realizado para la Familia permitió que el investigador actuara como un observador externo, situación que contribuyó a definir los problemas de la organización desde una perspectiva distinta al de la Familia, así como a identificar las fortalezas y debilidades.

Por otro lado, la evaluación del proceso sugiere que el protocolo familiar es una herramienta de gestión que tiene la capacidad de influir sobre la problemática de la organización, en especial en los aspectos asociados con la familia

En contraposición a los aspectos abordados en el protocolo familiar y los beneficios que estos pueden representar para la familia empresaria, se debe reconocer que no existe una garantía de que todas las actividades descritas sean llevadas a la práctica por la Familia empresaria, tal como sugiere la entrevista de evaluación con el Director General, en la que señaló que no se habían tenido avances significativos en las acciones establecidas en el Plan de Trabajo.

Para explicar la falta de seguimiento al Plan de trabajo se establecieron las siguientes explicaciones tentativas: las propias limitaciones de la investigación, que excluye de su alcance la implementación del protocolo familiar; hizo falta generar un mayor compromiso con los miembros de la Familia empresaria; la elaboración del protocolo familiar se realizó de manera inapropiada o la persistencia de la resistencia al cambio que se manifestó en la organización. También es factible que la razón sea una combinación entre los diversos factores antes señalados.

Sin embargo, las diferentes evidencias presentadas sugieren que no es posible señalar que la intervención organizacional fue infructífera aún esta no haya detonado todos los cambios esperados. Es por ello, que se deriva una explicación alterna como conclusión de la investigación, y es que la intervención no puede cumplir cabalmente con todos los objetivos que fueron planteados originalmente -como la integración de los jóvenes, sucesión y seguimiento al plan de trabajo-. Sin embargo, la intervención organizacional también tiene la capacidad de generar beneficios inesperados, por ejemplo, a partir de las reuniones del protocolo familiar de manera espontánea la Familia reconoció la importancia de contar con un área de recursos humanos, situación que no había sido planteada en la agenda. Otro ejemplo de lo anterior se encuentra en la mejora que hubo en la planeación y comunicación del nivel directivo de la empresa, efectos que se derivaron del trabajo realizado con la empresa y que no fueron parte de la propuesta de trabajo.

Por otro lado, dado que se desarrolló un estudio longitudinal que tuvo una duración aproximada de 26 meses, periodo en el que se identificó que sucedieron diversas situaciones en el seno de la Familia que influyeron en la empresa y en el desarrollo de la intervención organizacional. Por este motivo, otra conclusión es necesario que el proceso de intervención se estructure de manera flexible y que tenga la capacidad de adecuarse a los cambios que se producen en el ambiente interno y externo. Desde el ámbito interno pueden ocurrir cambios importantes tales como la independencia de los hijos jóvenes, matrimonios, divorcios, enfermedades incapacitantes o incluso el deceso de algún integrante de la Familia. Por parte de los cambios externos, por ejemplo, durante el año 2020 se desencadenó la pandemia por el virus SARS COV-2 situación que ejerció influencia sobre el proceso intervención.

También se corrobora la importancia de contar con la colaboración y compromiso de una persona que impulse el desarrollo de la intervención desde dentro de la organización. En este caso el Director General, quien facilitó el acceso y además contribuyó a que los demás miembros de la Familia mantuvieran el seguimiento de las actividades, por lo que se concluye que esta participación es esencial para la realización de una intervención. La investigación presentada no se encuentra exenta de limitaciones, entre las que se encuentra que la muestra del estudio es un caso único, además este fue abordado desde un enfoque cualitativo, lo cual implica que no se considera la posibilidad que los resultados presentados puedan ser generalizados a una población, sin embargo, tal como refiere Yin (2017) es posible realizar una generalización analítica a otros casos de empresas familiares que compartan características con el caso abordado.

Por otro lado, el enfoque cualitativo deja de lado la oportunidad de medir los efectos de la intervención organizacional con mayor rigurosidad y objetividad, dado que gran parte de los hallazgos de la investigación derivan de la propia percepción del investigador, por lo que futuros trabajos pueden desarrollar instrumentos de recolección de información estandarizados que permitan diagnosticar y evaluar los efectos de una intervención organizacional, el desarrollo de este instrumento también facilitaría que se puedan llevar a cabo comparaciones entre diferentes empresas.

Además, por limitaciones de tiempo el alcance del estudio no abordó la implementación del protocolo familiar, etapa que implica atender los aspectos pendientes y poner en práctica los acuerdos establecidos, por lo cual, la Familia deberá de realizar este procedimiento de manera independiente. Esto implica que existe la posibilidad de que se realizase una adopción parcial de los acuerdos establecidos o en el caso más extremo estos no se lleven a cabo.

Derivado de la pandemia ocasionada por el Virus SARS-CoV2 y las limitaciones de movilidad recomendadas por las autoridades sanitarias, el 68.75% de las sesiones del protocolo familiar se realizó a través de medios digitales. Esta situación trajo consigo algunos beneficios tal como: mejor aprovechamiento de tiempo en las sesiones, posibilidad de que los miembros de la Familia se conectaran desde diferentes ubicaciones geográficas, así como la participación de los profesionistas expertos. En contraposición se presentaron las siguientes desventajas: limitaciones en la comunicación, imposibilidad de percibir el lenguaje corporal de los participantes, distractores, discusiones cortas, interrupciones por fallas de internet o de los dispositivos de acceso.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez, M. M. E., y De León, R. J. R. (2014). El protocolo familiar guía práctica para su elaboración en 7 sesiones. La forma más efectiva para trabajar en paz en familia. Bloomington, Estados Unidos: Palibrio.
- Arenas, C. H. A., y Rico, B. D. (2014). La empresa familiar, el protocolo y la sucesión familiar. *Estudios Gerenciales*, 30(132), 252-258. doi: 10.1016/j.estger.2014.02.013
- Aronoff, C. E. (1998). Megatrends in family business. *Family Business Review*, 11(3), 181-186. doi: 10.1111/j.1741-6248.1998.00181.x
- Aronoff, C. E., Astrachan, J. H., y Ward, J. L. (2011). *Developing family business policies. Your guide to the future*. New York, United States: Palgrave Macmillan.
- Arteaga, R., y Menéndez, R. S. (2014). Influencia del protocolo familiar en los resultados de las empresas familiares. doi: 10.2139/ssrn.2518938
- Astrachan, J. H., y Shanker, M. C. (2003). Family businesses' contribution to the U.S. economy: A closer look. *Family business review*, 16(3), 211-219. doi:

10.1177/08944865030160030601

- Belausteguigoitia, R. I. (2017). *Empresas familiares. Dinámica, equilibrio y consolidación*. Ciudad de México, México: McGraw Hill.
- Berenbeim, R. E. (1990). How business families manage the transition from owner to professional management. *Family Business Review*, 3(1), 69-110. doi: 10.1111/j.1741-6248.1990.00069.x
- Bringas, M. A. L. (2018). *Protocolos en empresas de familiar. Herramientas para la gestión*. Madrid, España: Unión Editorial.
- Bringas, M. A. L., y Caro, N. P. (2019). Protocol and its effect on the continuity of the argentinian family business through structural equation models. *Journal of Evolutionary Studies in Business* 4(1), 208-228. doi: 10.1344/jesb2019.1.j057
- Chua, J. H., Chrisman, J. J., y Sharma, P. (1999). Defining the family business by behavior. *Entrepreneurship Theory and Practice*, 23(4), 19-39. doi:10.1016/S0883-9026(03)00011-9
- Díez de Castro, E., Díez-Martín, F., y Vázquez-Sánchez, A. (2014). Antecedents of institutional process. *Cuadernos de Gestión* 15(1), 15-38. doi: 10.5295/cdg.130416ed
- DiMaggio, P. J., y Powell, W. W. (1983) The iron cage revisited: Institutional isomorphism and collective rationality in organizational fields. *American Sociological Review* 48(2), 147-160. doi: 10.1177/1476127007079959
- Dyer, W. G. (1989). Integrating professional management into a family owned business. *Family Business Review*, 2(3), 221-235. doi: 10.1111/j.1741-6248.1989.00221.x
- Fang, H., Memili, E., Chrisman, J. J., y Welsh, D. H. (2012). Family Firms' professionalization: Institutional Theory and Resource-Based View Perspectives. *Small Business Institute Journal*, 8(2), 12-34. Recuperado en <https://www.sbij.org/index.php/SBIJ/article/viewFile/148/90>
- Ferrón, S. J. M., Simón, B. J. C., Durán, E. J. A. y San Martín, R. J. M. (2016). *La sucesión e institucionalización de la empresa familiar en México*. Ciudad de México, México: IMEF.
- Gallo, M. A., y Tomaselli, S. (2004). Family protocols in Spain: A survey on 10 years of experience. Trabajo presentado en 15th Annual World Conference of the Family Business Network, Copenhagen. Recuperado de www.researchgate.net/publication/282947571_Family_Protocols_in_Spain_a_survey_on_10_years_of_experience

- Gallo, M. A., y Tomaselli, S. (2006). Formulating, implementing and maintaining family protocols. In Poutziouris, Smyrniotis y Klein (Eds), Handbook of Research in Family Business (pp 298- 316).
- Glikin, L. J., y Hers, L. I. (2010). Aporte teórico para el protocolo familiar. Trabajo presentado en XI Congreso Argentino de Derecho Societario, Mar de Plata, Argentina. Recuperado en <https://repositorio.uade.edu.ar/xmlui/handle/123456789/1028>
- Goffee, R., y Scase, R. (1991). Proprietorial control in family firms: Some functions of "Quasi-Organic" management system. *Family Business Review*, 4(3), 337-352. doi: 10.1111/j.1741-6248.1991.00337.x
- Guízar, M. R. (2013). Desarrollo organizacional, principios y aplicaciones. Ciudad de México, México: McGraw-Hill.
- Hernández, S. R., Fernández, C. C., y Baptista, L. P. (2014) Metodología de la investigación (5ta ed.). Ciudad de México, México: Mc Graw Hill
- Llorente, M. V. (2012). Política de dividendos y conflicto en la empresa familiar: el protocolo. *Revista de Empresa Familiar*, 2(1), 55-63. doi: 10.24310/ejfbefb.v2i1.4064
- Lozano, P. M. (2009). Elementos para la consultoría en empresa familiares. *Pensamiento y Gestión* (26), 214-237. Recuperado en http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1657-62762009000100010&lng=en&tlng=es.
- Melin, L. y Nordqvist, M. (2007). The reflexive dynamics of institutionalization: the case of the family business. *Strategic Organization* 5(3), 321-333. doi: 10.1177/1476127007079959
- Montemerlo, D. y Ward, J. L. (2011). The family constitution. Agreement to secure and perpetuate your family and your business. New York, United States: Palgrave Macmillan.
- Nordqvist, M., & Melin, L. (2002). The dynamics of family firms: an institutional perspective on corporate governance and strategic change. In Fletcher, D. (Ed.), *Understanding the small family business* (pp. 94-110). New York, United States: Routledge. doi: 10.4324/9780203472125
- Ortega, R. A. O. (2015). Elemental mi querido consultor. Diagnóstico organizacional al estilo Sherlock Holmes. Ciudad de México, México: Grupo Editorial Patria.
- Parada, M. J., Nordqvist, M y Gimeno, A. (2010). Institutionalizing the Family Business: The Role of Professional Associations in Fostering a Change of Values. *Family Business Review*, 24(3), 355-372. doi: 10.1177/0894486510381756
- Reay, T., Pearson, A. W., y Dyer, W. G. (2013). Advising family enterprise: Examining

the role of family firm advisors. *Family Business Review*, 26(3), 209-214. doi: 10.1177/0894486513494277

San Martín, R. J. M., y Duran, E. J. A. (2012). The relationship among family business, corporate governance and firm performance: Evidence from the Mexican stock exchange. *Journal of Family Business Strategy*, 3(2), 106-117. doi: 10.1016/j.jfbs.2012.03.001

San Martín, R. J. M., y Duran, E. J. A. (2017). Radiografía de la empresa familiar en México. San Andrés Cholula, México: Universidad de las Américas Puebla.

Schein, E. H. (1983). The role of the founder in creating organizational culture. *Organizational dynamics*, 12(1), 13-28. doi: 10.1016/0090-2616(83)90023-2

Songini, L. (2006). The professionalization of family firms: theory and practice. In Poutziouris, Smyrniotis y Klein (Eds), *Handbook of Research in Family Business* (pp 269-297).

Stewart, A., y Hitt, M. A. (2012). Why can't a family business be more like a nonfamily business? Modes of professionalization in family firms. *Family Business Review*, 25(1), 58-86. doi: 10.1177/0894486511421665

Strike, V. M. (2012). Advising the family firm: Reviewing the past to build the future. *Family Business Review* 25(2), 156-177. doi: 10.1177/0894486511431257

Su, E. y Dou, J. (2013). How does knowledge sharing among advisors from different disciplines affect the quality of the services provided to the family business client? An investigation from the family business advisor's perspective. *Family Business Review*, 26(3), 256-270. doi: 10.1177/0894486513491978

Swartz, S. (1989). The challenges of multidisciplinary consulting to family-owned businesses. *Family Business Review*, 2(4), 329-339. doi: 10.1111/j.1741-6248.1989.tb00002.x

Vago, M. (1998). Multiple roles in serving families in business. *Family Business Review*, 11(3), 261-266. doi: 10.1111/j.1741-6248.1998.00261.x

Ward, J. L. (1988). The special role of strategic planning for family businesses. *Family Business Review*, 1(2), 105-117. doi: 10.1111/j.1741-6248.1988.00105.x

Ward, J. L. (1990). Should we professionalize family business consulting? A commentary. *Family Business Review*, 3(3), 263-265. doi: 10.1111/j.1741-6248.1990.00263.x

Ward, J. L. (1997). Growing the family business: Special challenges and best practices. *Family Business Review*, 10(4), 323-337. doi: 10.1111/j.1741-6248.1997.00323.x

Yin, R. K. (2017). *Case study Research and applications: design and methods*. Los Angeles, California United States: SAGE Publications.



ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

BIENESTAR ANIMAL EQUINO EN PESEBRERAS Y CRIADEROS DE OCAÑA, ÁBREGO Y RÍO DE ORO

Equine Animal Welfare in Stables and Breeding Farms in Ocaña, Ábrego, and Río de Oro


Johann Fernando Hoyos Patiño¹

 <https://orcid.org/0000-0002-0377-4664>

 Jfhoyosp@ufpso.edu.co

Slendy Yulitza Barbosa Arenas²

 <https://orcid.org/0000-0001-8738-6628>

 sybarbosaa@ufpso.edu.co

Adrian Camilo Sanchez Arias³

 <https://orcid.org/0000-0001-6298-1666>

 acsancheza@ufpso.edu.co

¹Magister Sistemas Sostenibles de Producción, Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, Colombia

Fecha recepción: 1 de Noviembre de 2022 / Fecha Aprobación: 19 de Diciembre 2022 / Fecha Publicación: 31 de Enero 2023

RESUMEN

El bienestar animal en équidos está dejando de ser un tema “solo ético” para consolidarse como un asunto de calidad sanitaria, cumplimiento normativo y sostenibilidad productiva. Esta idea, ampliamente respaldada por estándares internacionales, entiende el bienestar como el estado del animal (salud, comodidad, nutrición, seguridad, posibilidad de expresar comportamientos relevantes y ausencia de dolor/miedo/distrés intenso). En este marco, se evaluó el bienestar animal en sistemas equinos (pesebreras y criaderos) de Ocaña, Ábrego y Río de Oro, con un enfoque mixto y valoración por principios alineada con el protocolo AWIN y con el marco colombiano de la Resolución 136 del 2020. La investigación se soporta en la adopción de lineamientos de bienestar en el sector agropecuario y en la obligación de inspección, vigilancia y control atribuida al ICA en Colombia. A partir de los porcentajes reportados por predio, el estudio abarcó 9 predios y 117 equinos y reportó un desempeño global alto: entre 91,35% y 98,11%, con promedio aritmético 94,98%. En la desagregación por principios, se observa un patrón consistente: buena alimentación (97,22%) y buen comportamiento (99,15%) aparecen cercanos al máximo, mientras que buen alojamiento concentra la mayor variabilidad y el menor promedio (89,35%), sugiriendo

Cómo citar:

Hoyos Patiño, J. F., Barbosa Arenas, S. Y. & Sanchez Arias, A. C. (2023). Bienestar Animal Equino En Pesebreras Y Criaderos De Ocaña, Ábrego Y Río De Oro FAGROPEC, 15 (1), ppt. 88-98. <https://doi.org/10.47847/fagropec.v15n1a5>



Este artículo puede compartirse bajo la Licencia Creative Commons (CC BY 4.0).

Rev. FAGROPEC Vol. 15 Num. 1, enero - junio de 2023

que la infraestructura, confort físico y acceso a condiciones de descanso/pastoreo representan el mayor margen de mejora relativa. En términos aplicados, el estudio propone planes de mejora orientados a agua (contingencia/almacenamiento), adecuación de comederos y bebederos, altura/seguridad de instalaciones, iluminación artificial, áreas de pastoreo/descanso, zona de enfermería, organización de medicamentos y herraje. Estas propuestas son coherentes con la idea de que el bienestar no se limita a prevenir daño, sino a crear oportunidades para estados positivos (“una vida que valga la pena ser vivida”).

Palabras claves:

Bienestar animal; equinos; protocolo AWIN; sistemas de producción; indicadores de bienestar.

ABSTRACT

Equine animal welfare is evolving from a “solely ethical” issue to become a matter of health quality, regulatory compliance, and productive sustainability. This concept, widely supported by international standards, defines welfare as the animal’s state of being (health, comfort, nutrition, safety, ability to express relevant behaviors, and freedom from pain, fear, or severe distress). Within this framework, animal welfare was assessed in equine systems (stalls and breeding facilities) in Ocaña, Ábrego, and Río de Oro, using a mixed-methods approach and a principles-based assessment aligned with the AWIN protocol and the Colombian framework established by Resolution 136 of 2020. The research is grounded in the adoption of welfare guidelines in the agricultural sector and in the obligation for inspection, monitoring, and control assigned to the ICA in Colombia. Based on the percentages reported by farm, the study covered 9 farms and 117 horses and reported high overall performance: between 91.35% and 98.11%, with an arithmetic mean of 94.98%. When broken down by principles, a consistent pattern emerges: good nutrition (97.22%) and good behavior (99.15%) are close to the maximum, while good housing shows the greatest variability and the lowest average (89.35%), suggesting that infrastructure, physical comfort, and access to rest/grazing conditions represent the greatest relative margin for improvement. In practical terms, the study proposes improvement plans focused on water (contingency/storage), the suitability of feeders and waterers, the height/safety of facilities, artificial lighting, grazing/rest areas, a nursing area, and the organization of medications and shoeing. These proposals are consistent with the idea that welfare is not limited to preventing harm, but to creating opportunities for positive states (“a life worth living”).

Keywords:

Animal welfare; horses; AWIN protocol; production systems; welfare indicators.

INTRODUCCIÓN

La ciencia del bienestar animal se apoya en dos pilares complementarios. El primero es normativo: organismos intergubernamentales como la OIE (hoy WOAHA) han construido estándares que definen el bienestar como el estado del animal y subrayan que un buen bienestar requiere prevención de enfermedades, atención veterinaria apropiada, refugio, nutrición, manejo humanitario y un entorno seguro/estimulante (Animalwelfare, 2020; OIE, 2012). El segundo pilar es metodológico: traducir ese marco a protocolos aplicables en campo, comparables entre predios y evaluadores.

En Europa, el programa Welfare Quality® formalizó un enfoque de evaluación por principios y criterios para asegurar comparabilidad y cooperación internacional (Hoyos, et al, 2019; Blokhuis, 2008). Posteriormente, el proyecto AWIN (2011-2015) desarrolló protocolos de evaluación “en granja” basados en indicadores, con énfasis en factibilidad, validez y confiabilidad (AWIN®, 2015; Dalla Costa et al., 2016). En caballos, la estructura se organiza en cuatro principios ampliamente difundidos: buena alimentación, buen alojamiento, buena salud y comportamiento apropiado, operacionalizados mediante criterios e indicadores (Sánchez, et al, 2016; AWIN®, 2015).

En Colombia, el marco legal converge hacia una idea central: los animales son seres sintientes y el tenedor/responsable debe asegurar condiciones mínimas de bienestar (hambre/sed, dolor/malestar, enfermedad por negligencia, miedo/estrés y posibilidad de manifestar conducta natural) (Ley 84 del 27 de 1993; Ley 1774 de 2016). En el sector agropecuario, la Resolución 136 de 2020 adoptó el Manual de condiciones de bienestar animal para especies, incluidas las équidas, y asignó al Instituto Colombiano Agropecuario funciones de inspección, vigilancia y control sobre su cumplimiento (Resolución 153 del 2019; Resolución 136 de 2020).

En ese escenario, el estudio analizado (“Evaluación del bienestar animal en pesebreras y criaderos equinos de Ocaña, Abrego y Río de Oro-Cesar”) se plantea como una experiencia regional de medición aplicada: tomar un protocolo internacional y alinearlos con el marco colombiano para describir condiciones reales de bienestar y proponer mejoras (AWIN®, 2015; Resolución 136, 2020).

METODOLOGÍA

El trabajo base se define como investigación mixta, recolección cualitativa por interacción/observación y cuantitativa mediante la valoración de los principios del protocolo (Zamora, 2019; Monsalve, Velásquez-Carrascal & Hoyos-Patiño, 2021). En términos de muestra, selecciona predios en Ocaña/Ábrego/Río de Oro y explícitamente enuncia un enfoque “No probabilístico por conveniencia”, lo cual debe considerarse al interpretar la generalización de hallazgos.

El proceso de medición se apoya en un diagnóstico inicial de 14 ítems (inventario, hectáreas, número y área de pesebreras, materiales, comederos y bebederos, tipo de

heno/pasto, frecuencia de alimentación, suplementación y condición del agua) (Tabla 1 y 2). En coherencia con AWIN, la evaluación posteriormente se organiza por cuatro principios. (AWIN®, 2015). Además, el documento menciona un comparativo entre Welfare Quality® y AWIN para articularlo con los parámetros de la Resolución 136, y utiliza instrumentos atribuidos a Hoyos-Patiño, et al (2022) como base para parámetros diagnósticos y escalas de valoración.

Tabla 1.
Flujo lógico de evaluación y mejora del bienestar equino.

Etapa del proceso	Descripción	Productos esperados
1. Caracterización del predio y la población equina	Levantamiento de información sobre inventario animal, infraestructura disponible, recursos hídricos, prácticas de manejo y condiciones ambientales.	Línea base contextual del sistema productivo.
2. Diagnóstico inicial	Aplicación de los 14 ítems del estudio mediante observación directa y entrevista al responsable del manejo.	Matriz diagnóstica por ítem y categoría.
3. Valoración por principios de bienestar	Clasificación de los resultados según los cuatro principios: buena alimentación, buen alojamiento, buena salud y comportamiento apropiado.	Puntuaciones por principio de bienestar.
4. Consolidación de resultados	Cálculo de porcentajes de cumplimiento por predio y por principio, integrando los hallazgos del diagnóstico.	Perfil de bienestar del predio.
5. Identificación de brechas	Determinación de los aspectos críticos que requieren intervención, priorizados por impacto y factibilidad.	Listado de brechas priorizadas.
6. Formulación del plan de mejora	Diseño de acciones correctivas y preventivas en agua, infraestructura, salud, manejo y capacitación.	Plan de mejora estructurado.
7. Reevaluación y seguimiento	Comparación con la línea base, verificación de avances y ajustes del plan según resultados.	Informe de seguimiento y actualización del plan.

Fuente: *Elaboración propia a partir del enfoque por indicadores del protocolo AWIN y del marco normativo colombiano (AWIN®, 2015; Resolución 136 de 2020).*

Tabla 2.
Ítems del diagnóstico inicial utilizados en el estudio

Ítem evaluado	Descripción técnica	Tipo de información
Inventario de equinos	Número total de animales, categorías (adultos, jóvenes, potros) y uso productivo.	Cuantitativa – estructural
Hectáreas del predio	Superficie total disponible para actividades productivas y de manejo equino.	Cuantitativa – predial
Número de pesebreras	Cantidad de unidades de alojamiento destinadas a los equinos.	Cuantitativa – infraestructura
Tamaño de la pesebrera (m ²)	Dimensiones internas asignadas por animal.	Cuantitativa – bienestar físico
Área total de la pesebrera (m ²)	Superficie total construida destinada al alojamiento.	Cuantitativa – infraestructura
Material de las instalaciones	Tipo de material predominante en paredes, pisos y techos (madera, cemento, tierra, metálico).	Cualitativa – infraestructura
Material de los comederos	Tipo de material utilizado (plástico, cemento, madera, metálico).	Cualitativa – alimentación
Material de los bebederos	Tipo de material y condiciones de higiene.	Cualitativa – agua y manejo

Tipo de bebedero (automático o manual)	Sistema de suministro de agua disponible para los equinos.	Cualitativa – manejo hídrico
Tipo de heno y pasto fresco	Especies forrajeras ofrecidas y su disponibilidad.	Cualitativa – alimentación
Frecuencia de alimentación	Número de raciones diarias y horarios establecidos.	Cuantitativa – manejo alimentario
Suplementación	Uso de suplementos nutricionales (energéticos, proteicos, minerales).	Cualitativa – nutrición
Disponibilidad y calidad del agua (potable/no potable)	Acceso, potabilidad y continuidad del suministro.	Cualitativa – bienestar básico

Fuente: Autores.

RESULTADOS

El estudio sintetiza sus hallazgos con una tabla de valoración porcentual por predio y por principio. A nivel descriptivo, se evaluaron nueve unidades productivas, con inventarios individuales entre 2 y 35 caballos, para un total de 117 (Tabla 3 y 4).

Tabla 3.
Resultados por predio y principio.

Parámetros	Criadero el Rosario (13)	Criadero la Rosita (19)	Pesebrera el Paisa (35)	Pesebrera la María (7)	Criadero Santa Barbara (6)	Pesebrera Rancho Rey (6)	Villa Victoria (2)	Pesebrera la luisa (25)	Finca Villaleti (4)
Buena Alimentación	100%	91,67%	91,67%	100%	100%	100%	91,67%	100%	100%
Buen Alojamiento	84,62%	80,77%	84,62%	92,31%	86,96%	96,15%	95,65%	86,96%	96,15%
Buena Salud	88,46%	96,43%	96,30%	96,30%	92,86%	96,30%	96,30%	92,86%	92%
Buen Comportamiento	92,31%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Total Cumplimiento	91,35%	92,22%	93,14%	97,15%	94,95%	98,11%	95,90%	94,95%	97,04%

Fuente: Autores.

Tabla 4.
Resumen estadístico derivado de los porcentajes del estudio.

Parámetro	Promedio (%)	Mínimo (%)	Máximo (%)	Desv. est. (%)
Buena Alimentación	97,22	91,67	100,00	4,16
Buen Alojamiento	89,35	80,77	96,15	5,82
Buena Salud	94,20	88,46	96,43	2,83
Buen Comportamiento	99,15	92,31	100,00	2,56
Total Cumplimiento	94,98	91,35	98,11	2,34

Fuente: Autores.

El patrón más relevante es que buen alojamiento concentra el desempeño medio más bajo y la dispersión más alta. Este hallazgo es compatible con literatura AWIN que

enfatisa que un análisis válido y comparable de bienestar requiere indicadores sensibles a condiciones de alojamiento y manejo (Dalla Costa et al., 2017) (Tabla 5).

Tabla 5.
Planes de mejora reportados por el estudio

Pesebrera y Criadero	Punto a mejorar	Plan de mejora
"Pesebrera el Paisa", "Pesebrera la María", "Pesebrera Santa Barbara", "Pesebrera Rancho Rey" y "Pesebrera la Luisa"	Buena alimentación	Establecer planes de contingencia para el almacenamiento de agua.
"Pesebrera villa victoria"	Buena alimentación	Los bebederos y comederos se deben crear a la altura del pecho de los animales (anexo 19)
"Pesebrera el Paisa", "Pesebrera la María", "Pesebrera Santa Barbara", "Pesebrera Rancho Rey" y "Pesebrera la Luisa"	Buen alojamiento	Diseñar las instalaciones de los equinos con la altura requerida cuando se levanten en los miembros posteriores (anexo 20) / Establecer luz artificial durante la noche (anexo 21) / Los equinos necesitan área de pastoreo o descanso.
"Criadero el Paisa", "Pesebrera Villa victoria", "Pesebrera San...ebrera la Luisa", "Finca Villaleti" y el "Criadero el Rosario".	Buena salud	Construir zona de enfermería para aislar y tratar a los animales enfermos o lesionados / El lugar donde se almacenan los medicamentos debe ser limpiado y organizado (anexo 22) / Realizar procedimiento de herraje mínimo una vez al mes (anexo 23).
"Criadero el Rosario"	Buen comportamiento	Las instalaciones tienen que estar edificadas de tal forma que los equinos puedan socializar.

Fuente: Autores.

DISCUSIÓN

Interpretación científica de los hallazgos

La lectura del estudio cobra mayor valor si se conecta con el debate técnico sobre cómo medir bienestar. AWIN fue diseñado para operacionalizar indicadores con criterios de validez, confiabilidad y factibilidad en campo (Oliveira, et al, 2022; AWIN®, 2015; Dalla Costa et al., 2016). En caballos, varias revisiones han insistido en que los indicadores deben discriminar adecuadamente problemas crónicos (lesiones, dolor, conductas anormales, apatía/agresividad, entre otros), evitando evaluaciones falsamente "altas" por uso de variables poco sensibles (Lesimple, 2020; Moretti & Perrone, 2020).

Desde esa óptica, el "techo" observado en buena alimentación y buen comportamiento (valores frecuentes en 100%) podría tener dos lecturas no excluyentes:

1. En varios predios puede existir un manejo efectivo de la ración y del comportamiento observable (por ejemplo, ausencia de signos evidentes durante la visita) (Pavo, 2020; Ventura, 2018).
2. La evaluación podría estar captando preferentemente indicadores de fácil verificación y menor sensibilidad ante problemas intermitentes o sutiles, especialmente en conducta (por ejemplo, estereotipias o frustración que no aparecen en ventanas cortas). Esta

limitación es ampliamente discutida en protocolos de bienestar equino (Dalla Costa et al., 2017; Lesimple, 2020).

En contraste, el desempeño relativamente menor en alojamiento concuerda con un hecho práctico: el bienestar equino depende de la interacción entre infraestructura (dimensiones, ventilación, materiales), oportunidad de movimiento, socialización y condiciones de descanso. Estas dimensiones suelen ser más costosas y difíciles de optimizar de manera uniforme, y por eso emergen como brechas al comparar predios (Dalla Costa et al., 2016).

Convergencia con el marco colombiano

El mérito aplicado del estudio es su acercamiento “puente” entre estándares internacionales y regulación nacional. La Resolución 136 de 2020 en Colombia adoptó el manual para especies de producción (incluidas las équidas), fijó el ámbito de aplicación para propietarios/tenedores y asignó al ICA la inspección, vigilancia y control, además de establecer plazos de transitoriedad (Resolución 136 de 2020). Esa convergencia se refuerza por la obligación general de bienestar mínima establecida por la Ley 1774 de 2016 (Ley 1774 de 2016).

De hecho, la política pública tiende a demandar metodologías verificables. En enero de 2023, el ICA comunicó el diseño de una metodología para evaluar bienestar animal en predios de producción de équidos en Colombia, lo cual sugiere una tendencia institucional hacia la estandarización de auditorías y seguimiento (ICA, 2023).

Limitaciones y oportunidades de fortalecimiento

El propio manuscrito declara muestreo por conveniencia, de manera que sus resultados son altamente útiles como línea base regional, pero exigen cautela al extrapolar. Además, no se especifican con detalle aspectos críticos para la robustez de la medición (entrenamiento de evaluadores, confiabilidad interobservador, duración/estandarización de observaciones conductuales y reglas completas de ponderación) (Tabla 6). Estos elementos son centrales en la literatura AWIN para producir datos comparables entre áreas y evaluadores (Dalla Costa et al., 2017).

Tabla 6.
Comparación analítica: método, limitaciones e implicaciones.

Dimensión	Enfoque del estudio	Fortalezas	Limitaciones	Implicación práctica
Diseño	Investigación mixta; visita diagnóstica y valoración por principios	Integra observación y calificación por principios	Muestra “No probabilístico por conveniencia” (generalización limitada)	Útil como diagnóstico aplicado para planes de mejora prediales
Instrumentos	Diagnóstico (14 ítems) + valoración por principios AWIN	Traduce bienestar a checklist y porcentajes por predio	Ponderaciones/umbrales completos: no especificados	Recomendable documentar reglas de cálculo y criterios de corte

Resultados	9 predios; 117 equinos; altos porcentajes globales	Comparabilidad predio a predio	Efecto techo en algunos principios; sensibilidad conductual: no especificados	Incorporar indicadores conductuales y de dolor con protocolos más detallados
Marco normativo	Alineación con Resolución 136/2020	Relevancia para cumplimiento y auditoría	Evidencia de seguimiento longitudinal: no especificados	Implementar reevaluación periódica y trazabilidad de mejoras
Plan de mejora	Agua, infraestructura, salud, socialización	Acciones concretas y verificables	Costos, responsables, cronograma: no especificados	Estructurar el plan en un programa medible mediante indicadores claros y soportado con evidencia verificable.

Fuente: Elaboración propia con base en el documento base y literatura AWIN/OIE

Conexión con producción científica regional

El texto se inserta en un esfuerzo regional de adopción de protocolos y construcción de instrumentos diagnósticos. En particular, trabajos de Johann Fernando Hoyos-Patiño y colaboradores han aplicado Welfare Quality® en criaderos equinos y han propuesto herramientas diagnósticas asociadas a la Resolución 136 (Hoyos-Patiño, Bermudez-Gutierrez, Hernández Villamizar & Velásquez Carrascal, 2019; Hoyos-Patiño, Hernández-Villamizar, & Velásquez-Carrascal, 2021; Hoyos, Velásquez & Hernández, 2020).

CONCLUSIONES

El estudio revisado constituye una evidencia aplicada de que la evaluación de bienestar equino en predios de Colombia puede operacionalizarse mediante principios y porcentajes comparables, alineando marcos internacionales (AWIN/Welfare Quality®) con la normativa nacional.

Con base en los resultados reportados, los nueve predios alcanzan niveles altos de cumplimiento global (91,35%-98,11%; promedio 94,98% calculado), pero el componente de alojamiento muestra la mayor dispersión y el menor desempeño promedio, sugiriendo que las inversiones y ajustes en infraestructura, confort y acceso a descanso/pastoreo constituyen el principal campo de mejora técnica.

Para consolidar la utilidad del diagnóstico en términos científicos y regulatorios, la principal recomendación estructural es migrar de un proceso transversal a un ciclo documentado de evaluación-intervención-reevaluación, con reglas de cálculo explícitas, evidencia verificable y seguimiento longitudinal, tal como enfatiza la literatura AWIN para asegurar comparabilidad y orientar mejoras reales de calidad de vida.

BIBLIOGRAFÍA

Animalwelfare (2020). WELFARE QUALITY Y AWIN. Obtenido de: <https://www.animalwelfare.com/es/bienestar-animal/welfare-quality/#:~:text=El%20proyecto%20europeo%20Animal%20Welfare,modo%20ideal%20de%20mejorar%20su>

- AWIN® (2015). Awin protocolo de evaluación del bienestar caballos. <https://air.unimi.it/retrieve/handle/2434/269097/384836/AWINProtocolHorses.pdf>
- Blokhuis, H. J. (2008). International cooperation in animal welfare: the Welfare Quality® project. *Acta veterinaria scandinavica*, 50(1), 1-5. <https://link.springer.com/article/10.1186/1751-0147-50-S1-S10>
- Dalla Costa, E., Dai, F., Lebelt, D., Scholz, P., Barbieri, S., Canali, E., ... Minero, M. (2016). Welfare assessment of horses: the AWIN approach. *Animal Welfare*, 25(4), 481–488. doi:10.7120/09627286.25.4.481
- Dalla Costa, E., Dai, F., Lebelt, D., Scholz, P., Barbieri, S., Canali, E., & Minero, M. (2017). Initial outcomes of a harmonized approach to collect welfare data in sport and leisure horses. *Animal*, 11(2), 254–260. <https://doi.org/10.1017/S1751731116001452>
- El Congreso de Colombia (1993). Ley 84 del 27 de diciembre de 1993. Por la cual se adopta el Estatuto Nacional de Protección de los Animales y se crean unas contravenciones y se regula lo referente a su procedimiento y competencia. https://www.dnp.gov.co/programas/justicia-seguridad-y-gobierno/Documents/ANEXO%20_LEY%2084%20DE%201989.pdf
- Hoyos-Patiño J. F, Hernández-Villamizar D. A, Velásquez-Carrascal B. L. (2021a). Condiciones de bienestar en sistemas de producción animal. *Agrozoonas ISSN 2745-0058*. Vol. 1. N. 1 Pág 18-21. Editor Programa Zootecnia UFPSO. SNIES: 53753. Recuperado de: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4182002
- Hoyos-Patiño, J. F., Bermúdez-Gutiérrez, E., Hernández-Villamizar, D. A., & Velásquez-Carrascal, B. L. (2019). Aplicación del protocolo Welfare Quality® en criaderos equinos para determinar el grado de bienestar animal. *Mundo Fesc*, 9(18), 24-30. <https://www.fesc.edu.co/Revistas/OJS/index.php/mundofesc/article/view/444>
- Hoyos-Patiño, J. F., Galvis-Flórez, A. G. F., Hernández-Villamizar, D. A., & Velásquez-Carrascal, L. (2022). PROPUESTA DE VALORACIÓN DIAGNÓSTICA DE BIENESTAR ANIMAL EN EQUINOS (Resolución 136 del 2020). Available at SSRN 4256157. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4256157
- Hoyos, J., Velásquez, B & Hernández, D (2020). Indicadores de bienestar animal en equinos. *researchgate*. https://www.researchgate.net/publication/361820400_Indicadores_de_bienestar_animal_en_equinos
- Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). (2023). Se evaluará el bienestar animal de los équidos en Colombia. <https://www.ica.gov.co/noticias/se-evaluara-el-bienestar-animal-de-los-equidos-en>
- Lesimple, C. (2020). Indicators of horse welfare: State-of-the-art. *Animals*, 10(2), 294. <https://doi.org/10.3390/ani10020294>

- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (2019). Resolución 153 del 16 de mayo del 2019. Por el cual se crea y se reglamenta el consejo nacional de bienestar animal y el comité técnico nacional de bienestar animal. <https://www.minagricultura.gov.co/Normatividad/Resoluciones/RESOLUCI%C3%93N%20000153%20DE%202019.pdf>
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (2020). Resolución 136 del 2020. Por el cual se adopta el manual de condiciones de bienestar animal propias de cada una de las especies de producción en el sector agropecuario para las especies équidas, porcinas, ovinas y caprinas. <https://www.ica.gov.co/areas/pecuaria/servicios/inocuidad-en-las-cadenas-agroalimentarias/bienestar-animal/resol-136-por-la-cual-se-adopta-el-manual-de-c-2.aspx>
- Ministerio de Justicia y del Derecho (2016), Ley 1774 del 06 de enero del 2016. por medio de la cual se modifican el Código Civil, la Ley 84 de 1989, el Código Penal, el Código de Procedimiento Penal y se dictan otras disposiciones. <https://www.suin-juriscal.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Leyes/30019637>
- Monsalve, E. J. B., Velásquez-Carrasca, B. L., & Hoyos-Patiño, J. F. (2021). Contemporaneidad de las corrientes del pensamiento en los paradigmas de investigación. *Aglala*, 12(S1), 163-181. <https://revistas.curn.edu.co/index.php/aglala/article/view/2128>
- Moretti & Perrone (2020). El bienestar animal en equinos según el modelo IPAE. Obtenido de: <http://www.fundaciondasein.org.ar/articulos/El%20bienestar%20animal%20en%20equinos%20seg%C3%93n%20el%20modelo%20IPAE.pdf>
- Oliveira Lopes, F., Rosa, M. V. D., Ferrer, D. M. V., de Mattos Guttmann, P., da Silva, R. S. T., & Martins, A. V. (2022). UTILIZAÇÃO DA ESCALA DE AWIN PARA AVALIAÇÃO DE BEM-ESTAR EM EQUINOS ESTABULADOS. *Revista de Medicina Veterinária do UNIFESO*, 2(01). Obtenido de. <https://revista.unifeso.edu.br/index.php/revistaveterinaria/article/view/3060>
- Pavo (2020). Camas de caballos: confort y salud. Obtenido de: <https://www.pavo-horsefood.es/blog/camas-de-caballos-confort-y-salud/136#:~:text=La%20cama%20debe%20aportar%20el,no%20duermen%20no%20est%C3%A1n%20bien.>
- Sánchez, S., Muños, P., Penedo, B & Pla, V. (2016). Evaluación del bienestar en potros y caballos jóvenes del Centro Militar de Cría Caballar de Écija (Sevilla). *Scielo*. <https://scielo.isciii.es/pdf/sm/v72n2/original2.pdf>
- Ventura, L. (2018). La libertad como base del bienestar equino. Obtenido de: <https://www.equisens.es/doma-natural/la-libertad-base-del-bienestar-equino/>
- World Organisation for Animal Health (OIE). (2012). Introduction to the recommendations

for animal welfare (Chapter 7.1). En Terrestrial Animal Health Code. https://www.woah.org/fileadmin/Home/eng/International_Standard_Setting/docs/pdf/A_Update__2012_Chapter_7_1_Introduction_Welfare.pdf

Zamora, L. R. V. (2019). Enfoques y diseños de investigación social: cuantitativos, cualitativos y mixtos. *Educación Superior*, 18(27), 96-99. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7023094>



DESCONEXIÓN ENTRE PRECIOS Y PRODUCCIÓN EN EL SECTOR AGUACATERO: EVIDENCIA DE COMPETITIVIDAD ESTRUCTURAL EN QUERÉTARO (1990–2020)

Disconnect Between Prices and Production in the Avocado Sector: Evidence of Structural Competitiveness in Querétaro (1990–2020)

Juan Alberto Solís Lozano¹

 <https://orcid.org/0000-0001-5429-9616>

 solislozanojuanalberto@gmail.com

¹Doctor en Administración, profesor de la Universidad Autónoma de Querétaro

Fecha recepción: 7 de Octubre de 2022 / Fecha Aprobación: 5 de Diciembre 2022 / Fecha Publicación: 31 de Enero 2023

RESUMEN

Objetivo: analizar la dinámica productiva del aguacate en el estado de Querétaro durante el periodo comprendido entre 1990 y 2020. Metodología: se adoptó un enfoque cuantitativo con alcance correlacional, mediante el análisis de tres variables: valor por tonelada, volumen de producción (toneladas) y productividad (toneladas por hectárea). Se emplearon estadísticos descriptivos y el coeficiente de correlación de Pearson. El procesamiento de los datos se realizó mediante el software SPSS-26, lo que garantizó la consistencia de los resultados y la comparabilidad entre las variables analizadas. Resultados: los resultados evidencian una alta variabilidad en el valor por tonelada, caracterizada por asimetría positiva y la presencia de valores extremos a lo largo del periodo analizado. Esto sugiere que el precio no depende exclusivamente del rendimiento productivo, sino también de factores externos como la demanda internacional, el posicionamiento en el mercado y las estrategias de comercialización. Asimismo, se identifica una desconexión entre las señales del mercado y la dinámica productiva, ya que el sistema de producción no responde de manera significativa a los cambios en los precios. Conclusión: lo anterior implica que el volumen producido resulta insuficiente para ajustarse a la demanda del mercado, lo que limita la expansión y consolidación del sector.

Palabras claves:

Agronegocios, competitividad, dinámicas de mercado, producción

Cómo citar:

Solís Lozano, J. A. (2023). Desconexión entre precios y producción en el sector aguacatero: evidencia de competitividad estructural en Querétaro (1990–2020). FAGROPEC, 15 (1), ppt. 99-114. <https://doi.org/10.47847/fagropec.v15n1a6>



Este artículo puede compartirse bajo la Licencia Creative Commons (CC BY 4.0).

ABSTRACT

This study aims to analyze the productive dynamics of the avocado sector in the state of Querétaro during the period 1990–2020. Methodology: A quantitative approach with a correlational scope was adopted, analyzing three variables: value per ton, production volume (tons), and productivity (tons per hectare). Descriptive statistics and Pearson's correlation coefficient were applied. Data processing was conducted using SPSS-26 software, ensuring the consistency of the results and comparability among the analyzed variables. Results: The findings reveal high variability in the value per ton, characterized by positive skewness and the presence of extreme values throughout the study period. This suggests that price does not depend exclusively on productive performance but is also influenced by external factors such as international demand, market positioning, and commercialization strategies. Additionally, the results indicate a disconnect between market signals and productive dynamics, as the production system does not respond significantly to price changes. Conclusion: This implies that production levels are insufficient to meet market demand, thereby limiting the expansion and consolidation of the sector.

Keywords:

Agribusiness, competitiveness, market dynamics, production

INTRODUCCIÓN

La competitividad estructural se ha consolidado como un enfoque analítico que permite comprender el desempeño de los sistemas productivos más allá de las dinámicas de precios, al enfatizar el papel de los factores internos como la productividad, la tecnología, la organización y los vínculos institucionales (Estrada et al., 2013). Desde esta perspectiva, la capacidad de un sector para crecer y posicionarse en el mercado no depende exclusivamente de las fluctuaciones de la oferta y la demanda, sino de sus condiciones estructurales, que determinan su eficiencia y su capacidad de respuesta en el tiempo (Botero Pinzón, 2014).

En este marco, la presente investigación analiza la relación entre el precio y la producción en el sector aguacatero del Estado de Querétaro durante el periodo 1990–2020, con el objeto de analizar la dinámica productiva responde a incentivos de mercado o, por el contrario, a factores internos asociados a la estructura productiva. Este planteamiento resulta central, ya que permite contrastar los supuestos de la teoría económica convencional (Mankiw, 2012) —donde se espera que la oferta responda positivamente a los incrementos en los precios— con la evidencia empírica observada en el sector.

Desde el enfoque de Michael Porter en Michaux & Cadiat (2016), la competitividad se fundamenta en la productividad y en la capacidad de los sistemas productivos para generar ventajas sostenibles a partir de sus condiciones internas. De manera complementaria, la teoría de recursos y capacidades de Barney et al. (2011) sostiene que el desempeño competitivo depende de la gestión eficiente de los recursos disponibles. Asimismo, el enfoque estructuralista de Prebisch & Cabañas (1949) y Prebisch (1967) permite comprender la existencia de rigideces productivas que limitan la capacidad de respuesta de la oferta frente a las señales del mercado.

En el caso del estado de Querétaro, el sector aguacatero se desarrolla en un contexto económico caracterizado por la diversificación productiva y la predominancia del sector industrial, lo que ha limitado su consolidación como actividad estratégica. A diferencia de entidades como Michoacán, donde el aguacate constituye un eje central de crecimiento y competitividad, en Querétaro este cultivo se mantiene como una actividad secundaria, con una participación reducida en términos de superficie, volumen y posicionamiento en el mercado.

Bajo estas condiciones, la investigación parte de la hipótesis de que la competitividad del sector aguacatero en Querétaro es de carácter estructural, es decir, que su desempeño está determinado principalmente por factores internos y no por las variaciones en el precio. Esta hipótesis se sustenta en la evidencia empírica obtenida, la cual muestra que el volumen de producción mantiene una relación positiva y significativa con la productividad (toneladas por hectárea), mientras que no presenta una relación estadísticamente significativa con el precio. Asimismo, el comportamiento del valor por tonelada evidencia una tendencia creciente con alta volatilidad, sin generar una respuesta proporcional en la producción.

Estos resultados permiten identificar una desconexión entre las señales del mercado y la dinámica productiva, lo que sugiere la presencia de rigideces estructurales que limitan la capacidad de ajuste del sector. En este sentido, la producción no responde a los incentivos de precios, sino a las condiciones internas del sistema productivo, particularmente a su nivel de eficiencia. Esto implica que la competitividad del aguacate en Querétaro no se basa en ventajas de mercado, sino en su estructura productiva, la cual, aunque presenta ciertos niveles de eficiencia, no ha logrado consolidarse en términos de expansión y posicionamiento.

A pesar de estas limitaciones, el análisis del sector resulta relevante, ya que permite comprender el papel de sistemas productivos de menor escala dentro de un contexto nacional dominado por grandes productores. En este sentido, Querétaro podría desempeñar una función complementaria en el mercado interno, particularmente en escenarios de desabasto derivados de la orientación exportadora de entidades líderes.

En conjunto, el estudio no solo aporta evidencia empírica sobre la dinámica del sector aguacatero en Querétaro, sino que contribuye al debate teórico al mostrar que, en determinados contextos, la competitividad se encuentra condicionada por factores estructurales internos, más que por las señales del mercado, lo que redefine la forma en que se interpretan los procesos productivos en economías regionales (Sangerman-Jarquín et al., 2014; Franco Sánchez et al., 2018).

METODOLOGÍA

La presente investigación adopta un enfoque cuantitativo de carácter descriptivo con alcance correlacional, con el objetivo de analizar la dinámica productiva del aguacate en el Estado de Querétaro durante el periodo comprendido entre 1990 y 2020. El diseño metodológico es no experimental y longitudinal, ya que se examinan variables a lo largo del tiempo sin manipulación directa, intervención o control por parte del investigador. La información utilizada corresponde a datos de carácter secundario, provenientes de registros históricos sobre volumen de producción (toneladas), rendimiento (toneladas por hectárea) y valor por tonelada (SENASICA, 2021).

1. En una primera etapa, se realizó un análisis descriptivo, mediante el cálculo de estadísticos básicos, incluyendo medidas de tendencia central, dispersión y forma, con el fin de identificar el comportamiento general de las variables. Asimismo, se llevó a cabo un análisis gráfico que permitió observar tendencias, niveles de volatilidad y posibles cambios estructurales en las series.
2. Posteriormente, se aplicó el coeficiente de correlación de Pearson, con el propósito de evaluar la relación entre el volumen de producción, la productividad y el precio. Este análisis permitió determinar la significancia estadística de dichas relaciones, así como su dirección e intensidad.
3. El procesamiento de los datos se realizó mediante el software SPSS-26, lo que

garantizó la consistencia de los resultados y la comparabilidad entre las variables analizadas. La información se presentó a través de tablas e histogramas. En conjunto, la estrategia metodológica integró el análisis descriptivo y relacional, permitiendo interpretar los resultados desde el enfoque teórico de la competitividad desarrollada por Barney (1991).

El caso de estudio: corresponde al estado de Querétaro, seleccionado debido a la escasa literatura existente sobre el comportamiento del sector aguacatero en esta entidad. A pesar de que su participación en la producción nacional no es significativa, resulta relevante analizar su dinámica productiva para comprender sus limitaciones y potencialidades. Esto adquiere mayor importancia considerando que México es el principal exportador de aguacate a nivel mundial. En este sentido, el análisis del caso permite identificar factores que explican su desempeño y contribuye a ampliar la discusión académica sobre la competitividad del sector según Arias et al. (2018), Sánchez Valdés et al. (2021) y Cruz-López et al. (2022).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se analizan las variables: volumen de producción en toneladas, toneladas por hectáreas y valor por tonelada.

Contexto general de la producción en Querétaro

La producción de aguacate en el estado de Querétaro no constituye el producto insignia ni el más representativo. No obstante, no ha tenido un nivel relevante de participación pese a su limitada superficie. Para el periodo de análisis, en 1990 se registraban 255 hectáreas sembradas, mientras que para el año 2020 la superficie se redujo a 175 hectáreas, lo que representó una disminución aproximada del 31.4% (SENASICA, 2021). Esta reducción indica que el cultivo de aguacate no ha tenido un avance significativo en términos de superficie dentro del Estado de Querétaro. Esto se explica, según Silva Lira (2003) y Llano (2014), porque el territorio se ha especializado principalmente en la industria manufacturera y la agroindustria, lo cual está relacionado con las condiciones económicas y de competitividad del estado, orientadas hacia procesos de transformación de materias primas y actividades vinculadas al *nearshoring*. En consecuencia, el aguacate no ha experimentado un crecimiento sostenido en superficie cultivada. En contraste, el Estado de Michoacán muestra una dinámica completamente distinta. En 1990 contaba con 58,798 hectáreas sembradas de aguacate, mientras que para el año 2020 alcanzó 169,393 hectáreas, lo que representa un crecimiento aproximado del 188%. Esto evidencia que la producción se ha intensificado y ha mantenido una tendencia de crecimiento continuo.

A diferencia de Querétaro, Michoacán presenta altos niveles de competitividad en dicho producto, lo que le ha permitido consolidarse como el principal productor de aguacate. Esta diferencia responde a la especialización territorial de la que habla Quinhoes (2005), donde cada estado orienta su estructura productiva hacia sectores específicos. En el

caso de Michoacán, el aguacate se ha mantenido como una estrategia económica clave y un producto de vanguardia en el comercio exterior, especialmente en el mercado estadounidense.

Análisis descriptivo

Los estadísticos descriptivos analizados evidencian una complejidad en la producción de aguacate en el Estado de Querétaro, donde se observan dinámicas productivas relativamente inestables a lo largo del periodo de estudio (Tabla 1). Existen varios elementos relevantes que deben considerarse, particularmente en la dimensión técnica y en la valoración económica del producto dentro del estado, el cual no representa un cultivo estratégico dentro del sistema productivo, sino más bien una actividad secundaria en el modelo de agronegocios de Querétaro.

Tabla 1.
Estadísticos descriptivos

Variables	Pruebas estadísticas	Estadístico	Error estándar	
WVolumen de producción en toneladas	Media	351.8529	24.92071	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	300.9580	
		Límite superior	402.7478	
	Media recortada al 5%	336.9208		
	Mediana	320.8000		
	Varianza	19252.292		
	Desviación estándar	138.75263		
	Mínimo	183.00		
	Máximo	864.00		
	Rango	681.00		
	Rango intercuartil	100.64		
	Asimetría	2.071	.421	
	Curtosis	5.477	.821	
	Toneladas por hectáreas	Media	3.4052	.14751
95% de intervalo de confianza para la media		Límite inferior	3.1039	
		Límite superior	3.7064	
Media recortada al 5%		3.3849		
Mediana		3.3900		
Varianza		.675		
Desviación estándar		.82132		
Mínimo		1.85		
Máximo		5.53		
Rango		3.68		
Rango intercuartil		1.08		
Asimetría		.491	.421	
Curtosis		.435	.821	

	Media	210.923.200,1935	23.645.137,45162
95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	162.633.387,2506	
	Límite superior	259.213.013,1365	
	Media recortada al 5%	199.345.840,2509	
	Mediana	177.073.325,0000	
	Varianza	17331868278293180.000	
Valor por tonelada	Desviación estándar	131.650.553,65737	
	Mínimo	60.247.200,00	
	Máximo	592.357.649,00	
	Rango	532.110.449,00	
	Rango intercuartil	123.488.076,00	
	Asimetría	1.470	.421
	Curtosis	2.023	.821

Fuente: elaboración propia

En primer lugar, el volumen de producción se presenta como disperso, con una asimetría positiva y una curtosis elevada. Esto indica un comportamiento irregular, donde los picos productivos se concentran en determinados periodos del análisis (1990–2000). En este sentido, la producción no sigue una trayectoria lineal ni constante, ni tampoco homogénea, sino que está influenciada por factores externos que afectan su estabilidad, tales como las condiciones climáticas, las técnicas de manejo de los cultivos y la disponibilidad de agua, siendo este último un factor crítico en el Estado de Querétaro.

Por otro lado, el rendimiento por hectárea muestra una mayor estabilidad, con baja dispersión y una distribución cercana a la normalidad. Desde el punto de vista técnico, esto refleja una eficiencia productiva, lo cual constituye un elemento clave en términos de competitividad. Sin embargo, como se mencionó anteriormente, el estado no cuenta con grandes extensiones destinadas al cultivo de aguacate, por lo que, aunque el volumen total fluctúa, la productividad del sistema en términos de uso del suelo no se traduce en una expansión significativa del cultivo.

En cuanto al valor por tonelada, se observa una alta variabilidad, evidenciada por su asimetría positiva y la presencia de valores extremos entre los periodos analizados. Esto sugiere que el valor no depende exclusivamente del rendimiento productivo, sino de factores externos como la demanda internacional, el posicionamiento del producto en los mercados y las estrategias de comercialización. Asimismo, puede reflejar limitaciones en las estrategias de mercado a nivel estatal, así como en los mecanismos de fijación de precios, lo que incide en que Querétaro no logre un crecimiento sostenido como otros estados.

En este contexto, estados como Michoacán muestran una clara consolidación productiva, mientras que Hidalgo presenta un crecimiento relevante. En Hidalgo, se registraban aproximadamente 400 hectáreas sembradas en 1990 y 894 hectáreas en el año 2000, lo que representa un crecimiento cercano al 123.5 % (SENASICA, 2021). Esto evidencia

una expansión más dinámica en comparación con Querétaro. Por su parte, Estados como Guanajuato y San Luis Potosí, colindantes con Querétaro, presentan superficies productivas similares, lo que sugiere estructuras productivas regionales comparables dentro de esta matriz, hablan que el aguacate es un agronegocio secundario. En conjunto, estos resultados permiten identificar que la ventaja competitiva no está determinada por la estabilidad productiva, sino por la capacidad de inserción del aguacate queretano en el mercado nacional, así como por la especialización territorial y la orientación de la política económica estatal, que ha priorizado sectores como la manufactura y la agroindustria.

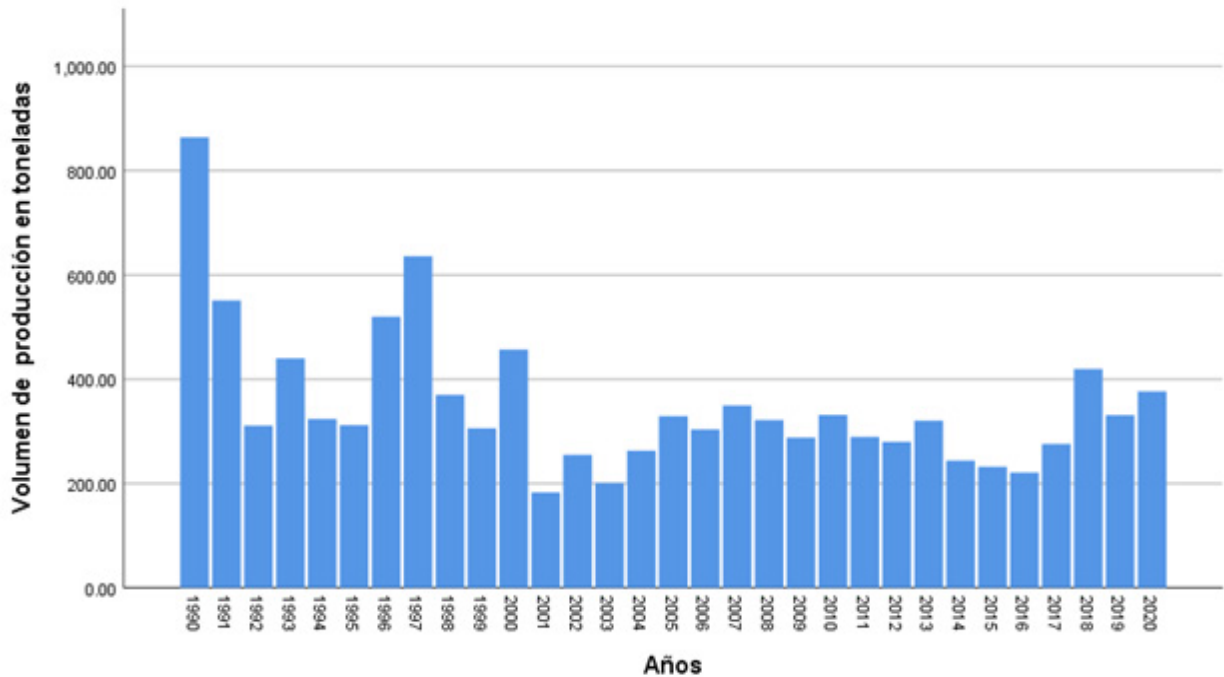
En materia de competitividad, y de acuerdo con los planteamientos de Barney et al. (2011), esto evidencia niveles de vulnerabilidad en un producto que ocupa un lugar secundario dentro de la estructura económica estatal, sin lograr consolidar una estrategia suficientemente sólida para competir en el mercado nacional o trascender hacia mercados internacionales. En este sentido, el estado no logra competir con entidades como Michoacán ni alcanzar niveles de expansión comparables con Hidalgo, especialmente en términos de superficie cultivada y posicionamiento productivo.

Volumen de producción en toneladas

En cuanto a la figura 1, se observa el comportamiento de la variable volumen de producción entre 1990 y 2020, donde se identifican niveles relativamente altos al inicio del periodo, con un pico cercano a las 850 toneladas, seguido de una caída significativa en los años posteriores. Este comportamiento sugiere una falta de estabilidad estructural en materia económica del estado, así como limitaciones en los lineamientos de competitividad y en la inversión dentro del sector aguacatero en Querétaro, según Sánchez Valdés et al. (2021). Durante la segunda mitad de la década de los noventa se presentan fluctuaciones marcadas, lo que refuerza la idea de que existía un modelo de negocio más bien experimental, orientado a intentar consolidarse en el mercado nacional cabe decir que aquí surge un elemento emergente como el cuidado al ambiente y la sustentabilidad en materia de los recursos naturales como expone Cardona Castaño et al. (2021) y Castaño (2021). A partir del año 2000 se observa una tendencia distinta: tras la caída de finales de los noventa, la producción muestra ciertos niveles de estabilización, oscilando aproximadamente entre 200 y 250 toneladas.

Posteriormente, se identifica una leve recuperación, aunque no alcanza los niveles observados en la década de los noventa. Esto puede explicarse, desde la competitividad, por factores relacionados con la planificación del agronegocio, que implica políticas capaces de consolidar y fortalecer el producto, así como por las condiciones del territorio para soportar los ciclos de oferta y demanda asociados al mercado. De esta forma, la capacidad de resistir la volatilidad del comercio, tanto interno como externo, resulta limitada. En este sentido, se evidencia una estructura productiva débil, que no ha logrado alcanzar niveles sólidos de competitividad, a pesar de que el estado presenta ciertas condiciones para desarrollarla.

Figura 1.
Volumen de producción en toneladas (1990-2020).



Fuente elaboración propia con datos obtenidos en SENASICA (2021).

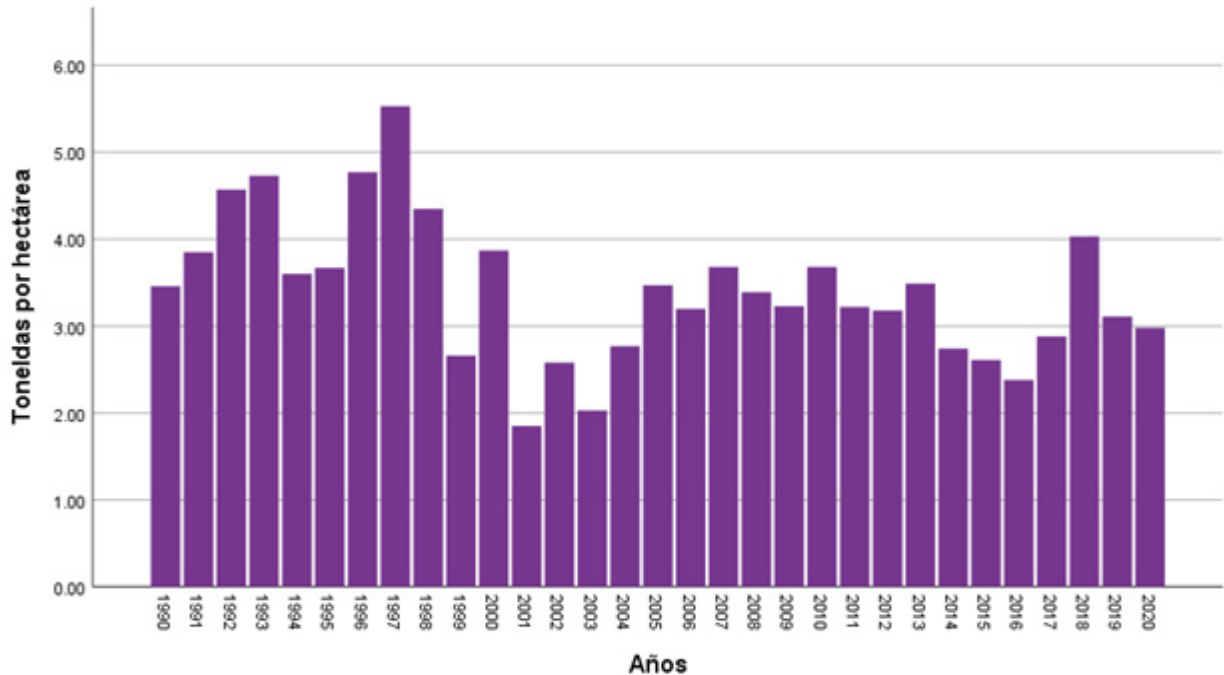
Toneladas por hectáreas

En cuanto a la variable de toneladas por hectárea, se observa que hacia 2020 el panorama muestra una reducción significativa cercana al 32 %. En 1990 se inicia con niveles considerables que se incrementan hasta 1993; posteriormente se presentan descensos, aunque se alcanza un pico máximo de rendimiento cercano a 5.5 toneladas por hectárea, un valor relativamente alto en 1997 (Figura 2). A partir de 1998 y hasta 2003 se registra una caída continua, seguida de una leve recuperación que alcanza aproximadamente 3.5 toneladas por hectárea en 2007. Desde ese punto y desde la visión Romo et al. (2020), se presenta un periodo de relativa estabilización, para luego caer en 2016, recuperarse ligeramente y volver a disminuir en 2020, situación que puede asociarse al contexto de la pandemia.

En términos generales, el comportamiento del rendimiento por hectárea en el Estado de Querétaro es heterogéneo. Esto puede explicarse por varios factores. En primer lugar, el cultivo de aguacate en su estado adulto, según Rawleigh (2022), requiere una alta disponibilidad de agua en promedio 200 litro semanales, recurso del cual el estado presenta limitaciones. En segundo lugar, la planificación del sistema productivo es limitada, ya que el aguacate se mantiene como un cultivo secundario frente a otras actividades económicas y productos con mayor relevancia, como el nopal o las rosas.

En tercer lugar, influyen factores como el cambio climático y la aparición de plagas, que afectan directamente el sistema productivo, sumados a la escasez de agua.

Figura 2.
Toneladas por hectárea.



Fuente elaboración propia con datos obtenidos en SENASICA (2021).

Otro elemento importante es la baja escala de producción, lo que limita la capacidad de responder a la demanda internacional, dominada principalmente por otros estados. Querétaro podría insertarse en el mercado a nivel nacional; sin embargo, sus niveles productivos no son suficientes para competir en mayor escala. Según Franco Sánchez et al. (2018), esto también se relaciona con la falta de tecnificación y de una planificación estratégica por parte de las instituciones gubernamentales, lo que restringe la inversión, la priorización territorial y el desarrollo de zonas aptas para el cultivo. En este sentido, la planeación estratégica resulta fundamental para mejorar las condiciones productivas y fortalecer el sector.

Valor por tonelada

En cuanto a la variable de precio por tonelada, se observa una tendencia creciente a lo largo del periodo, aunque acompañada de alta volatilidad. Asimismo, se identifican rupturas estructurales, particularmente entre 2013 y 2020, donde el precio presenta un cambio significativo en su comportamiento. Este patrón sugiere que la serie no sigue una dinámica estable, lo cual puede explicarse por la volatilidad del mercado internacional, así como por choques externos que afectaron las cadenas productivas y logísticas, como

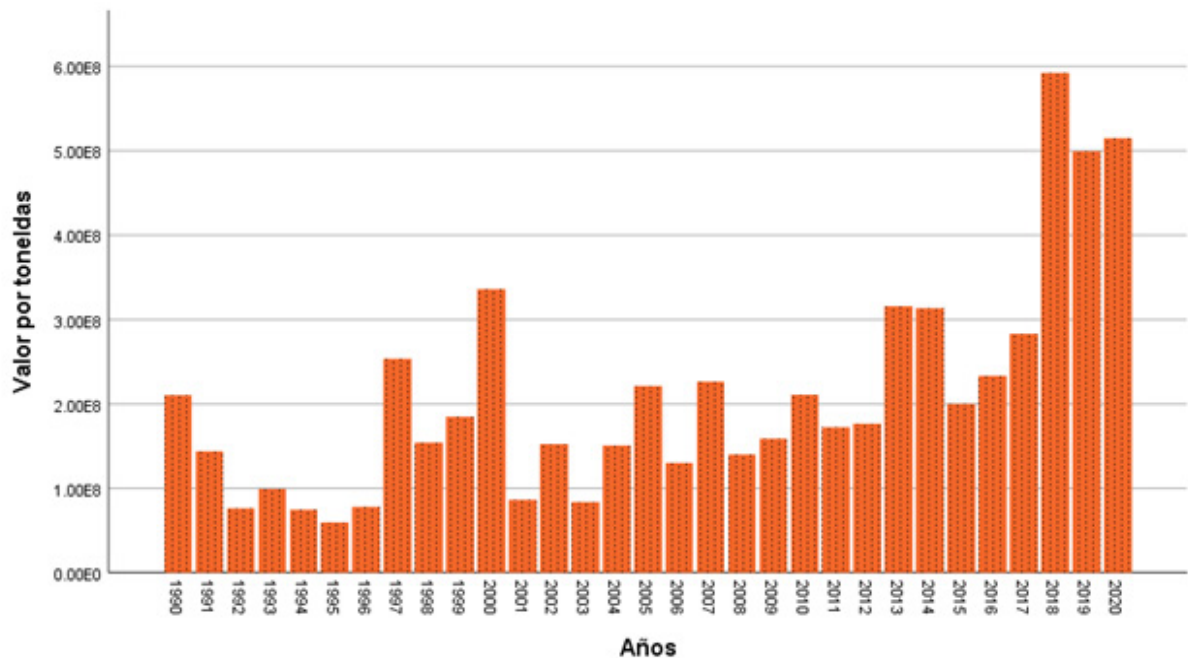
la pandemia algo que profundiza Cruz-López et al. (2022).

Al analizar conjuntamente la evolución del precio y la producción, se evidencia una desconexión entre ambas variables, lo que indica que el incremento en los precios no se traduce en un aumento proporcional del volumen producido. Este comportamiento sugiere que el sector presenta limitaciones estructurales para responder a las señales del mercado, lo que afecta su capacidad de ajuste productivo.

Desde el enfoque de la competitividad, estos resultados permiten inferir que el desempeño del sector está determinado principalmente por factores internos, como la productividad y las condiciones territoriales, más que por incentivos externos como el precio. En este sentido, el valor por tonelada no parece consolidarse como un elemento de competitividad en el mercado internacional, lo que podría estar limitando la inserción del sector en dinámicas más amplias de comercio exterior y manteniéndolo en un ámbito predominantemente doméstico.

Asimismo, la evidencia sugiere que la competitividad estructural del sector no está plenamente desarrollada. Aunque se observa un incremento reciente en los precios durante la pandemia, este no ha sido suficiente para generar una transformación sostenida en la producción, especialmente si se considera un periodo previo caracterizado por niveles relativamente bajos y volátiles (Figura 3).

Figura 3.
Valor por toneladas.



Fuente elaboración propia con datos obtenidos en SENASICA (2021).

Adicionalmente, y como lo define Balvín Calderón (2016), Vasco-Leal et al. (2021) y Solís Lozano et al. (2022) se realizó en el departamento de Lima e Ica, durante el periodo del 2004 al 2014. El propósito de la investigación fue realizar el análisis la oferta exportable, además se analizó las características del mercado de Estados Unidos de América y el nivel de competitividad de comercio internacional en comparación con México y Chile. Para ello, se analizaron los factores que determinan la competitividad de la oferta exportable en la cadena productiva de la palta Hass, utilizando la evaluación del proceso de generación de valor, cadena de valor y las cinco fuerzas de Porter. Para el análisis del mercado de Estados Unidos de América se tuvo en cuenta las características geográficas, psicográficas y conductuales del mercado, además se evaluó los requisitos de exportación hacia USA. En relación al nivel de competitividad del Perú en el comercio internacional en comparación con México y Chile se utilizó el método de ventaja comparativa revelada. La oferta exportable del Perú al (2014, estas dinámicas pueden estar relacionadas con factores institucionales y de política económica, donde el sector no ha sido prioritario en comparación con otras actividades productivas. Esto implica que la formación de precios responde principalmente a las condiciones del mercado, más que a mecanismos de regulación estatal. En el caso específico de Querétaro, la baja participación en la producción nacional limita su capacidad de incidir en el mercado y consolidarse como un actor competitivo frente a entidades líderes como Michoacán. En consecuencia, el precio no opera como un incentivo suficiente para dinamizar la producción, lo que refuerza la idea de un sistema productivo con restricciones estructurales y baja articulación con el mercado.

Correlación de Pearson

Los resultados de correlación muestran que la producción presenta una relación positiva y estadísticamente significativa con la productividad, con un coeficiente de $r = 0.62$ y un valor de $p < 0.01$. Esto indica que el crecimiento del sector está determinado principalmente por factores internos asociados al rendimiento productivo, particularmente por la eficiencia en el uso del suelo.

En contraste, la relación entre producción y precio es débil y no significativa ($r = 0.120$; $p > 0.05$), lo que evidencia una desconexión entre las decisiones productivas y las señales del mercado. Este resultado cuestiona los supuestos de la teoría económica convencional, según Hirschman (2015), la cual la oferta debería responder positivamente a incrementos en los precios. En este caso, la dinámica productiva del aguacate no parece ajustarse a dichos incentivos, lo que sugiere limitaciones en la capacidad de respuesta del sector. Asimismo, la ausencia de relación entre productividad y precio ($r = -0.017$; $p > 0.05$) refuerza la idea de que el sistema productivo opera bajo lógicas estructurales internas, donde las mejoras en eficiencia no están vinculadas directamente a las condiciones del mercado. Esto implica que la competitividad del sector depende más de sus capacidades productivas que de su posicionamiento en términos de precios (Tabla 2).

Tabla 2.
Correlaciones de Pearson entre variables

VARIABLES	PRUEBAS	VOLUMEN DE PRODUCCIÓN EN TONELADAS	TONELADAS POR HECTÁREAS	VALOR POR TONELADA
Volumen de producción en toneladas	Correlación de Pearson	1	.622	.120
	Sig. (bilateral)		.000	.519
	N	31	31	31
Toneladas por hectáreas	Correlación de Pearson	.622	1	-.017
	Sig. (bilateral)	.000		.929
	N	31	31	31
Valor por tonelada	Correlación de Pearson	.120	-.017	1
	Sig. (bilateral)	.519	.929	
	N	31	31	31

Fuente: elaboración propia

Entonces, en conjunto, los resultados evidencian la existencia de una competitividad de carácter estructural, basada en la productividad, pero con una débil articulación con el mercado. Esta situación limita el posicionamiento del aguacate producido en Querétaro, especialmente frente a entidades líderes como Michoacán, que dominan el mercado internacional. No obstante, esta condición también abre una oportunidad estratégica: dado que gran parte de la producción de estados líderes se destina a la exportación, se generan espacios de desabasto en el mercado nacional que pueden ser aprovechados por productores locales. En este sentido, el aguacate queretano podría orientarse a satisfacer la demanda interna, más que a competir en mercados internacionales. Por lo tanto y en sintonía con Salazar-García et al. (2009), la limitada superficie de producción en Querétaro restringe su capacidad para competir en volumen y precio a nivel global; sin embargo, puede consolidarse en el ámbito doméstico si se fortalecen sus condiciones internas. Esto implica la necesidad de mejorar la articulación productiva, estratégica y comercial, con el fin de elevar la competitividad del sector dentro del periodo analizado (1990–2020).

CONCLUSIONES

Con base en el estudio realizado, se concluye que la producción de aguacate en el Estado de Querétaro presenta una dinámica caracterizada por la falta de consolidación en el mercado, así como por una expansión limitada, lo que impide que este cultivo alcance un nivel de competitividad suficiente tanto en el ámbito local como en el internacional. En este sentido, se cumple el objetivo y se respondió a la pregunta de la investigación, al explicar la naturaleza de la competitividad del aguacate en el estado.

La competitividad estructural del sistema productivo del aguacate en Querétaro se encuentra determinada principalmente por factores internos, tales como la tecnología, la organización productiva y la inversión. Estos elementos dependen en gran medida de

las capacidades de los productores y del entorno institucional que fomenta —o limita— el desarrollo del sector. En este contexto, la competitividad no está basada en los precios, sino en las condiciones productivas del estado. La evidencia empírica demuestra que los niveles de producción están definidos por la capacidad estructural del sistema, más que por las variaciones en el precio.

Asimismo, los resultados evidencian una desconexión entre las señales del mercado y la dinámica productiva, ya que el sistema de producción no responde de manera significativa a los cambios en los precios. Esto implica que el volumen producido resulta insuficiente para ajustarse a la demanda del mercado, lo que limita la expansión del sector. Este esquema de competitividad estructural muestra que las capacidades internas predominan sobre los incentivos externos, restringiendo el crecimiento del sistema productivo.

Por otro lado, el comportamiento del precio presenta una tendencia creciente con alta volatilidad y rupturas estructurales a lo largo del periodo analizado. A pesar de ello, la relación positiva entre producción confirma que la eficiencia productiva es el principal factor explicativo del desempeño del sector. En contraste, la falta de relación significativa con el precio refuerza la idea de una débil articulación con el mercado y cuestiona los supuestos de la teoría económica convencional, en los que se espera una respuesta directa de la oferta ante variaciones en los precios.

No obstante, el sector no enfrenta únicamente limitaciones. Existen oportunidades para fortalecer su desarrollo mediante una mayor articulación institucional y estratégica, orientada a posicionar el aguacate queretano en el mercado nacional. En este sentido, el fortalecimiento de las capacidades internas y la mejora en la coordinación entre actores podrían contribuir a consolidar el sector dentro del ámbito doméstico.

BIBLIOGRAFÍA

- Arias, F., Montoya, C., & Velásquez, O. (2018). Dinámica del mercado mundial de aguacate. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, (55), 22-35. <https://doi.org/10.35575/rvucn.n55a2>
- Balvín Calderón, E. S. (2016). Competitividad de la oferta exportable de la palta Hass (*Persea americana*) en el mercado de Estados Unidos. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/2744>
- Barney, J. (1991). Firm Resources and Sustained Competitive Advantage. *Journal of Management*, 17(1), 99-120. <https://doi.org/10.1177/014920639101700108>
- Barney, J. B., Ketchen Jr., D. J., & Wright, M. (2011). The Future of Resource-Based Theory: Revitalization or Decline? *Journal of Management*, 37(5), 1299-1315. <https://doi.org/10.1177/0149206310391805>
- Botero Pinzón, L. D. (2014). Internacionalización y competitividad. <http://hdl.handle>.

net/20.500.11912/7848

- Cardona Castaño, J. C., Lamprea Zona, M. C., & Cubides Suárez, F. A. (2021). Sobre el concepto de cambio climático e implicaciones. Construcción desde el aula. *Revista Internacional de Pedagogía e Innovación Educativa*, 1(2), 87-102. <https://doi.org/10.51660/ripie.v1i2.39>
- Castaño, J. C. C. (2021). Aproximaciones al Concepto de Ambiente: Percepciones de Adolescentes. *Revista Guatemalteca de Educación Superior*, 4(1), 32-42. <https://doi.org/10.46954/revistages.v4i1.52>
- Cruz-López, D. F., Caamal-Cauich, I., Pat-Fernández, V. G., Reza Salgado, J., Cruz-López, D. F., Caamal-Cauich, I., Pat-Fernández, V. G., & Reza Salgado, J. (2022). Competitividad de las exportaciones de aguacate Hass de México en el mercado mundial. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 13(2), 355-362. <https://doi.org/10.29312/remexca.v13i2.2885>
- Estrada, B., López, B. E., Sanabria, A., Antolín, M. J. P., & González, J. U. (2013). *Qué hacemos con la competitividad*. Ediciones AKAL.
- Franco Sánchez, M. A., Leos Rodríguez, J. A., Salas González, J. M., Acosta Ramos, M., García Munguía, A., Franco Sánchez, M. A., Leos Rodríguez, J. A., Salas González, J. M., Acosta Ramos, M., & García Munguía, A. (2018). Análisis de costos y competitividad en la producción de aguacate en Michoacán, México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 9(2), 391-403. <https://doi.org/10.29312/remexca.v9i2.1080>
- Hirschman, A. O. (2015). *The Essential Hirschman*. Princeton University Press.
- Llano, E. M. de. (2014). La dimensión territorial de la competitividad. *Economía y Desarrollo*, 151(1), 71-84.
- Mankiw, N. G. (2012). *Principles of economics* (6. ed). South-Western Cengage Learning.
- Michaux, S., & Cadiat, A.-C. (2016). *Las cinco fuerzas de Porter: Cómo distanciarse de la competencia con éxito*. 50Minutos.es.
- Prebisch, R. (1967). Desarrollo económico. *Revista de Fomento Social*, 97-101. <https://doi.org/10.32418/rfs.1967.85.4104>
- Prebisch, R., & Cabañas, G. M. (1949). El Desarrollo Económico De La América Latina Y Algunos De Sus Principales Problemas. *El Trimestre Económico*, 16(63(3)), 347-431.
- Quinhoes, R. C. (2005). Planificación estratégica y desarrollo territorial. *Espacio y Desarrollo*, (17), 208-225.

- Rawleigh, B. M. (2022). El consumo de aguacate crece, pero los retos para su cultivo también | Blog de Alimentos. <https://ucanr.edu/blog/blog-de-alimentos/article/el-consumo-de-aguacate-crece-pero-los-retos-para-su-cultivo-tambien>
- Romo, A. G., Cruz, M. C., & Torres, Y. S. (2020). EVALUACIÓN DE RESULTADOS DEL SECTOR AGROEXPORTADOR DE MÉXICO ANTE LA PANDEMIA COVID-19 EN 2020.
- Salazar-García, S., Cossio-Vargas, L. E., & González-Durán, I. J. L. (2009). [Http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0568-25172009000400009&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0568-25172009000400009&lng=es&nrm=iso&tlng=es). *Agricultura técnica en México*, 35(4), 439-448.
- Sánchez Valdés, A., Sánchez Rodríguez, G., Sánchez Valdés, A., & Sánchez Rodríguez, G. (2021). El Clúster del Aguacate en México. Un crecimiento sostenido a partir de la producción y desarrollo del mercado. *RIVAR (Santiago)*, 8(24), 21-35. <https://doi.org/10.35588/rivar.v8i24.5165>
- Sangerman-Jarquín, D. M., Larqué-Saavedra, B. S., Omaña-Silvestre, J. M., Shwenstesius de Rinderman, R., & Navarro-Bravo, A. (2014). Tipología del productor de aguacate en el Estado de México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 5(6), 1081-1095.
- SENASICA, S. N. de S., Inocuidad y Calidad Agroalimentaria. (2021). Estadística de la producción de Aguacate. <https://dj.senasica.gob.mx/sias/Statistics/Transversal/EstadisticaProduccionAguacate>
- Silva Lira, I. (2003). Disparidades, competitividad territorial y desarrollo local y regional en América Latina. *ILPES*. <https://hdl.handle.net/11362/7286>
- Solís Lozano, J. A., Cuellar Núñez, L., Vivanco Vargas, M., Méndez Gallegos, S. de J., & VascoLeal, J. F. V. (2022). Strategic and competitive advantages of the agricultural sector in Querétaro, Mexico. *Agro Productividad*. <https://doi.org/10.32854/agrop.v15i2.2099>
- Vasco-Leal, J. F., Cuellar-Nuñez, M. L., Luzardo-Ocampo, I., Ventura-Ramos, E., Loarca-Piña, G., & Rodriguez-García, M. E. (2021). Valorization of Mexican *Ricinus communis* L. Leaves as a Source of Minerals and Antioxidant Compounds. *Waste and Biomass Valorization*, 12(4), 2071-2088. <https://doi.org/10.1007/s12649-020-01164-5>



CONDICIONAMIENTO OPERANTE CON REFUERZO POSITIVO PARA EL MANEJO EN CAUTIVERIO DEL HOCOFASAN (CRAX RUBRA) EN EL JARDÍN ZOLÓGICO DE PAYO OBISPO, EN CHETUMAL, QUINTANA ROO, MÉXICO.

Operant conditioning with positive reinforcement for the captive management of the great curassow (Crax rubra) at the Payo Obispo Zoological Garden, in Chetumal, Quintana Roo, Mexico.

Alexis Emanuel Hadad Baez¹

 <https://orcid.org/0009-0002-3074-8178>

 23n00396@uqroo.mx

¹Licenciado en Manejo de Recursos Naturales, Universidad del Estado de Quintana Roo, Unidad Chetumal

Fecha recepción: 9 de Octubre de 2022 / Fecha Aprobación: 14 de Diciembre 2022 / Fecha Publicación: 31 de Enero 2023

RESUMEN

El manejo de fauna silvestre en cautiverio representa un desafío constante en términos de bienestar animal y seguridad del personal, en este contexto, el condicionamiento operante con refuerzo positivo se ha consolidado como una herramienta eficaz para facilitar la interacción humano-animal mediante la promoción de conductas voluntarias. El presente estudio tuvo como objetivo evaluar la aplicación de un programa de condicionamiento operante con refuerzo positivo en ejemplares de hocofaisán (*Crax rubra*) en un zoológico del sureste de México, en la ciudad de Chetumal, capital del Estado de Quintana Roo. Se trabajó con tres individuos, dos machos y una hembra, mediante un diseño dividido en etapas de observación, selección de conductas, implementación del entrenamiento y evaluación de respuestas. Se condicionaron conductas clave para el manejo clínico y preventivo, tales como acercamiento, perchado, desensibilización a báscula, jeringa y transportadora, y que, los resultados evidenciaron mejoras progresivas en la respuesta conductual de los individuos, alcanzando porcentajes de respuesta favorables en la mayoría de las conductas entrenadas., es por eso que, se concluye que el uso de refuerzo positivo contribuye significativamente a la reducción del estrés asociado al manejo, mejora la cooperación de los ejemplares y fortalece el bienestar animal, posicionándose como una estrategia viable en

Cómo citar:

Hadad Baez, A. E. (2023). Condicionamiento operante con refuerzo positivo para el manejo en cautiverio del hocofaisan (*Crax rubra*) en el Jardín Zoológico de Payo Obispo, en Chetumal, Quintana Roo, México. FAGROPEC, 15 (1), ppt. 115-127. <https://doi.org/10.47847/fagropec.v15n1a7>



Este artículo puede compartirse bajo la Licencia Creative Commons (CC BY 4.0).

Rev. FAGROPEC Vol. 15 Num. 1, enero - junio de 2023

programas de manejo en zoológicos.

Palabras claves:

Condicionamiento operante, refuerzo positivo, bienestar animal, fauna en cautiverio, Crax rubra

ABSTRACT

Wildlife management in captivity represents a constant and significant challenge in terms of animal welfare and personnel safety. In this specific context, operant conditioning through positive reinforcement has been firmly consolidated as an effective tool to facilitate human-animal interaction by promoting voluntary behaviors. This present study aimed to evaluate the application of a comprehensive operant conditioning program using positive reinforcement in Great Curassow (*Crax rubra*) specimens at a zoo located in the city of Chetumal, the capital of Quintana Roo, in southeastern Mexico. The research worked with three specific individuals—two males and one female—using a structured design divided into observation stages, behavior selection, training implementation, and response evaluation. Key behaviors for clinical and preventive management were successfully conditioned, such as approaching, perching, and desensitization to scales, syringes, and transport crates. The results showed progressive improvements in the behavioral response of the individuals, reaching favorable response percentages in most of the trained behaviors. Consequently, it is concluded that the use of positive reinforcement contributes significantly to the reduction of stress associated with management, improves the cooperation of the specimens, and strengthens overall animal welfare, positioning itself as a highly viable strategy within modern management programs in zoological institutions.

Keywords:

Operant conditioning, positive reinforcement, animal welfare, captive wildlife, Crax rubra

INTRODUCCIÓN

El manejo de fauna silvestre en cautiverio representa un reto significativo para los centros de conservación, particularmente en lo que respecta al bienestar animal y la seguridad del personal encargado de su cuidado (Quijano Hernández & Calmé, 2002). Las prácticas tradicionales de manejo, basadas en la contención física o química, suelen generar altos niveles de estrés en los ejemplares, lo que puede traducirse en alteraciones conductuales, riesgos durante su manipulación y efectos negativos en su salud (Ramírez Barajas & Naranjo Piñera, 2007). Por lo anterior, es que, el condicionamiento operante con refuerzo positivo ha emergido como una alternativa eficaz para promover conductas voluntarias que faciliten el manejo clínico y preventivo de los animales en cautiverio (Angosto Ballesteros & Gálvez Torralba, 2016).

El hocofaisán (*Crax rubra*), especie considerada bajo categoría de amenaza en México, presenta características conductuales que dificultan su manejo, tales como su territorialidad, sensibilidad al estrés y respuestas evasivas ante la presencia humana (Pérez-Irineo & Santos-Moreno, 2017). Por lo cual, estas condiciones hacen necesario el desarrollo de estrategias que permitan reducir el impacto negativo de las intervenciones humanas, particularmente en espacios como los zoológicos, donde el manejo constante es indispensable para garantizar su bienestar y conservación.

Esta problemática plantea la necesidad de determinar con precisión qué impacto tiene un programa de condicionamiento operante con refuerzo positivo sobre la respuesta conductual de esta especie en relación con su manejo clínico. Por lo cual, resolver esta cuestión es fundamental para implementar métodos más éticos, eficientes y seguros que optimicen las prácticas de manejo en instituciones zoológicas y garanticen el bienestar integral del animal.

Bajo esta premisa, el presente estudio tuvo como objetivo evaluar la aplicación de un programa de entrenamiento en un grupo de hocofaisanes en cautiverio, mediante la identificación y selección de conductas clave. A través de un proceso estructurado de observación, se condicionaron comportamientos específicos como el acercamiento voluntario, el perchado, la desensibilización a instrumentos y el ingreso a dispositivos de transporte.

El interés temático tratado, condujo y evidenció una mejora progresiva en la respuesta conductual de los ejemplares, reflejada en altos porcentajes de respuesta positiva en la mayoría de las conductas entrenadas. Por tal razón, estos resultados sugieren que el uso de refuerzo positivo no solo facilita el manejo de los individuos, sino que también contribuye a la reducción del estrés y al fortalecimiento del vínculo entre el animal y el manejador, por ende, el condicionamiento operante se posiciona como una herramienta fundamental para el manejo moderno de fauna silvestre en cautiverio.

ANTECEDENTES

El condicionamiento operante ha sido ampliamente estudiado como una herramienta fundamental para la modificación de conductas en animales, siendo formalizado por B.F. Skinner en 1938, quien estableció que:

“La frecuencia de una conducta puede incrementarse mediante la aplicación de estímulos reforzantes. En el contexto del manejo de fauna silvestre, el refuerzo positivo se ha consolidado como una técnica eficaz para fomentar conductas voluntarias, reduciendo la necesidad de métodos coercitivos” (Skinner, 1938).

En zoológicos y centros de conservación, el uso del condicionamiento operante ha sido aplicado en diversas especies, incluyendo mamíferos, aves y fauna marina, gracias a esto, su implementación ha permitido mejorar los procesos de manejo clínico, facilitar la administración de tratamientos médicos y disminuir riesgos tanto para los animales. Para los manejadores, en especial, el enfoque de “contacto protegido” el cual, ha representado un avance significativo en la interacción humano-animal, al priorizar la seguridad y el bienestar (González-Valdivia et al., 2012; Morales-Contreras et al., 2019).

En México, diversos zoológicos han incorporado programas de entrenamiento basados en refuerzo positivo, destacando instituciones como Africam Safari, así como zoológicos en ciudades como Guadalajara, León y la Ciudad de México y en el sureste del país, parques como Xcaret y Xel-Há han adoptado estas prácticas en el manejo de fauna silvestre, evidenciando una tendencia hacia la modernización de los protocolos de manejo (Caballero Cruz, 2007; Molina & Barros, 2005).

En el caso específico del hocofaisán (*Crax rubra*), especie catalogada como amenazada, existen limitados estudios enfocados en su manejo conductual en cautiverio, sin embargo, debido a su comportamiento territorial y su sensibilidad al estrés (Barrero Sánchez et al., 2016). Resulta pertinente la implementación de estrategias que favorezcan su adaptación y reduzcan el impacto negativo de la interacción humana, es por esto que, el condicionamiento operante con refuerzo positivo se presenta como una alternativa viable para mejorar las condiciones de bienestar y manejo de esta especie (Irazusta Peco, 2021).

METODOLOGÍA

El presente estudio se desarrolló en las instalaciones del Jardín Zoológico Payo Obispo, situado en la ciudad de Chetumal, Quintana Roo, México, esta zona se caracteriza por un clima cálido subhúmedo con lluvias en verano y una temperatura media anual que oscila entre los 25° y 27° C, factores ambientales que fueron considerados durante el registro de actividad.

Para la investigación, se trabajó con un total de tres ejemplares de hocofaisán (*Crax rubra*), especie enlistada bajo la categoría de Amenazada en la NOM-059-SEMARNAT-2010,

el grupo estuvo conformado por dos machos (identificados como CR1 y CR2) (Figura 1) y una hembra (CR6), todos plenamente identificados mediante anillos de marcaje y con historiales clínicos previos que reportaban niveles significativos de estrés ante la contención física.

Figura 1.

Grupo estuvo conformado por dos machos (identificados como CR1 y CR2) y una hembra (CR6).



Fuente: elaboración propia

La investigación se estructuró mediante un diseño descriptivo y experimental dividido en cuatro etapas principales: observación diagnóstica, selección técnica de conductas, implementación del programa de condicionamiento operante y evaluación psicométrica de resultados. En la primera etapa, se llevó a cabo un periodo de observación conductual inicial del 6 al 24 de junio del 2016, empleando un muestreo ad libitum., el objetivo fue identificar el repertorio comportamental base y establecer un etograma preliminar (González-Valdivia et al., 2012), estas sesiones se realizaron dos veces al día (mañana y tarde) en intervalos de 20 minutos por ejemplar, manteniendo una distancia moderada para evitar sesgos por la presencia del observador. Posteriormente, se realizó una segunda fase de observación enfocada en la identificación de conductas críticas para el manejo clínico, para validar la suficiencia del muestreo, se aplicó la fórmula de curva de acumulación:

El proceso se dio por concluido cuando el coeficiente de acumulación se aproximó a 1, indicando que la totalidad de las conductas ya habían sido registradas. En la segunda etapa, tras analizar los histogramas de frecuencia, se seleccionaron seis conductas fundamentales para el manejo preventivo: acercamiento voluntario a la malla, subir y bajar de bancos de madera, ascenso a perchas, y la desensibilización sistemática a la báscula, jeringa (para administración de fármacos orales) y al dispositivo de transporte tipo Kennel.

Durante la tercera etapa, se implementó el programa de condicionamiento operante con

refuerzo positivo (R+), se utilizaron guías táctiles y señas manuales como estímulos discriminativos, empleando la palabra “bien” como un reforzador condicionado o “puente” para marcar el instante exacto de la conducta deseada, y como refuerzo primario o “premio”. Se utilizaron pellets para pavo, los cuales fueron seleccionados tras una prueba de preferencia sobre otros insumos como fruta o masa, en cuanto al entrenamiento se ejecutó durante tres meses consecutivos, con tres sesiones diarias de 15 minutos por individuo, programados antes del horario de alimentación general para asegurar una mayor motivación.

Finalmente, en la etapa de evaluación, se cuantificó la respuesta de los individuos mediante una escala de medición que categorizó el desempeño en: excelente, buena, regular y no responde, basándose en la latencia de respuesta y la precisión del movimiento, estos datos fueron tabulados y analizados mediante estadística descriptiva y porcentajes en Microsoft Excel, permitiendo determinar la eficacia del programa para la optimización del manejo clínico y el bienestar de los ejemplares en cautiverio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante el análisis de la etapa de observación y caracterización etológica, la fase inicial de este estudio permitió la estructuración de un etograma detallado para *Crax rubra*, herramienta indispensable para la comprensión de su ecología conductual en condiciones de cautiverio, mediante el muestreo ad libitum. Se identificaron y categorizaron 28 unidades conductuales, lo que permitió no solo conocer el estado basal de los ejemplares, sino también identificar áreas de oportunidad para la intervención clínica.

El uso de la curva de acumulación de comportamientos fue determinante para validar el rigor científico del muestreo, pudiendo observarse en los registros que, durante los primeros días el coeficiente de acumulación fue cercano a cero debido a la aparición constante de nuevas conductas (Oliveira et al., 2014). Sin embargo, al transcurrir el periodo de 18 días, el coeficiente convergió en 1.0 para los tres ejemplares (Mika, Mickey y Soraya), este fenómeno de saturación indica que el inventario conductual obtenido es plenamente representativo del repertorio de la especie en su entorno actual. En términos de discusión con (Granados Roa, 2019), esto sugiere que el ambiente del Jardín Zoológico Payo Obispo, a pesar de las limitaciones de espacio en ciertos recintos, permite la expresión de conductas naturales típicas de los crácidos, como el acicalamiento, el estado de alerta con cresta levantada y comportamientos de forrajeo.

En cuanto a los resultados por conducta condicionada, mediante un análisis Comparativo, el éxito del programa de condicionamiento operante con refuerzo positivo (R+) se evaluó mediante la cuantificación del porcentaje de respuestas positivas frente a cada estímulo, a continuación, se desglosan los hallazgos más significativos por tipo de conducta.

Acercamiento al llamado y establecimiento del vínculo

Esta conducta fue el pilar del programa, al inicio la respuesta era errática, especialmente en Soraya, quien mostraba una respuesta excelente de apenas el 14 % en las primeras

etapas, sin embargo, tras la aplicación sistemática de pellets para pavo como refuerzo primario, los porcentajes de éxito se elevaron drásticamente. Mika alcanzó un 80 % de respuestas favorables, mientras que Mickey logró un 79 %.

El acercamiento voluntario representa la ruptura de la “distancia de huida” natural de la especie, en la naturaleza, el hocofaisán es un ave esquiva ante la presencia humana debido a la presión de caza histórica (Figura 2 y 3). Lograr que el 80 % de las veces el animal reduzca la distancia con el manejador de forma voluntaria indica una modificación del valor del estímulo humano de ser percibido como una amenaza (estímulo aversivo), el cuidador pasa a ser un estímulo discriminativo que predice la llegada de un refuerzo, muy diferente a (Damasceno et al., 2021).

Figuras 2.

Ejemplar marcado como CR1, programa de acercarse a la malla. Conductas de motricidad y posicionamiento (Percha y Banco).



Fuente: elaboración propia.

Figura 3.

Ejemplares marcados como CR2 y CR6, programa de subir y bajar del banco.



Fuente: elaboración propia.

El hocofaisán es una especie con costumbres arborícolas, lo cual facilitó el condicionamiento de subir y bajar de perchas, los resultados muestran una asimilación notable: Mika obtuvo un 79 %, Mickey un 67 % y Soraya un 57 %. La discusión técnica con base en Herculano et al. (2013), aquí reside en la morfología de la pata de los crácidos, el dedo posterior situado a la misma altura que los delanteros facilita el asimiento de ramas y perchas. Por lo tanto, en el entrenamiento aprovechó esta disposición biológica para facilitar el manejo; sin embargo, el menor porcentaje en Mickey y Soraya en esta categoría específica puede atribuirse a la ubicación de las perchas en sus recintos temporales, lo que subraya la importancia del diseño del hábitat en el éxito del entrenamiento.

Desensibilización a la báscula: monitoreo de salud sin estrés

El pesaje es una de las maniobras más críticas en medicina preventiva, ya que, tradicionalmente, requiere la captura física, lo que genera estrés y riesgo de fracturas si se realiza un mal manejo, en este estudio, los ejemplares mostraron una curva de aprendizaje moderada pero ascendente: Mika alcanzó un 69 % y Mickey un 67 %. Este resultado es de gran relevancia para el bienestar animal, ya que, el hecho de que un ave de hasta 5 kg suba voluntariamente a una plataforma de pesaje permite un monitoreo nutricional constante, esto se alinea con los estándares de la Asociación de Zoológicos y Acuarios (AZA), que promueve el manejo cooperativo para reducir la “indefensión aprendida” que suelen mostrar los animales sometidos a contención física repetitiva (Figura 4).

Figura 4.
Ejemplar marcado como CR2, programa de pesaje. Desensibilización a la Jeringa: El éxito del Refuerzo Líquido.



Fuente: elaboración propia.

Para la administración de fármacos orales, se utilizó jugo de uva dentro de la jeringa como refuerzo. Mika respondió con un 100 % de éxito, Mickey con un 83 % y Soraya con un 67 %. La variabilidad aquí es un claro ejemplo de la individualidad biológica, Mika, a pesar de ser el ejemplar reportado como “agresivo”, mostró una avidez superior por el refuerzo líquido. Esto demuestra, que la agresividad suele ser una respuesta defensiva probablemente por el miedo, una vez que el animal comprende que la interacción con la jeringa produce un resultado placentero (jugo de uva), la conducta agresiva se extingue por falta de refuerzo y es sustituida por la cooperación (Figura 5).

Figura 5.
Ejemplar marcado como CR2, programa de desensibilización a la Jeringa. El ingreso a la Kennel: El desafío del Confinamiento.



Fuente: elaboración propia.

Esta fue la conducta con resultados más heterogéneos, Mickey alcanzó un sorprendente 100 %, mientras que Mika se estancó en un 45 %. Para Mika, el ingreso a un espacio cerrado representó un estímulo aversivo de alta intensidad, se debe considerar que el historial del animal rescatado de un restaurante por la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente en México (PROFEPA). Esto se puede explicar, las secuelas relacionadas con el confinamiento en espacios inadecuados, ya que, según la teoría condicionamiento Skinner (1953), un estímulo que ha sido asociado previamente con experiencias negativas requiere un proceso de contra condicionamiento mucho más largo y pausado. El éxito total de Mickey, en cambio, valida que la especie es capaz de tolerar el transporte si se entrena correctamente, lo cual es vital ante emergencias como los huracanes, comunes en Quintana Roo.

Los resultados corroboran las leyes del efecto de Thorndike y los principios de Skinner (1938), por lo que, el éxito del programa radicó en la correcta identificación del reforzador, ya que, se probaron frutas, masa y alimento seco, pero fueron los pellets para pavo los que mantuvieron la tasa de respuesta más alta, lo anterior se debe a la “motivación por hambre controlada”, ya que las sesiones se realizaban antes de la alimentación general

entre las horas 11 y 13. El uso del marcador o puente (la palabra “bien”) fue esencial, en especies de aves, que poseen un procesamiento visual y auditivo muy rápido, el puente permite marcar el milisegundo exacto de la conducta correcta, facilitando que el animal comprenda la relación causal entre su movimiento y el premio.

Por otra parte, el bienestar animal, aunque no se realizaron pruebas sanguíneas, la observación etológica reportada indica una disminución de conductas estereotipadas o de estrés, ya que, antes del programa, los ejemplares presentaban conductas de caminar de esquina a esquina y durante y después de la implementación, se observó una transición hacia estados de descanso y exploración positiva. El entrenamiento operante funciona como enriquecimiento ambiental cognitivo, ya que los animales en cautiverio suelen sufrir de aburrimiento crónico al tener todas sus necesidades cubiertas sin esfuerzo, por lo que la implementación del programa les devolvió la oportunidad de “trabajar” por su alimento, lo cual satisface una necesidad psicológica profunda en especies inteligentes como los crácidos.

Tendiendo durante la implementación del programa un enfoque de contacto protegido y seguridad humana, siguiendo las directrices de Argos (2006), la implementación del contacto protegido en este estudio garantizó que ninguna interacción pusiera en riesgo al personal, en el caso de Mika (CR2), quien tenía reportes de agresividad, el entrenamiento a través de la malla permitió que el manejador pudiera recompensarlo sin invadir su espacio vital. Este enfoque es éticamente superior porque le otorga al animal el control de la situación. Por lo que, si el animal no desea participar, puede retirarse a la parte trasera del recinto, y que, al no haber castigo por la no participación, el animal pierde el miedo a acercarse, esta “libertad de elección” es considerada hoy en día el estándar de oro en el bienestar de animales bajo cuidado humano.

Por otra parte, los Factores que influyeron en la variabilidad de los resultados, es necesario discutir por qué Soraya (la hembra) mostró niveles de respuesta inferiores en comparación con los machos, y que esto puede deberse a dos factores:

Etología de género: “en muchas especies de aves, las hembras son más cautelosas y menos propensas a explorar estímulos nuevos (neofobia) como parte de una estrategia de supervivencia para la protección de nidadas, esto de acuerdo a lo que refiere” (Greenberg, 2003).

Memoria Aversiva: Soraya fue el ejemplar con más historial de contenciones físicas traumáticas (tratamientos respiratorios y resguardos por huracanes). La literatura en específico del autor LeDoux (2000), indica que el estrés agudo deja huellas mnemónicas persistentes en el sistema límbico de las aves, lo que requiere un periodo de desensibilización mucho más extenso para “borrar” la asociación negativa con el manejo humano según.

El estudio demuestra que el condicionamiento operante con refuerzo positivo no es solo una técnica de “trucos”, sino una herramienta de gestión clínica indispensable, por lo que se recomienda que el Jardín Zoológico Payo Obispo mantenga estas sesiones de forma permanente para evitar la extinción de las conductas aprendidas. Además, se sugiere la

implementación de programas de reforzamiento intermitente una vez que la conducta esté consolidada. Lo que, según Skinner 1938, genera comportamientos más resistentes a la extinción, así como la capacitación constante del personal es vital, ya que, un entrenador inconsistente puede generar frustración en el animal y retroceder meses de progreso.

Finalmente, este trabajo sienta las bases para futuras investigaciones en otras especies de la familia Cracidae en México, la conservación no solo se trata de mantener individuos vivos, sino de garantizar que su existencia en cautiverio sea digna, estimulante y libre de sufrimiento innecesario, los resultados aquí presentados son una prueba fehaciente de que la ciencia de la conducta es la mejor aliada de la conservación biológica.

CONCLUSIONES

Este estudio permitió demostrar que la implementación de un programa de condicionamiento operante, con refuerzo positivo constituye una estrategia eficaz para el manejo de ejemplares de hocofaisán (*Crax rubra*) en condiciones de cautiverio. A través de un proceso estructurado de observación, selección de conductas y entrenamiento, fue posible modificar conductas clave que facilitan el manejo clínico y preventivo de los individuos, promoviendo su participación voluntaria y reduciendo la necesidad de contenciones físicas o químicas.

Los resultados evidenciaron una mejora progresiva en la respuesta conductual de los tres ejemplares evaluados, aunque con variaciones individuales en el ritmo de aprendizaje y nivel de respuesta. Sin embargo, estas diferencias resaltan la importancia de considerar factores como el temperamento, experiencias previas y características propias de cada individuo al diseñar e implementar programas de entrenamiento. Incluso en aquellos ejemplares con respuestas iniciales moderadas, se observó una tendencia positiva hacia la adquisición de conductas deseadas.

El uso de refuerzos positivos adecuados, como los pellets para pavo, así como la implementación de estímulos condicionados, permitió establecer asociaciones claras entre conducta y recompensa, favoreciendo el aprendizaje, de igual manera, la repetición constante de las sesiones de entrenamiento fue determinante para consolidar los comportamientos adquiridos.

Desde la perspectiva del bienestar animal, el condicionamiento operante con refuerzo positivo contribuye a reducir el estrés asociado al manejo, mejorar la calidad de vida de los ejemplares y fortalecer la relación entre el animal y el manejador. Esto representa un avance significativo frente a los métodos tradicionales de manejo, los cuales pueden generar efectos negativos en la salud física y emocional de los animales.

Por lo que, se concluye que la adopción de este tipo de estrategias en zoológicos y centros de conservación no solo mejora la eficiencia de los procedimientos de manejo. También, responde a la necesidad de implementar prácticas más éticas y sostenibles, por lo que se sugiere que se continúe con la ampliación de estos programas; así como su

aplicación en otras especies, con el fin de fortalecer los estándares de manejo de fauna silvestre en cautiverio.

Gracias al vínculo que se crea (Manejador-ejemplar) por medio del condicionamiento operante con refuerzo positivo, en el zoológico se implementan prácticas de educación ambiental con estos ejemplares, esto como parte de la sensibilización que el lugar busca alcanzar en la sociedad para el cuidado de la flora y la fauna.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Angosto Ballester, A., & Gálvez Torralba, A. (with Universidad de Zaragoza). (2016). Manejo de fracturas en aves salvajes. Universidad de Zaragoza.

Argos. (2006). Manual de entrenamiento de animales silvestres. [Manual técnico].

Barrero Sánchez, R., Torregrosa Soler, J. B., Agroalimentària, U. P. de V. D. de I. R. y A.-D. d'Enginyeria R. i, & Natural, U. P. de V. E. T. S. de I. A. y del M. N.-E. T. S. d'Enginyeria A. i del M. (2016). Estudio de usos y problemas de la cetrería en la Comunidad Valenciana. Creación de zona de adiestramiento y vuelo en los Términos Municipales de Dos Aguas y Serra. <https://agris.fao.org/search/en/providers/125048/records/67488b5b6b7cc10eeb5acc39>

Caballero Cruz, P. (2007). Estado de conservación de crax rubra griscomi en la Isla de Cozumel, México: Evidencia empírica y modelos predictivos. <http://200.57.56.70:8080/xmlui/handle/231104/1755>

Damasceno, A. A. P., Oliveira, J. V. da S., Moraes, M. J., Miranda, J. M. S., Castro, D. de C., Carmo, C. C. do, & Ribeiro, A. S. S. (2021). Etograma de gaviões-carijós (*Rupornis magnirostris*) internados no ambulatório de animais selvagens da Universidade Federal Rural da Amazônia. *Research, Society and Development*, 10(5), e56010514257-e56010514257. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i5.14257>

González-Valdivia, N. A., Arriaga-Weiss, S. L., Ochoa-Gaona, S., Ferguson, B. G., Kampichler, C., & Pozo, C. (2012). Ensamblajes de aves diurnas a través de un gradiente de perturbación en un paisaje en el sureste de México. *Acta zoológica mexicana*, 28(2), 237-269.

Granados Roa, A. V. (2019). Trauma complejo en niños, niñas y adolescentes: Propuesta y uso de un etograma centrado en comportamiento no verbal de regulación emocional y respuesta al estrés. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/76005>

Greenberg, R. (2003). The role of neophobia and neophilia in the structuring of communities. En R. J. Hall & T. J. Roper (Eds.), *Animal behaviour and wildlife conservation* (pp. 175-196). Island Press.

- Herculano, D. da M., Santos, M. Á. B., & Pigozzo, C. M. (2013). Etograma de flamingo-chileno, *Phoenicopterus chilensis* (phoenicopteriformes, phoenicopteridae), em condição de cativeiro no Parque Zoobotânico Getúlio Vargas. *Candombá*, 9(1), 8-21.
- Irazusta Peco, I. (2021). Estudio de aprendizaje por condicionamiento operante y memoria espacial en Águila Harris (*Parabuteo unicinctus*). <https://buleria.unileon.es/handle/10612/14926>
- LeDoux, J. E. (2000). Emotion circuits in the brain. *Annual Review of Neuroscience*, 23(1), 155-184.
- Molina, A. M., & Barros, J. F. (2005). APLICACIÓN DE LOS SIG PARA LA EVALUACIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL HÁBITAT DEL PAUJIL DE PICO AZUL CRAX ALBERTI (AVES: CRACIDAE) EN EL NORORIENTE DE ANTIOQUIA, COLOMBIA. *Revista EIA*, (3), 95-105.
- Morales-Contreras, J., Escalante, P., & Matías-Ferrer, N. (2019). Genetic diversity in Mexican wild populations of the Great Curassow (*Crax rubra*). *Biota Neotropica*, 19, e20180649. <https://doi.org/10.1590/1676-0611-BN-2018-0649>
- NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación, 30 de diciembre de 2010.
- Oliveira, H. S., Souza, D. R. de A., & Silva, M. N. da. (2014). Etograma do Carcará (*Caracara Plancus*, Miller, 1777) (Aves, Falconidae), em cativeiro. *Revista de Etologia*, 13(2), 1-9.
- Pérez-Irineo, G., & Santos-Moreno, A. (2017). OCCUPANCY, RELATIVE ABUNDANCE, AND ACTIVITY PATTERNS OF GREAT CURASSOW (*CRAX RUBRA*) IN SOUTHEASTERN MEXICO. *Ornitología Neotropical*, 28, 313-320. <https://doi.org/10.58843/ornneo.v28i0.282>
- Quijano Hernández, E., & Calmé, S. (2002). Patrones de Cacería y Conservación de la Fauna Silvestre en una Comunidad Maya de Quintana Roo, México. *Etnobiología*, 2(1), 1-18.
- Ramírez Barajas, P. J., & Naranjo Piñera, E. J. (2007). La Cacería de Subsistencia en una Comunidad de la Zona Maya, Quintana Roo, México. *Etnobiología*, 5(1), 65-85.
- Skinner, B. F. (1938). *The behavior of organisms: An experimental analysis*. Appleton-Century.
- Skinner, B. F. (1953). *Science and human behavior*. Macmillan.



PERCEPCIÓN DE LA POBLACIÓN SOBRE EL CONSUMO LOCAL: UN ESTUDIO EN EL SECTOR TURÍSTICO Y AGROPECUARIO.

Population Perception of Local Consumption: A Study in the Tourism and Agricultural Sector

Álvaro Enrique Lima Vargas¹

 <https://orcid.org/0000-0002-4391-1627>

 aelima@uqroo.edu.mx

¹Profesor e investigador de la Universidad del Estado de Quintana Roo

Fecha recepción: 19 de Octubre de 2022 / Fecha Aprobación: 26 de Diciembre 2022 / Fecha Publicación: 31 de Enero 2023

RESUMEN

Este estudio tiene como objetivo analizar las percepciones y preferencias de consumo de los turistas y empresas turísticas en la Riviera Maya, enfocándose en la relación entre el consumo responsable y los productos locales. Se utilizó un diseño correlacional-causal, no experimental y transversal, con un enfoque cuantitativo. La población de estudio estuvo compuesta población de la Riviera Maya, y se empleó una encuesta estructurada para recolectar datos. Los resultados revelaron que, aunque existe una percepción positiva del turismo responsable en la región, esta no influye significativamente en las preferencias de consumo de productos locales. Sin embargo, la intención de compra responsable mostró una relación directa con la preferencia por productos locales, lo que indica que los turistas que son más conscientes del consumo responsable prefieren adquirir productos locales. Estos hallazgos sugieren que, para fomentar un cambio en el comportamiento de consumo, las estrategias turísticas deben enfocarse en promover la intención de compra responsable. Además, el estudio destaca la necesidad de mejorar la percepción sobre la calidad y sostenibilidad de los productos locales.

Palabras claves:

Consumo responsable, Intención de compra responsable, turismo sostenible

Cómo citar:

Lima Vargas, A. E. (2023). Percepción de la población sobre el consumo local: un estudio en el sector turístico y agropecuario. FAGROPEC, 15 (1), ppt. 128-141. <https://doi.org/10.47847/fagropec.v15n1a8>



ABSTRACT

This study aims to analyze the perceptions and consumption preferences of tourists and tourism-related businesses in the Riviera Maya, focusing on the relationship between responsible consumption and local products. A quantitative approach was used, with a non-experimental, cross-sectional, correlational-causal design. The study population consisted of individuals in the Riviera Maya, and a structured survey was employed to collect data. The results reveal that, although there is a positive perception of responsible tourism in the region, it does not significantly influence preferences for local products. However, responsible purchase intention showed a direct relationship with the preference for local products, indicating that tourists who are more aware of responsible consumption tend to prefer purchasing local goods. These findings suggest that, in order to promote changes in consumption behavior, tourism strategies should focus on strengthening responsible purchase intention. Additionally, the study highlights the need to improve perceptions regarding the quality and sustainability of local products.

Keywords:

Responsible consumption, responsible purchase intention, sustainable tourism

INTRODUCCIÓN

Las actividades primarias, como la agricultura y la ganadería, son fundamentales para el desarrollo económico regional, al aportar en la generación de empleos, desarrollo de infraestructura, entre otras cosas (Loizou et al., 2019). Para regiones con amplia riqueza cultural, estas actividades primarias pueden servir como estrategia para mantener la sostenibilidad de la región, debido a que los productores comparten un patrimonio cultural, les es factible desarrollar productos con un valor agregado para los consumidores (Cvijanović et al., 2020). En el caso del estado de Quintana Roo cuenta con 4 centros turísticos (Cancún, Playa del Carmen, Tulum y Cozumel) reconocidos mundialmente los cuales se enfocan principalmente en el turismo internacional, desarrollando estrategias sobre la sostenibilidad del turismo enfocado en la reducción de consumo de agua, la generación de empleo digno, entre otras cosas (Secretaría de Turismo del Estado de Quintana Roo, 2022).

Pese al gran impacto que tiene el turismo en el estado, el resto de este se encuentra con dificultades para desarrollar empleos e ingresos, generando pobreza, siendo la principal actividad económica la agricultura (Rodríguez, 2013). En otras regiones, esto se explica debido a una falta de coordinación en la cadena logística (Li et al., 2020), falta de transporte eficiente (Qiu et al., 2020), entre otras cosas. Debido a esto, México ha lanzado campañas como PROCAMPO para poder disminuir la pobreza del campo, estimulando la producción mediante apoyos directos (Barajas et al., 2017; Ponce, 2020). El rezago económico no proviene de una falta de coordinación logística o falta de transporte como en otros estados, sino debido a una desarticulación del campo con el sector turístico. Quintana Roo, que recibe poco más de 14 millones de turistas al año, lo que representa 8 turistas por cada persona residente en el estado (Joaquín, 2022). Esto indica que la región posee la capacidad logística y de transporte.

En este sentido, el problema se centra en la negativa de las empresas y del turista a consumir alimento de la región, siendo este un problema de comportamiento normal. Los hoteles y turistas indican que los proveedores locales no son confiables (Birch & Memery, 2020; Hussain et al., 2022), del mismo modo indican que cuentan con menos calidad que los productos internacionales (Glišić & Stamenković, 2025; Stalmirska, 2021), así como que no pueden atender las necesidades de demanda constante que solicitan los hoteles (Bengesi & Abdalla, 2018). No obstante, esta información es solo percepción, ya que se ha demostrado que estos productos son más frescos, requieren menos transportación, son más sostenibles y generan una mayor imagen hacia el consumidor (Stein & Santini, 2021; Schmitt et al., 2017; Stošić et al., 2025).

Por tanto, surge la siguiente pregunta: ¿Qué elementos inciden en la preferencia de consumo de productos locales? Es por ello que este estudio se enfoca en conocer la percepción de la población sobre las preferencias de consumo por parte del turista y las empresas turísticas, analizando variables como: actitudes hacia el consumo responsable, su intención de realizar compras responsables, conocimiento sobre el impacto del consumo, percepción del turismo responsable. Este estudio ayudará a las empresas y

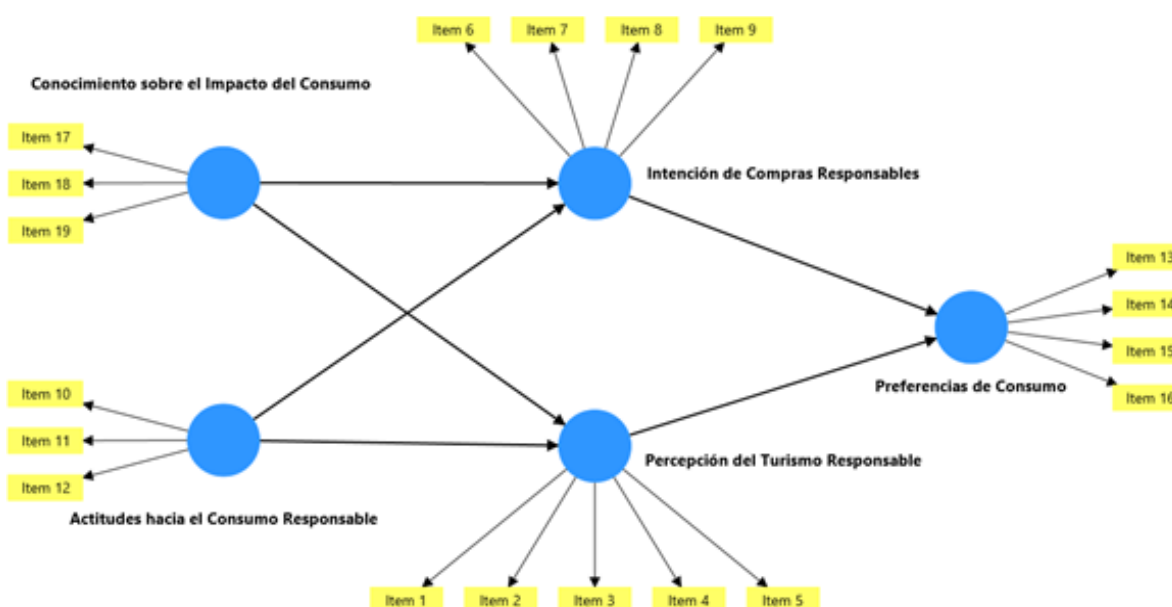
comunidades a comprender mejor las dinámicas de consumo responsable y cómo pueden mejorar la integración del sector turístico con la producción local.

METODOLOGIA

Diseño de modelo de investigación

Esta investigación tiene como finalidad conocer la percepción de la población sobre las preferencias de consumo por parte del turista y las empresas turísticas, analizando las variables, actitudes hacia el consumo responsable, su intención de realizar compras responsables, conocimiento sobre el impacto del consumo y percepción del turismo responsable (Figura 1)

Figura 1.
Modelo teórico de la investigación



Nota: *Elaboración Propia en Smart PLS*

Esta investigación es correlacional-causal, no experimental, transversal, cuantitativa. El universo de estudio está compuesto población de la Riviera Maya, la forma de recolección de datos será mediante instrumento (encuestas), con fuente primaria, y el tipo de muestreo será no probabilístico por conveniencia. (Tabla 1).

Tabla 1.
Diseño metodológico de la investigación

Concepto	Características
Tipo de investigación	Correlacional-causal / No experimental / Transversal / Cuantitativa
Características del Universo	Población de la Riviera Maya
Forma de recolección de datos	Instrumento (Encuestas) / Fuente primaria
Tipo de muestreo	No probabilístico por conveniencia

Fuente: *Elaboración Propia*

Instrumento

El instrumento de recolección de datos está estructurado por 19 ítems distribuidos en las siguientes variables: Percepción de turismo responsable (5 ítems), Intención de compra responsable (4 ítems), Actitudes hacia el consumo responsable (3 ítems), Preferencias de consumo (4 ítems), y Conocimiento sobre el impacto de consumo (3 ítems). El instrumento está en Escala de Likert de 5 puntos, que va desde “completamente de acuerdo” hasta “completamente en desacuerdo” (Tabla 2).

Tabla 2.
Instrumento de recolección de datos

Variable	Ítem	Pregunta
Percepción de turismo responsable	ítem 1	Las empresas turísticas en la Riviera Maya están comprometidas con el uso de recursos locales para sus actividades turísticas
	ítem 2	Las empresas turísticas de la Riviera Maya influyen en la conservación de los recursos naturales de la región
	ítem 3	Las empresas turísticas en la Riviera Maya están haciendo esfuerzos suficientes para promover el consumo responsable entre los turistas
	ítem 4	Las empresas turísticas en la Riviera Maya que usan productos locales afectan la decisión de los turistas de comprar o participar en actividades turísticas.
	Ítem 5	Es importante que las empresas turísticas de la Riviera Maya ofrezcan opciones de consumo responsable en cuanto a los productos que venden o servicios que brindan.
Intención de compra responsable	Ítem 6	Los turistas prefieren apoyar a empresas turísticas que ofrecen productos locales cuando viajan a la Riviera Maya.
	Ítem 7	Los turistas tan dispuesto estarías a pagar más por experiencias turísticas que benefician a las comunidades locales de la Riviera Maya.
	Ítem 8	Los turistas prefieren comprar productos o servicios de empresas turísticas que utilicen recursos naturales de manera responsable en la Riviera Maya.
	Ítem 9	Los turistas estarían dispuestos a pagar un precio más alto por productos o experiencias turísticas que promuevan el respeto por el medio ambiente y los recursos naturales de la Riviera Maya.
Actitudes hacia el consumo responsable	Ítem 10	Los turistas consideran que consumir productos locales en la Riviera Maya beneficia a la comunidad local.
	Ítem 11	Los turistas creen importante que las empresas turísticas en la Riviera Maya utilicen prácticas que minimicen el impacto ambiental, como el uso eficiente de recursos.
	Ítem 12	Cuando los turistas eligen actividades turísticas en la Riviera Maya, prefieren las opciones que promueven el respeto por el medio ambiente y la sostenibilidad.

Preferencias de consumo	Ítem 13	En tu opinión, las prácticas responsables de consumo de las empresas turísticas influyen en la decisión de los turistas de participar en actividades en la Riviera Maya.
	Ítem 14	Estás dispuesto a recomendar a otros turistas que elijan actividades turísticas responsables en la Riviera Maya.
	Ítem 15	Cuando los turistas visitan la Riviera Maya, prefieren consumir productos que provienen de actividades agropecuarias locales en lugar de productos importados.
Conocimiento sobre el impacto de consumo	Ítem 16	El comportamiento de consumo de los turistas en la Riviera Maya influye directamente en la conservación de los recursos naturales del destino.
	Ítem 17	El consumo responsable de productos locales por parte de los turistas durante su visita a la Riviera Maya tiene un impacto positivo en el medio ambiente y las comunidades locales.
	Ítem 18	El consumo responsable de productos locales en la Riviera Maya ayuda a conservar los recursos naturales de la región.
	Ítem 19	Los turistas que viajan a la Riviera Maya se informan sobre el impacto de sus decisiones de consumo, como el tipo de productos que compran o las actividades en las que participan.

Fuente: *Elaboración Propia*

El instrumento incluye 2 variables demográficas. Las variables son género, con opciones de respuesta cerrada, y tiempo de residencia en la región, también con opciones cerradas. (Tabla 3).

Tabla 3.
Variables demográficas

Variable	Tipo de respuesta	Opciones
Género	Cerrada	Hombre / Mujer
Tiempo en la región	Cerrada	No soy de la región, Menos de 3 años, 3 a 5 años, 6 años a 10 años y Más de 10 años

Fuente: *Elaboración Propia*

Analisis de resultados

La evaluación de los modelos de ecuaciones estructurales (PLS-SEM) se realizó en 5 etapas. La etapa 1. Modelo de medida: validez y fiabilidad: esta etapa analiza las cargas externas, Variance Inflation Factor (VIF), Alfa de Cronbach, fiabilidad compuesta y Average Variance Extracted (AVE). La etapa 2. Validez discriminante: esta etapa se verifica que los constructos sean distintos entre sí, utilizando el criterio Fornell–Larcker y el ratio Heterotrait–Monotrait (HTMT). La etapa 3. Colinealidad del modelo interno: mide que no exista multicolinealidad entre los constructos independientes, utilizando el Variance Inflation Factor (VIF). La etapa 4. Resultados del modelo estructural: esta etapa evalúa las relaciones causales entre los constructos, utilizando coeficientes β , errores estándar, valores t y p. Finalmente la etapa 7. Integración y visualización del modelo estimado: representa gráficamente el modelo estimado, considerando los coeficientes de camino, las cargas externas y el valor ρ_c . (Tabla 4).

Tabla 4.
Evaluación de Modelos de Ecuaciones Estructurales (PLS-SEM)

Etapa	Objetivo	Criterio	Parámetro
Etapa 1. Modelo de medida: validez y fiabilidad	Comprobar la calidad psicométrica de los constructos.	Cargas externas, Variance Inflation Factor, Alfa de Cronbach, Fiabilidad compuesta, Average Variance Extracted	Cargas ≥ 0.70 ; VIF ≤ 5 (ideal < 3); Alfa y Fiabilidad ≥ 0.70 ; AVE ≥ 0.50
Etapa 2. Validez discriminante	Verificar que los constructos sean distintos entre sí.	Criterio Fornell-Larcker / Heterotrait-Monotrait ratio	Raíz AVE $>$ correlaciones; HTMT < 0.85
Etapa 3. Colinealidad del modelo interno	Asegurar que no exista multicolinealidad entre constructos independientes.	Variance Inflation Factor	VIF ≤ 5 (ideal < 3)
Etapa 4. Resultados del modelo estructural	Evaluar relaciones causales entre constructos.	Coefficientes β , errores estándar, valores t y p	β significativos; t > 1.96 p < 0.05
Etapa 5. Integración y visualización del modelo estimado	Representar gráficamente el modelo estimado.	Path coefficients, outer loadings, rho_c	Cargas ≥ 0.70 ; rho_c ≥ 0.70 ; p < 0.05

Fuente: *Elaboración Propia*

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Perfil sociodemográfico de los participantes

En la tabla 1 se presentan las características demográficas de los encuestados. En cuanto al género, el 39.1% de los participantes son hombres, mientras que el 60.9% son mujeres. Respecto al tiempo de residencia en la región, el 60.9%, ha vivido en la región por más de 10 años, 21.7% han vivido de 6 a 10 años, el 13% ha vivido en la región entre 3 y 5 años, y solo un 4.3% lleva menos de 3 años en la región.

Tabla 5.
Datos demográficos

Características	N = 115	Porcentaje
Género		
Hombre	45	39.1%
Mujer	70	60.9%
Tiempo en la región		
Menos de 3 años	5	4.3%
3 a 5 años	15	13.0%
6 años a 10 años	25	21.7%
Más de 10 años	70	60.9%

Fuente: *Elaboración Propia*

Modelo de medida: validez y fiabilidad

La tabla 6 presenta los resultados de las propiedades psicométricas, incluyendo cargas factoriales, colinealidad (VIF), consistencia interna (alfa de Cronbach), fiabilidad compuesta (ρ_a y ρ_c) y varianza media extraída (AVE). La variable percepción de turismo responsable mostró cargas factoriales entre 0.144 y 0.758, con un VIF de 1.145 a 1.773, lo que indico no tener colinealidad, pero el alfa mostros una consistencia interna baja ($\alpha = 0.613$) y AVE bajo (0.369). Por su parte, la varible de intención de compra responsable tuvo cargas de 0.591 a 0.712, con VIF entre 1.155 y 1.458, y un AVE de 0.453, lo que indica una consistencia baja.

La variable actitudes hacia el consumo responsable indico una cargas factoriales (0.769 a 0.899) una consistencia interna excelente ($\alpha = 0.749$) y un AVE de 0.667. La variable de preferencias de consumo presentó cargas factoriales bajas en el ítem 13 y 16 (0.174 y -0.235) y un AVE y Alfa baja (0.205 y 0.254). Finalmente, la variable de conocimiento sobre el impacto de consumo tuvo un buen desempeño, con cargas entre 0.703 y 0.836, y un AVE de 0.606, indicando una buena representación en el modelo.

Tabla 6.

Modelo de medida: cargas y fiabilidad (PLS-SEM)

Variable	ítem	Outer loading	VIF	Cronbach's alpha	Composite reliability (ρ_a)	Composite reliability (ρ_c)	Average variance extracted (AVE)
Percepción de turismo responsable	ítem 1	0.742	1.145	0.613	0.634	0.717	0.369
	ítem 2	0.628	1.773				
	ítem 3	0.758	1.387				
	ítem 4	0.554	1.222				
	Ítem 5	0.144	1.307				
	Ítem 6	0.695	1.443				
Intención de compra responsable	Ítem 7	0.712	1.458	0.594	0.597	0.767	0.453
	Ítem 8	0.591	1.155				
	Ítem 9	0.686	1.199				
Actitudes hacia el consumo responsable	Ítem 10	0.776	1.946	0.749	0.757	0.857	0.667
	Ítem 11	0.769	1.367				
	Ítem 12	0.899	2.408				
Preferencias de consumo	Ítem 13	0.174	1.055	0.205	0.005	0.363	0.254
	Ítem 14	0.667	1.060				
	Ítem 15	0.697	1.026				
	Ítem 16	-0.235	1.028				
Conocimiento sobre el impacto de consumo	Ítem 17	0.703	3.653	0.733	0.843	0.821	0.606
	Ítem 18	0.791	3.988				
	Ítem 19	0.836	1.182				

Fuente: *Elaboración Propia mediante Smart PLS*

Validez discriminante

La tabla 7 presenta los resultados del criterio de Fornell-Larcker, con valores para actitudes hacia el consumo responsable (0.817), conocimiento sobre el impacto del consumo (0.779), intención de compras responsables (0.673), percepción del turismo responsable (0.608) y preferencias de consumo (0.504). Las correlaciones más altas se observaron entre actitudes hacia el consumo responsable e intención de compras responsables (0.771) y entre conocimiento sobre el impacto del consumo e intención de compras responsables (0.758), mientras que la relación más baja se presentó entre preferencias de consumo y percepción del turismo responsable (0.482). Estos resultados indican una adecuada validez discriminante del modelo.

Tabla 7.

Validez discriminante: Fornell-Larcker

	Actitudes hacia el Consumo Responsable	Conocimiento sobre el Impacto del Consumo	Intención de Compras Responsables	Percepción del Turismo Responsable	Preferencias de Consumo
Actitudes hacia el Consumo Responsable	0.817				
Conocimiento sobre el Impacto del Consumo	0.696	0.779			
Intención de Compras Responsables	0.771	0.758	0.673		
Percepción del Turismo Responsable	0.731	0.628	0.711	0.608	
Preferencias de Consumo	0.571	0.504	0.695	0.482	0.504

Fuente: *Elaboración Propia mediante Smart PLS*

La tabla 8 muestra los resultados del Heterotrait-Monotrait Ratio (HTMT), con valores entre actitudes hacia el consumo responsable y conocimiento sobre el impacto del consumo (0.804), intención de compras responsables y percepción del turismo responsable (1.064), y preferencias de consumo con intención de compras responsables (1.340). Las relaciones más bajas se observan entre actitudes hacia el consumo responsable y percepción del turismo responsable (0.859), así como entre conocimiento sobre el impacto del consumo y preferencias de consumo (0.769). Estos resultados corroboran que los constructos son conceptualmente diferenciados.

Tabla 8.

Validez discriminante: HTMT

	Actitudes hacia el Consumo Responsable	Conocimiento sobre el Impacto del Consumo	Intención de Compras Responsables	Percepción del Turismo Responsable	Preferencias de Consumo
Actitudes hacia el Consumo Responsable					

Conocimiento sobre el Impacto del Consumo	0.804			
Intención de Compras Responsables	1.165	1.072		
Percepción del Turismo Responsable	0.859	0.818	1.064	
Preferencias de Consumo	1.110	0.769	1.340	1.343

Fuente: *Elaboración Propia mediante Smart PLS*

Colinealidad del modelo interno

La tabla 9 presenta los resultados de los valores de Variance Inflation, los valores obtenidos se mantienen por debajo del umbral de 5, lo que indica la ausencia de problemas de multicolinealidad. Los valores más altos se observaron en intención de compras responsables y percepción del turismo responsable, con 2.023 parecido a Castaño & Barreto (2020), mientras que los valores más bajos se dieron en actitudes hacia el consumo responsable y conocimiento sobre el impacto del consumo, con 1.939. Estos resultados confirman que no existen dependencias entre los constructos, lo que asegura que cada uno aporta información diferenciada al modelo.

Tabla 9.
VIF del modelo estructural

	Actitudes hacia el Consumo Responsable	Conocimiento sobre el Impacto del Consumo	Intención de Compras Responsables	Percepción del Turismo Responsable	Preferencias de Consumo
Actitudes hacia el Consumo Responsable			1.939	1.939	
Conocimiento sobre el Impacto del Consumo			1.939	1.939	
Intención de Compras Responsables					2.023
Percepción del Turismo Responsable					2.023
Preferencias de Consumo					

Fuente: *Elaboración Propia mediante Smart PLS*

Resultados del modelo estructural

La tabla 10 y la figura 2 presenta los resultados de las relaciones estructurales del modelo, mostrando los coeficientes de ruta estimados (O), sus medias (M), desviaciones estándar (STDEV), valores t y valores p asociados. Los resultados destacan la influencia de Actitudes hacia el Consumo Responsable (ACR) sobre Intención de Compras Responsables (ICR) ($\beta = 0.471$, $t = 5.516$, $p = 0.000$), además de que Intención de Compras Responsables

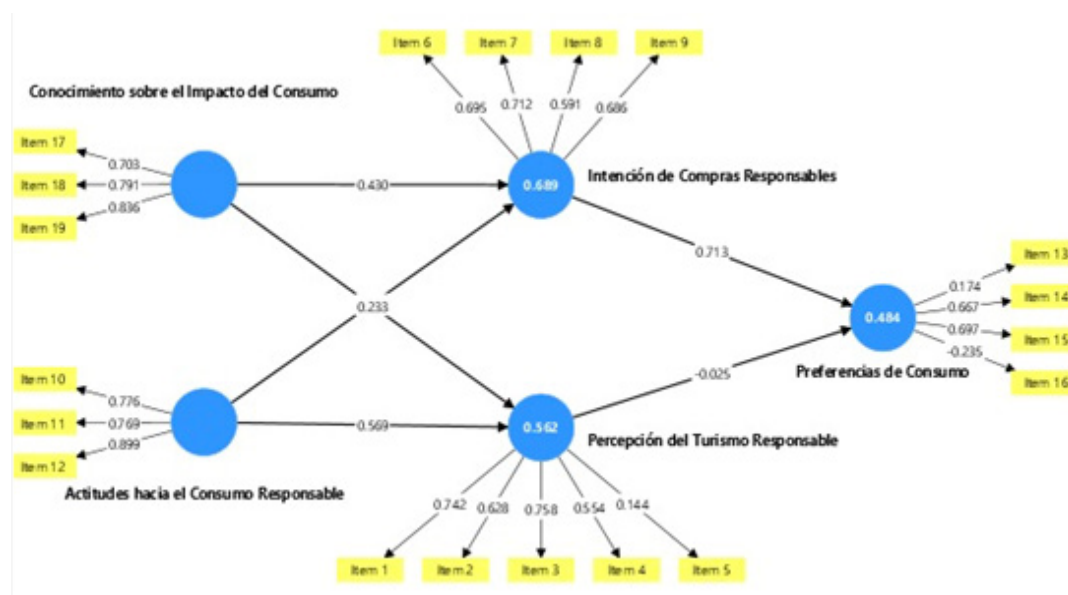
(ICR) predice Preferencias de Consumo (PC) ($\beta = 0.713$, $t = 4.726$, $p = 0.000$), confirmando que la intención de compra responsable influye en las decisiones de consumo de los turistas de acuerdo con (Chong, 2020).

Tabla 10.
Coefficientes de ruta y significancia

	Muestra original (O)	Media de la muestra (M)	Desviación estándar (STDEV)	Estadísticos t (O/STDEV)	Valores p
ACR → ICR	0.471	0.468	0.085	5.516	0.000
ACR → PTR	0.569	0.561	0.116	4.922	0.000
CIC → ICR	0.430	0.432	0.069	6.236	0.000
CIC → PTR	0.233	0.245	0.133	1.743	0.081
ICR → PC	0.713	0.662	0.151	4.726	0.000
PTR → ICR	-0.025	0.045	0.209	0.118	0.906

Fuente: Elaboración Propia mediante Smart PLS. **Nota:** ACR: Actitudes hacia el Consumo Responsable, ICR: Intención de Compras Responsables, PTR: Percepción del Turismo Responsable, CIC: Conocimiento sobre el Impacto del Consumo, PC: Preferencias de Consumo

Figura 2.
Modelo estructural estimado mediante PLS-SEM



Fuente: Elaboración Propia mediante Smart PLS

CONCLUSIONES

Para finalizar, los resultados del modelo de ecuaciones estructurales (PLS-SEM) indicaron que la percepción del turismo responsable no influye significativamente en las preferencias

de consumo de productos locales en la Riviera Maya. A pesar de que se percibe que las empresas turísticas están comprometidas con prácticas sostenibles, esta percepción no parece ser un factor determinante en las decisiones de los turistas al momento de consumir productos locales. Esto puede deberse a que el turismo en la región tiene una fuerte carga emocional y hedonista, con un enfoque en la diversión y el descanso, lo que lleva a que los turistas no prioricen el consumo responsable, incluso si este está relacionado con la sostenibilidad. Por otro lado, la intención de compra responsable indicó una relación directa con las preferencias de consumo local, lo que sugiere que los turistas que muestran una actitud más responsable hacia el consumo tienen a adquirir productos locales. En conclusión, este estudio determinó que factores influyen en las decisiones de consumo de los turistas en la Riviera Maya. Aunque la percepción de turismo responsable no impacta directamente en las preferencias de consumo local, la intención de compra responsable sí juega un papel crucial en este proceso. Estos hallazgos ofrecen una base sólida para futuros estudios sobre la intersección entre turismo, sostenibilidad y consumo local, y pueden ser utilizados por las autoridades locales para desarrollar políticas que apoyen la sostenibilidad en la región.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Barajas, A., Saldaña, T., Aurelia, M., Velázquez, J., & Cue, J. (2017). Política pública para el campo: PROCAMPO en el centro del país* Public policy for rural areas: PROCAMPO in the central region of Mexico. . <https://doi.org/10.29312/remexca.v7i1.379>.
- Bengesi, K., & Abdalla, J. (2018). Forces driving purchasing behaviour of tourists hotels along tourist-agricultural supply chain in Zanzibar. *International Journal of Marketing Studies*, 10, 36. <https://doi.org/10.5539/ijms.v10n2p36>.
- Birch, D., & Memery, J. (2020). Tourists, local food and the intention-behaviour gap. *Journal of Hospitality and Tourism Management*. <https://doi.org/10.1016/j.jhtm.2020.02.006>.
- Castañó, J. C. C., & Barreto, M. L. T. (2020). Turismo e impactos ambientales en tres áreas del casco urbano del municipio de Tequila, Jalisco (México). *Revista Facultad de Ciencias Contables Económicas y Administrativas -FACCEA*, 10(2), 68-78. <https://doi.org/10.47847/facceca.v10n2a1>
- Chong, K. (2020). Los efectos secundarios del turismo de masas: las voces de los isleños de Bali. *Asia Pacific Journal of Tourism Research*, 25 , 157-169. <https://doi.org/10.1080/10941665.2019.1683591>
- Cvijanović, D., Ignjatijević, S., Tankosić, J., & Cvijanović, V. (2020). Do Local Food Products Contribute to Sustainable Economic Development?. *Sustainability*. <https://doi.org/10.3390/su12072847>
- Glišić, S., & Stamenković, P. (2025). Perception of small and medium-sized hotel managers on the economic feasibility of procuring local agricultural products. *Ekonomika*

- Poljoprivrede. <https://doi.org/10.59267/ekopolj2501289g>.
- Hussain, K., Abbasi, A., Rasoolimanesh, S., Schultz, C., Ting, D., & Ali, F. (2022). Local food consumption values and attitude formation: the moderating effect of food neophilia and neophobia. *Journal of Hospitality and Tourism Insights*. <https://doi.org/10.1108/jhti-08-2021-0214>.
- Joaquín, P. (2022, 2 de marzo). Quintana Roo cerró el año de 2021 con más de 14 millones 823 mil visitantes. Coordinación General de Comunicación, Gobierno del Estado de Quintana Roo. <https://cgc.qroo.gob.mx/quintana-roo-cerro-el-ano-de-2021-con-mas-de-14-millones-823-mil-visitantes/>
- Ken-Rodríguez, C. (2013). La influencia de la globalización y los retos para el diseño de políticas públicas adecuadas a la agricultura en Quintana Roo (MPRA Paper No. 76260). Biblioteca de la Universidad de Munich, Alemania.
- Li, H., Wu, T., Ran, J., Zhan, J., & Zhu, Y. (2020). Spatial Coupling Between Specialized Production of Fruits and Vegetables and Front-End Cold-Chain Logistics. *International Journal of Design & Nature and Ecodynamics*, 15, 167-176. <https://doi.org/10.18280/ijdne.150205>.
- Loizou, E., Karelakis, C., Galanopoulos, K., & Mattas, K. (2019). The role of agriculture as a development tool for a regional economy. *Agricultural Systems*. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2019.04.002>.
- Ponce, M. (2020). Distribución de recursos en programas para el Desarrollo Rural en México. *Revista Venezolana de Gerencia*. <https://doi.org/10.37960/revista.v25i89.31535>.
- Qiu, F., Hu, Q., & Xu, B. (2020). Fresh Agricultural Products Supply Chain Coordination and Volume Loss Reduction Based on Strategic Consumer. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17. <https://doi.org/10.3390/ijerph17217915>.
- Schmitt, E., Galli, F., Menozzi, D., Maye, D., Touzard, J., Marescotti, A., Six, J., & Brunori, G. (2017). Comparing the sustainability of local and global food products in Europe. *Journal of Cleaner Production*, 165, 346-359. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.07.039>.
- Secretaría de Turismo del Estado de Quintana Roo. (2022). Hacia un nuevo modelo de desarrollo turístico: Plan Maestro de Turismo Sustentable Quintana Roo 2030. <https://sedeturqroo.gob.mx/pmts2030/index.php>
- Stalmirska, A. (2021). Local Food in Tourism Destination Development: The Supply-Side Perspectives. *Tourism Planning & Development*, 21, 160 - 177. <https://doi.org/10.1080/021568316.2021.1928739>.

Stein, A., & Santini, F. (2021). The sustainability of “local” food: a review for policy-makers. *Review of Agricultural, Food and Environmental Studies*, 103, 77 - 89. <https://doi.org/10.1007/s41130-021-00148-w>.

Stošić, T., Tešanović, D., Pivarski, B., Paunić, M., Jaraković, S., Lazarević, J., Ivanović, V., & Šmugović, S. (2025). The Impact of Pairing Local Food and Wine on the Sustainability of Hospitality Businesses in the Wine Region of Srem (Vojvodina, R. Serbia). *Sustainability*. <https://doi.org/10.3390/su17020476>.



ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

INNOVACIÓN SOCIAL TERRITORIAL EN CONTEXTOS DE POSCONFLICTO: EVALUACIÓN DEL CENTRO POBLADO AGUA BONITA (CAQUETÁ, COLOMBIA), MEDIANTE UN ENFOQUE MULTIDIMENSIONAL DE INDICADORES

Territorial Social Innovation in Post-Conflict Contexts: A Multidimensional Indicator-Based Assessment of the Agua Bonita Settlement (Caquetá, Colombia)

Edgar Martínez Moyano¹

<https://orcid.org/0000-0001-7608-2872>

emartinez@dna.uba.ar

Oscar Raúl Rojas Peña²

<https://orcid.org/0000-0002-9181-8339>

orojas003@ikasle.ehu.eus

Luis Manuel Espinosa Calderón³

<https://orcid.org/0009-0004-0278-7684>

planeaciondc@gmail.com

Maria Juliana Pérez Medina⁴

mjulianaperez@gmail.com

¹Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Buenos Aires C¹⁴²⁵FQB, Argentina.

²Doctorado en Estudios sobre Desarrollo. Universidad del País Vasco. Bilbao, España.

³Maestría en Innovación Social y Territorio. Universidad Pontificia Bolivariana, Bucaramanga-Colombia.

⁴Maestría en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente, Universidad de Manizales, Manizales-Colombia

Fecha recepción: 23 de Octubre de 2022 / Fecha Aprobación: 14 de Diciembre 2022 / Fecha Publicación: 31 de Enero 2023

RESUMEN

Esta investigación presenta el caso del Antiguo Espacio Territorial de Capacitación y Reincorporación (A-ETCR) Agua Bonita, actualmente denominado Centro Poblado Agua Bonita, el cual alberga cerca de 150 personas proceso de reincorporación. Se analiza si esta experiencia puede considerarse un modelo de innovación social territorial, dado el desarrollo de diversos proyectos sociales y productivos que buscan la sostenibilidad, la integración social y la mejora de la calidad de vida en un contexto de paz. Para abordar el proceso, se empleó un enfoque cualitativo que incluyó entrevistas semiestructuradas con actores clave de la comunidad, grupos focales participativos, diálogos con expertos, inmersión de campo y la aplicación de una batería de indicadores de innovación social. Los indicadores analizados abarcan dimensiones como calidad de vida, empoderamiento, apropiación social del conocimiento, sostenibilidad, replicabilidad y escalabilidad. Los resultados sugieren que el Centro Poblado Agua Bonita representa un modelo de innovación social de tipo “Intervención”, categorizado en el nivel TRL 6 (aproximadamente un

Cómo citar:

Martínez Moyano, E., Rojas Peña, O. R., Espinosa Calderón, L. M. & Pérez Medina, M. J. (2023). Innovación social territorial en contextos de posconflicto: evaluación del centro poblado agua bonita (caquetá, colombia), mediante un enfoque multidimensional de indicadores FAGROPEC, 15 (1), ppt. 142-159. <https://doi.org/10.47847/fagropec.v15n1a9>



Este artículo puede compartirse bajo la Licencia Creative Commons (CC BY 4.0).

Rev. FAGROPEC Vol. 15 Num. 1, enero - junio de 2023

66 % de consolidación), con perspectivas de alcanzar su sostenibilidad en un horizonte de 15 años. Además, se generó un documento base, socializado con las instancias asociativas de la comunidad (Asociación, Cooperativa y Junta de Acción Comunal), que permitirá la aplicación periódica de los indicadores y la planificación estratégica para garantizar su cumplimiento.

Palabras claves:

asociatividad, desarrollo comunitario reincorporación, indicadores, medición de la innovación social.

ABSTRACT

This study presents the case of the former Territorial Training and Reintegration Space (A-ETCR) Agua Bonita, currently known as the Agua Bonita Settlement, which hosts approximately 150 individuals undergoing the reintegration process. The research examines whether this experience can be considered a model of territorial social innovation, given the development of diverse social and productive initiatives aimed at sustainability, social integration, and the improvement of quality of life within a peacebuilding context. To address this process, a qualitative approach was employed, including semi-structured interviews with key community stakeholders, participatory focus groups, expert dialogues, field immersion, and the application of a comprehensive set of social innovation indicators. The indicators analyzed encompass dimensions such as quality of life, empowerment, social appropriation of knowledge, sustainability, replicability, and scalability. The results suggest that the Agua Bonita Settlement represents a social innovation model of the “Intervention” type, categorized at Technology Readiness Level (TRL) 6 (approximately 66% consolidation), with prospects of achieving sustainability within a 15-year horizon. Additionally, a baseline document was developed and shared with the community’s associative bodies (Association, Cooperative, and Community Action Board), enabling the periodic application of indicators and supporting strategic planning to ensure their effective implementation.

Keywords:

Associativity, community development, reintegration, indicators, social innovation measurement.

.....

INTRODUCCIÓN

Colombia ha atravesado un conflicto interno prolongado que ha tenido profundas repercusiones en su desarrollo social, político y económico (Hernández et al., 2017). Sus raíces se remontan a la década de 1940, cuando la violencia partidista y la exclusión política generaron un ambiente propicio para el surgimiento de movimientos insurgentes como las Fuerzas Armadas Revolucionarias de Colombia (FARC-EP) y el Ejército de Liberación Nacional (ELN) (Ríos, 2016). A lo largo de los años, factores como la desigual distribución de la tierra, la pobreza, la exclusión social y las restricciones impuestas por el Frente Nacional contribuyeron a la consolidación del conflicto (Álvarez, 2017).

A finales del siglo XX y principios del XXI, los gobiernos de Andrés Pastrana Arango (1998-2002), Álvaro Uribe Vélez (2002-2010) y Juan Manuel Santos Calderón (2010-2018) implementaron estrategias diversas para abordar la crisis. Sin embargo, fue durante el mandato de Santos que se logró un acuerdo de paz con las FARC-EP, tras cuatro años de negociaciones en La Habana, Cuba. Este proceso culminó el 24 de noviembre de 2016 con la firma del “Acuerdo para la Terminación del Conflicto y la Construcción de una Paz Estable y Duradera”, marcando el final del conflicto armado más prolongado del hemisferio occidental (Gobierno Nacional de Colombia & FARC-EP, 2016).

En el periodo de posconflicto, se establecieron Espacios Territoriales de Capacitación y Reincorporación (ETCR) con el objetivo de facilitar la transición de los excombatientes a la vida civil. En este contexto, el Centro Poblado Agua Bonita, antes conocido como A-ETCR Agua Bonita, ha surgido como un modelo de innovación social territorial, promoviendo proyectos productivos y comunitarios orientados a la sostenibilidad y la mejora de la calidad de vida (Agudelo, 2017; Rojas et al., 2024).

El presente estudio de caso busca analizar si la experiencia del Centro Poblado Agua Bonita puede considerarse un modelo de Innovación Social Territorial (IST) y si sus estrategias pueden servir como referencia en procesos de construcción de paz, tanto en Colombia como en otras regiones con condiciones similares.

METODOLOGÍA

Paradigma de investigación

Este estudio se fundamenta en el paradigma hermenéutico-interpretativo, que permite analizar e interpretar la realidad social a partir de experiencias de los actores involucrados (Castrillón, 2020). Este enfoque cualitativo se centra en el estudio de las experiencias de vida y en la comprensión del contexto en el que se desarrolla el proceso de reincorporación en el Centro Poblado (Fuster, 2019). La perspectiva hermenéutica resulta pertinente para analizar la configuración del territorio como un espacio de innovación social territorial y construcción de paz, especialmente tras la firma del acuerdo de paz en el año 2016.

Tipo de investigación

El estudio se enmarca en un enfoque cualitativo, entendido como un procesos que permite al investigador acercarse de manera inductiva a las dinámicas sociales para describir, analizar y comprender las transformaciones en curso (Núñez & Calderón, 2021). Se aplicó una metodología participativa y de consulta que permitió evidenciar las condiciones actuales de los medios de vida de los habitantes. Se analizaron los aciertos y desafíos en la implementación de los proyectos productivos y el proceso de integración comunitaria, de acuerdo con los parámetros establecidos por la Agencia para la Reincorporación y la Normalización (ARN) (Sierra, 2019).

Estrategia metodológica

Para la recolección de información, se utilizaron diversas estrategias metodológicas. Se realizaron entrevistas semiestructuradas con actores clave de la comunidad, grupos focales participativos, consultas bibliográficas, observación directa y diálogos con expertos en el tema.

El estudio de caso fue la estrategia metodológica central, siguiendo la postura de Max Weber sobre la acción social en contexto (Enrique & Barrio, 2018). Esta estrategia es fundamental en la investigación cualitativa, ya que permite analizar un fenómeno específico desde múltiples perspectivas y con un enfoque integral (Chaves, 2012). El estudio de caso fue complementado con técnicas como el análisis documental y la triangulación de fuentes para mejorar la validez de los resultados (Ramírez & Hervis, 2019).

Población y muestra

La población objeto del estudio está conformada por los habitantes del Centro Poblado Agua Bonita en La Montañita, Caquetá, quienes incluyen excombatientes de las FARC-EP, sus familias y miembros de la comunidad aledaña (Figura 1). También se consideró la participación de actores externos vinculados al proceso de reincorporación, como organismos de cooperación internacional, instituciones gubernamentales, la academia y organizaciones de la sociedad civil.

Dado que la investigación se fundamenta en técnicas cualitativas, no se estableció una muestra estadística específica. En su lugar, la recolección de información se basó en entrevistas semiestructuradas, grupos focales y observación directa, asegurando la inclusión de diversas perspectivas y experiencias dentro del proceso de reincorporación con la totalidad de los participantes.

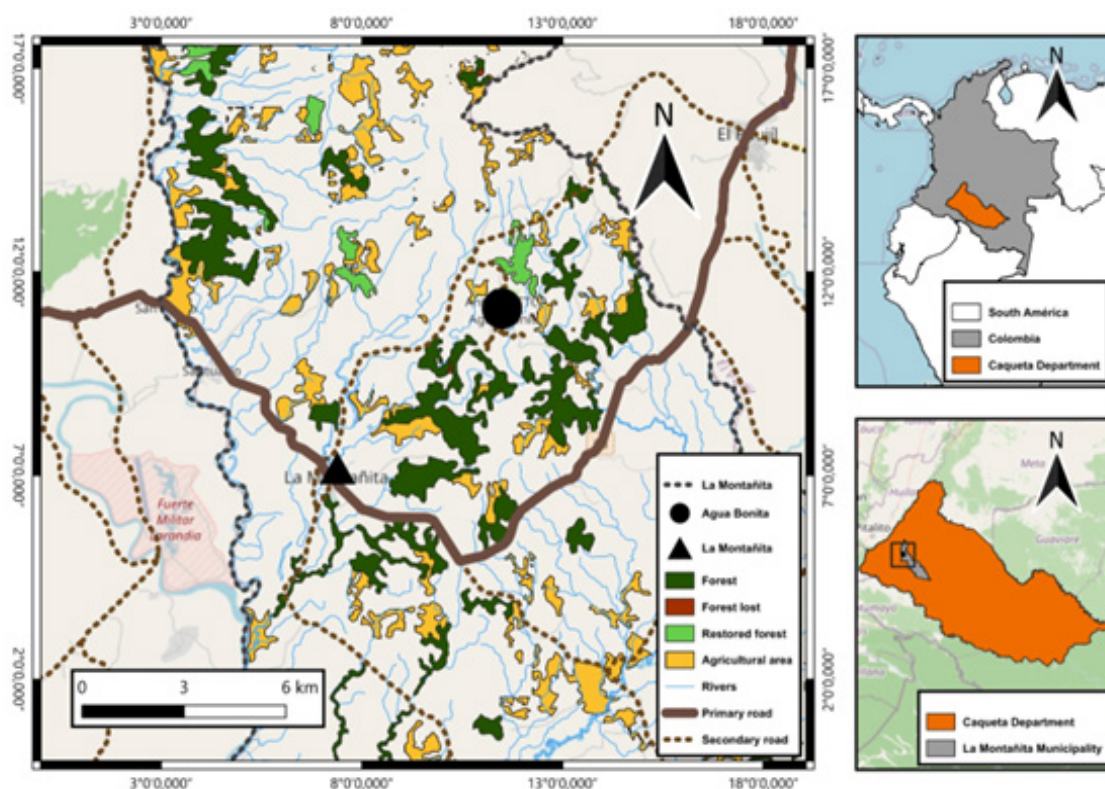
Técnicas de recolección de información

1. Un primer grupo conformado por 12 directivos de las figuras organizativas locales, incluyendo la Asociación (5 miembros), la Cooperativa Multiactiva para el buen vivir (4 miembros) y la Junta de Acción Comunal (3 miembros).

2. Un segundo grupo con representantes de la institucionalidad pública, privada y de cooperación internacional, que han apoyado el proceso durante los últimos cinco años. En este participaron representantes de diez organizaciones, entre ellas la Universidad de la Amazonía, Servicio Nacional de Aprendizaje-SENA, Agencia de Reincorporación Nacional-ARN, Gobernación del Caquetá, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo-PNUD, Alcaldía de La Montañita, Universidad Nacional Abierta y a Distancia-UNAD, Corpomanigua, Red Adelco y el Fondo Noruego para los Refugiados.
3. Un tercer grupo compuesto por 53 voluntarios de la comunidad que forman parte de los diferentes comités organizativos de la comunidad (Comité deportivo, salud, cultura, aseo, adulto mayor, mujeres, jóvenes, discapacitados, niñez, servicios públicos, educación y política).

Figura 1.

Ubicación del Centro poblado Agua Bonita, municipio de la Montañita, Caquetá, Colombia.



Fuente: elaboración propia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Determinación de la experiencia desarrollada por los antiguos excombatientes de las FARC – EP en el Centro poblado Agua Bonita del municipio de La

Montañita, en el Departamento del Caquetá, para considerarlo un modelo de innovación social territorial referente en la construcción de paz en Colombia.

Para el cumplimiento de este objetivo se evaluaron los siguientes aspectos:

Componente Social:

Se indago sobre: ¿beneficia a un grupo significativo de personas, contribuye a la reducción de la pobreza o a una mejor calidad de vida del grupo o colectivo objeto del proyecto?

De acuerdo con el trabajo de campo adelantado y al censo poblacional que tiene la junta de acción comunal del Centro Poblado (2023) se encontró que en la actualidad hay 330 habitantes de los cuales 157 son excombatientes de las FARC-EP, 153 son familiares de estos y 20 son personas de las comunidades aledañas que han visto en el Centro poblado una opción de vida. Sin embargo, cuando se solicita esta información al director de la ARN, manifiesta que en el año 2017 en la fase de reincorporación temprana y estabilización (Zona veredal Agua Bonita) cumplieron requisito 275 excombatientes, los cuales percibían la denominada renta básica, la que corresponde a un pago de 0.9 SMMLV.

También según el ex director de la ARN en el momento de hacer entrega de su cargo en el mes de marzo del 2022, asegura que suscribió aval para un total de 276 raciones alimentarias mensuales, que corresponden a parte del apoyo que el Gobierno Nacional otorga en la ruta de reincorporación, a través de la entidad que el representaba.

Al plantear la diferencia que existe entre el número de raciones alimentarias y el número de excombatientes que actualmente habita el centro poblado, manifestó que los excombatientes nunca permitieron hacer un censo real de las personas que allí habitan y que el mayor número de personas que ellos muestran es una forma que les permite obtener más y mejores beneficios del Gobierno para poder sostener sus familias. Finalmente, esta dinámica se ha utilizado como un mecanismo generador de confianza entre la ARN y los líderes de los excombatientes.

Adicionalmente, de acuerdo con las cifras de la ARN al hacer un comparativo de la situación inicial (2017) de los excombatientes, a la fase actual del proceso de reincorporación se evidencia mejoramiento de las condiciones de vida dado la implementación de proyectos productivos, la asociatividad y la mejoría en sus ingresos económicos, dado la garantía de ingresos mensuales a través de la renta básica, también complementada con la generación de ingresos de los proyectos productivos y de la empleabilidad de los habitantes, como es el caso de la base humanicemos que corresponde al desminado humanitario apoyado por la cooperación internacional.

Genuina:

¿Nace conjuntamente de los posibles beneficiarios y de actores comprometidos en el proceso? ¿Identifica necesidades / problemáticas claras y concretas de un contexto

específico?

Si bien la conformación del Centro Poblado Agua Bonita fue resultado de un mandato legal derivado de los acuerdos de paz firmados en el año 2016, su consolidación ha sido un proceso endógeno impulsado inicialmente por los excombatientes. Posteriormente, la llegada de sus familias y el apoyo de diversas instituciones, tanto públicas como privadas, así como de organismos de cooperación internacional y la academia, han fortalecido su desarrollo y sostenibilidad.

A diferencia de otros AETCR en Colombia, el Centro Poblado se ha distinguido por su baja tasa de deserción, el crecimiento sostenido de su población y la consolidación de un modelo organizativo basado en la gobernanza colectiva. Este modelo ha permitido la articulación entre la asociación, la cooperativa y la junta de acción comunal, facilitando la planificación y ejecución de iniciativas de desarrollo comunitario.

Uno de los factores que ha contribuido a la sostenibilidad del Centro Poblado ha sido la adquisición del predio de 170 hectáreas por parte de los reincorporados, donde se encuentran asentados, mediante recursos propios de los excombatientes. Esta acción ha reforzado su sentido de pertenencia y compromiso con el territorio, consolidando un entorno en el que las dinámicas de reincorporación están enmarcadas dentro de procesos de innovación social territorial. La estructura organizativa de esta población permite una gobernanza participativa, en la que la toma de decisiones y la implementación de proyectos se realizan de manera colectiva y concertada entre sus habitantes y los aliados estratégicos que han acompañado el proceso.

Originalidad:

Así tome de ejemplo procesos, procedimientos o metodologías de casos similares o contextos afines, ¿es una iniciativa propia y no se ha llevado a cabo dentro del mismo contexto o en contextos afines de la misma localidad?

Esta comunidad ha venido evolucionando como una iniciativa autónoma liderada por sus propios actores. Inicialmente estructurado a partir de un mandato legal de la Reincorporación Nacional de excombatientes, su desarrollo ha sido impulsado por estos, quienes han conformado un modelo organizativo basado en la Asociación, la Cooperativa y la Junta de Acción Comunal. Esta estructura ha permitido consolidar un enfoque innovador de reincorporación y desarrollo territorial, convirtiéndolo en un caso único a nivel mundial para poblaciones de este tipo.

El reconocimiento del Centro Poblado ha trascendido el ámbito local, logrando su integración en espacios de toma de decisión a nivel departamental y nacional. Ha sido reconocido formalmente en instancias como el Consejo Departamental de Política Social (CODPOS), el Consejo Territorial de Planeación Departamental (CTPD) y el Consejo Departamental de Paz, lo que ha facilitado su articulación con la institucionalidad pública y ha fortalecido su incidencia en procesos de desarrollo territorial.

Desde una perspectiva más amplia, la experiencia del Centro Poblado ha despertado el interés de otras comunidades en proceso de reincorporación. Delegaciones de diversos AETCR han visitado el territorio para conocer de cerca las estrategias implementadas y han solicitado orientación a sus líderes, promoviendo la transferencia de conocimientos y la réplica de buenas prácticas.

Además, las comunidades aledañas han establecido vínculos con el Centro Poblado, generando un intercambio de experiencias comunitarias que favorece el aprendizaje mutuo y el fortalecimiento del tejido social en la región. Estas visitas y solicitudes de acompañamiento refuerzan el papel del como un referente en innovación social y territorial en el contexto de la reincorporación.

El carácter innovador de esta experiencia radica en su capacidad de combinar la autogestión de los excombatientes con el respaldo de instituciones públicas y organismos de cooperación internacional. Esto ha permitido consolidar un modelo sostenible de reincorporación, en el que la autonomía y la integración territorial han sido clave para la estabilidad del proceso y el bienestar de la comunidad.

Vigencia:

¿Responde a necesidades /problemáticas actuales?

El Centro Poblado se ha consolidado como un proyecto de vida no solo para los excombatientes, sino también para sus familias y las comunidades aledañas. Esto se refleja en el crecimiento de su población ya que pasaron inicialmente de 120 personas (Martínez-Moyano et al., 2018) a 150 personas en la actualidad (Rojas & Martínez-Moyano, 2022), en la dinámica socioeconómica generada y en la planificación estratégica que proyecta su desarrollo hasta el año 2030. En este documento de planeación se identifican y priorizan las problemáticas existentes, así como las estrategias necesarias para su solución.

Además, de acuerdo con las políticas actuales del Gobierno Nacional, los excombatientes recibirán apoyo estatal durante los próximos cuatro años (2026-2030), en concordancia con el nuevo periodo del mandato presidencial. La continuidad de este respaldo dependerá de las decisiones adoptadas por futuras administraciones, dado que se trata de una medida sujeta a la discrecionalidad gubernamental.

En el marco de la política de paz promovida por el gobierno actual, denominada “Paz Total”, se plantea la ampliación del modelo AETCR para facilitar la transición de nuevos grupos desmovilizados hacia la vida civil. Este enfoque busca replicar la experiencia como un modelo exitoso de reincorporación, promoviendo su sostenibilidad y fortaleciendo el tejido social de la comunidad.

Consolidación:

¿Ha superado una fase de experimentación inicial, es decir, nace de un proyecto de

trabajo previo en donde se han probado alternativas?

El Centro ha superado con éxito la fase de experimentación inicial, evolucionando desde las zonas transitorias de concentración veredal establecidas tras los acuerdos de paz. Posteriormente, el Gobierno Nacional creó los Espacios Territoriales de Capacitación y Reincorporación (ETCR). No obstante, en este caso particular, el proceso de reincorporación trascendió su naturaleza temporal y se consolidó en un centro poblado formal. En la fase actual, correspondiente a la reincorporación a largo plazo, se han ampliado las oportunidades institucionales y se han fortalecido las capacidades individuales y colectivas de los habitantes.

Los componentes clave de esta nueva etapa incluyen el acceso a la educación, la consolidación de la sostenibilidad económica mediante proyectos productivos, el fortalecimiento de la infraestructura habitacional y de servicios, el bienestar psicosocial integral, el acceso a la salud, la integración comunitaria y el fortalecimiento de los vínculos familiares. La evolución de estos elementos ha permitido consolidar un modelo sostenible que ha trascendido su fase experimental y se proyecta como una experiencia replicable en otros contextos de reincorporación.

Expansiva:

¿podría ser útil o replicable en otro lugar o a mayor escala (o ambos)?

El proceso de reincorporación llevado a cabo se considera una experiencia exitosa que puede ser replicable tanto a nivel nacional como internacional en comunidades con características similares. Su aplicabilidad no se limita únicamente a excombatientes, sino que puede ser un modelo viable para poblaciones rurales que buscan procesos de desarrollo basados en la autogestión y la asociatividad.

El éxito del modelo radica en las personas que han sido parte activa del proceso y en la capacidad de adaptación del esquema a los diferentes contextos en los que pueda ser implementado. La flexibilidad en la aplicación del modelo es clave, ya que debe ajustarse a las capacidades y enfoques de medios de vida específicos de cada comunidad en función de su realidad socioeconómica y cultural.

La ARN en conjunto con la Misión de Verificación de la ONU, ha realizado una evaluación de las experiencias exitosas y los desafíos del proceso. Este análisis ha servido como base para la generación de conocimiento que permitirá la implementación del modelo en otros centros poblados y en futuros procesos de reincorporación. De esta manera, la experiencia se proyecta como un referente en innovación social territorial para otras comunidades en búsqueda de sostenibilidad y desarrollo.

Transformadora:

¿Busca generar impactos concretos desde principios de desarrollo social, cobertura, ingreso, empleo, participación, rendimiento, cultura, calidad de vida, gestión y creación de oportunidades o cambio de prácticas sociales que no han sido tan positivos para la comunidad?

A través de la estructuración de programas educativos y formativos, U un alto número excombatientes (cerca de 80) (Martinez-Moyano et al., 2018), han podido acceder a educación formal e informal desde distintas Instituciones de Educación superior del país. En términos de salud, aunque la cobertura aún es limitada, la mayoría de los habitantes están afiliados al régimen subsidiado, y aquellos con empleos formales han ingresado al régimen contributivo. Además, las iniciativas culturales y deportivas promovidas dentro han contribuido a la eliminación del estigma social asociado a su pasado, fortaleciendo su autoestima y sentido de pertenencia.

En conclusión, la experiencia se ha consolidado como un modelo de innovación social territorial con un impacto positivo en el desarrollo humano de sus habitantes. Los resultados obtenidos hasta la fecha indican que este modelo no solo ha facilitado la transición de los excombatientes a la vida civil, sino que también ha generado oportunidades de inclusión y desarrollo en la comunidad, consolidándose como un referente clave en la construcción de paz en Colombia.

Definición del tipo de innovación social territorial que se está desarrollando por los excombatientes de las FARC-EP en el centro poblado Agua Bonita, en el municipio de la Montañita en el departamento del Caquetá.

Gestión de las ideas y de la creatividad

¿Cómo se gesta la idea del proyecto en la comunidad?

Tras la firma de los Acuerdos de Paz 2016, el Gobierno Nacional y las FARC-EP iniciaron la implementación de los compromisos pactados, entre ellos la dejación de armas y la reincorporación de los excombatientes a la vida civil. Para este propósito, se establecieron 24 zonas veredales en diferentes regiones del país. En el departamento del Caquetá, se crearon dos: una en San Vicente del Caguán, denominada “Miravalle”, y otra en La Montañita, conocida como “Agua Bonita”, que constituye el foco de este estudio.

Como parte del proceso de normalización, cada excombatiente recibió una asignación única de dos millones de pesos. En Agua Bonita, la comunidad decidió colectivamente destinar un millón de pesos a la constitución de la Cooperativa Multiactiva, con el objetivo de desarrollar proyectos productivos, y el otro millón a la compra del predio donde actualmente se ubica el Centro Poblado. Este esfuerzo no solo permitió asegurar un territorio propio, sino que también fomentó el arraigo y la construcción de un proyecto de vida sostenible a largo plazo.

A partir de esta base, la cooperativa, además de la compra del terreno financiada en parte con los fondos iniciales y complementada con pagos semestrales, impulsó diversos proyectos productivos, especialmente en el sector agropecuario. Estos proyectos contaron con el respaldo de múltiples actores, incluidas entidades públicas, organizaciones privadas, agencias de cooperación internacional y la academia. Esta sinergia de esfuerzos ha permitido que los proyectos productivos sean la piedra angular del arraigo territorial y la generación de ingresos sostenibles para los habitantes.

Con el paso del tiempo, la zona veredal se convirtió en un polo de atracción no solo para los excombatientes, sino también para sus familias y la comunidad aledaña. Este crecimiento poblacional ha generado nuevas dinámicas económicas y sociales, consolidando al Centro como un espacio organizado y con identidad propia. Su evolución refleja el impacto positivo del modelo de reincorporación, evidenciado en la estabilidad territorial, el desarrollo económico y la cohesión social alcanzados hasta la fecha.

- ¿Qué actores estuvieron involucrados?

El proceso de consolidación del Centro ha contado con la participación de diversos actores, incluyendo excombatientes de las FARC-EP provenientes de los frentes primero, tercero, catorce y quince. La institucionalidad nacional ha desempeñado un rol fundamental a través de entidades como la Oficina del Alto Comisionado para la Paz, la ARN, Gobernación del Caquetá y la Alcaldía de La Montañita.

Asimismo, organismos de cooperación internacional, encabezados por varias agencias del sistema de Naciones Unidas, han brindado apoyo estratégico y financiero. En el ámbito académico, instituciones como la Universidad de la Amazonía, la UNAD, la Universidad Nacional de Colombia y SENA han facilitado procesos formativos y técnicos que han contribuido a fortalecer las capacidades de los habitantes del centro poblado.

Es importante destacar el papel de la comunidad residente en las veredas aledañas a Agua Bonita, quienes han desempeñado un rol crucial en el proceso de integración. Su disposición para trabajar conjuntamente con los excombatientes ha sido clave en la construcción de confianza y en la consolidación de un entorno propicio para la reincorporación efectiva a la vida civil. Este acompañamiento ha permitido fomentar el desarrollo de actividades productivas y la cohesión social, evidenciando el impacto positivo del modelo implementado en el Centro

- ¿Hay proyectos o iniciativas concretos para resolver el problema?

Se creó la Cooperativa Multiactiva para el Buen vivir, a través de la cual han implementado diversos proyectos productivos. Entre estos destacan la producción piscícola, el cultivo de piña, un complejo panelero, una planta de transformación de frutas y verduras, una tienda comunitaria, una fábrica de calzado y morrales, así como iniciativas de ecoturismo. Más recientemente, la conformación de la Junta de Acción Comunal ha permitido avanzar en el reconocimiento del Centro Poblado como un asentamiento formal dentro del municipio de La Montañita.

Aunque han enfrentado desafíos, sus condiciones actuales son notablemente superiores a las que tenían durante su vida en la clandestinidad. La organización y la gestión colectiva han sido fundamentales para alcanzar estos avances.

Con el apoyo de la Escuela Superior de Administración Pública (ESAP), se llevó a cabo un diplomado en Liderazgo Comunitario, donde los participantes adquirieron herramientas para fortalecer la planificación estratégica de su territorio. Como resultado, elaboraron un plan de desarrollo con un horizonte hasta el año 2030, en el cual se establecen líneas

estratégicas, programas y proyectos con el respaldo del Gobierno Nacional, autoridades locales y organismos de cooperación internacional.

- ¿Hay reconocimiento de quiénes son y cómo participan los diferentes actores en ese proyecto o iniciativa?

Los excombatientes participan activamente en las tres principales figuras organizativas creadas en el marco del proceso de reincorporación: la asociación, la cooperativa y la junta de acción comunal. La toma de decisiones en estas estructuras se lleva a cabo de manera democrática a través de asambleas generales, en las cuales se eligen las juntas directivas y las representaciones legales. Sin embargo, se ha identificado una preocupación recurrente por parte de la población joven, quienes expresan su descontento por la falta de representación en estas instancias de poder y toma de decisiones.

Conforme ha avanzado el proceso de reincorporación, la comunidad ha logrado generar vínculos de confianza con la institucionalidad, la academia y la cooperación internacional. Como resultado de estos esfuerzos, sus integrantes han conseguido representación en distintos cuerpos colegiados de orden regional que apoyan la construcción de paz y el desarrollo territorial.

Entre los espacios donde han logrado participación destacan el Consejo Departamental de Mujer, el Consejo Departamental de Política Social, el Consejo Departamental de Paz, la Asociación de Juntas de Acción Comunal Departamental, la Red de Cooperativas Multiactivas de Colombia, el Partido Comunes y el Consejo Territorial de Planeación, tanto a nivel municipal en La Montañita como a nivel departamental en Caquetá.

Este reconocimiento en diferentes instancias de gobernanza y planificación ha permitido que la comunidad del Centro Poblado fortalezca su incidencia en políticas locales y regionales, consolidando su modelo de reincorporación como un referente de participación y desarrollo sostenible.

Gestión del desarrollo interactivo aplicativo

- ¿Existen funciones o roles o responsabilidades para los participantes?

Para garantizar la continuidad del respaldo institucional y los beneficios económicos, los excombatientes deben cumplir con los requisitos establecidos en la ruta de reincorporación liderada por la ARN. Dentro de estos requisitos se incluyen procesos de formación, integración al mercado laboral, sostenibilidad económica, acceso a vivienda, bienestar psicosocial, gestión de la salud y fortalecimiento de la comunidad y la estructura familiar. El Gobierno Nacional ha definido indicadores de seguimiento para evaluar el cumplimiento de estos aspectos y medir el impacto del proceso de reincorporación.

Por otro lado, las juntas directivas de las tres principales figuras organizativas dentro del Centro Poblado la asociación, la cooperativa y la junta de acción comunal han establecido roles y responsabilidades específicas para los colaboradores que integran cada una de estas instancias. Estas funciones están definidas en los estatutos de cada entidad y buscan garantizar una gestión eficiente y democrática de los recursos y proyectos del

Centro Poblado.

- ¿La ejecución del proyecto ha facilitado la construcción de vínculos y relaciones con actores externos a la comunidad?

La ejecución del proyecto ha fortalecido significativamente los lazos del Centro Poblado en donde la institucionalidad pública y privada ha desempeñado un papel clave en la consolidación del proyecto, brindando apoyo técnico, financiero y logístico. Instituciones académicas han colaborado mediante programas de formación y asesoramiento en proyectos productivos, mientras que organismos de cooperación internacional han facilitado recursos y han promovido la experiencia del Centro Poblado como un modelo de reincorporación exitoso.

- ¿Cómo se mantiene el proceso o proyecto? ¿Hay alguna visión o planteamiento de viabilidad económica o de sostenibilidad?

La visión de esta comunidad se ha ido consolidando progresivamente entre los excombatientes y demás habitantes. No obstante, después de cinco años de implementación del proceso de paz, la mayoría de los proyectos productivos están en fase de alcanzar punto de equilibrio. Como resultado, persiste una alta dependencia de las transferencias monetarias proporcionadas por el Gobierno Nacional, equivalente a 0.9 SMMLV que cada excombatiente recibe mensualmente. Además, aproximadamente el 40% de la población económicamente activa genera ingresos a través de diversas actividades laborales, como el trabajo en jornales, escoltas, desminado humanitario y otras actividades.

Un paso clave hacia la sostenibilidad ha sido la planificación estratégica a largo plazo. Los resultados del diplomado en Liderazgo Comunitario ofrecido por la Escuela Superior de Administración Pública (ESAP) han contribuido a estructurar un plan estratégico con metas definidas hasta el año 2030. Este plan abarca la consolidación de la visión y misión del Centro Poblado, estableciendo programas y proyectos que buscan garantizar su viabilidad con el respaldo del Gobierno Nacional, las autoridades locales y la cooperación internacional.

El éxito de este modelo dependerá de la diversificación de fuentes de financiamiento, el fortalecimiento de capacidades productivas de la comunidad y la construcción de alianzas estratégicas que faciliten el acceso a mercados y recursos que permitan reducir progresivamente la dependencia de las transferencias estatales y garantizar la sostenibilidad del Centro Poblado a largo plazo.

Gestión del proceso

- ¿Se perciben soluciones creativas para resolver problemas de sostenibilidad o continuidad?

Para enfrentar los desafíos de sostenibilidad y continuidad, el Centro Poblado ha adoptado soluciones innovadoras que fortalecen su posicionamiento y acceso a nuevas oportunidades:

- **Turismo experiencial y ecoturismo:** se ha aprovechado la notoriedad alcanzada a nivel local, nacional e internacional para atraer visitantes interesados en el turismo experiencial, permitiendo que personas externas conozcan de primera mano la historia y transformación de los excombatientes, además de disfrutar de procesos de ecoturismo en el cual se hace recorrido ecológico por todo el lugar.
- **Aprovechamiento del contexto político actual:** Dado que el actual Gobierno Nacional se identifica con una ideología progresista y está comprometido con la implementación de la política de “Paz Total”, el Centro Poblado busca consolidar y fortalecer lo logrado hasta ahora mediante el aprovechamiento de nuevos espacios de apoyo gubernamental y de cooperación internacional.
- **Gestión política y socialización de propuestas:** Actualmente, las directivas del Centro Poblado están preparando un documento estratégico que será presentado a los Senadores y Representantes del Partido Comunes (cinco senadores y cinco representantes), así como al Representante a la Cámara elegido por las víctimas en el departamento del Caquetá. La finalidad es lograr la inclusión de sus programas y proyectos dentro del Plan Nacional de Desarrollo “Colombia Potencia Mundial Para la Vida 2022-2026”, asegurando así respaldo institucional y recursos para la consolidación del proceso de reincorporación.

Gestión de las oportunidades y gestión del cambio / apropiación social y capital social formado en aplicación de nuevos procesos.

-¿Qué resultados y beneficios le ha generado a la comunidad, que les motiven a pensar en colaborar con otras poblaciones?

El Centro Poblado se ha convertido en un referente para el desarrollo de diversas actividades de integración comunitaria, fortaleciendo la cohesión social y promoviendo espacios de intercambio con otras poblaciones. Entre las iniciativas más destacadas se encuentran:

- **Campeonatos de fútbol:** aprovechando la cancha sintética con la que cuentan, lo que ha permitido la integración de jóvenes y adultos de comunidades aledañas.
- **Bazares de integración:** en los cuales se han utilizado tradiciones locales como los desafíos de gallos como punto de encuentro comunitario.
- **Festival de murales “Caquetá se pinta de colores”:** que ya cuenta con cinco ediciones y ha servido para embellecer el territorio, promover la identidad cultural y generar reconocimiento a nivel regional y nacional.
- **Turismo experiencial y comunitario:** permitiendo que visitantes nacionales e internacionales conozcan de primera mano la transformación y experiencia de los excombatientes, promoviendo una visión renovada de la reincorporación y la construcción de paz.

Estos logros han motivado a la comunidad a extender su experiencia y colaborar con otras poblaciones en procesos similares, compartiendo conocimientos y estrategias que han facilitado su integración social, económica y cultural. Esta apertura ha contribuido a la creación de redes de apoyo y al fortalecimiento de la reconciliación en el territorio, junto con otras comunidades con características similares que pueden adaptar estas mismas metodologías (Gutiérrez-Rojas et al., 2026).

- ¿En qué otros escenarios han podido compartir aprendizajes obtenidos del proyecto?

Las personas que desempeñan roles de liderazgo dentro del Centro Poblado han sido invitadas constantemente por organizaciones locales, regionales, nacionales e internacionales para compartir su experiencia, debido a que su proceso de reincorporación es considerado un referente en Colombia.

Uno de los casos más emblemáticos es el de los excombatientes vinculados a la Base Humanicemos, una iniciativa de desminado humanitario financiada principalmente con recursos del Fondo Noruego para los Refugiados. Gracias a los logros alcanzados y los altos indicadores de gestión, este programa se ha convertido en un referente a nivel nacional y ha inspirado otras dinámicas similares en distintas regiones del país.

Adicionalmente, los equipos técnicos de verificación de la Misión de la ONU y los delegados de los gobiernos garantes del Proceso de Paz han utilizado encuentros y reuniones para exponer los aportes logrados por la Base Humanicemos, actualmente localizada en el Centro Poblado. En estos espacios, se presentan los avances y metas alcanzadas en materia de reincorporación, fortaleciendo el reconocimiento del proceso y promoviendo su replicabilidad en otros territorios.

Estas oportunidades de compartir experiencias han permitido que los excombatientes no solo transmitan su conocimiento, sino que también generen redes de colaboración con otras comunidades en proceso de reincorporación y desarrollo, consolidando así un modelo sostenible de transformación social.

- ¿Cómo han organizado y sistematizado los aprendizajes?

Los excombatientes del Centro aún no cuentan con la capacidad suficiente para sistematizar de manera autónoma sus procesos de generación de conocimientos y aprendizajes. Sin embargo, este desafío ha sido abordado a través de alianzas estratégicas con universidades y centros de investigación que han asumido la tarea de documentar y analizar su proceso de reincorporación.

Un caso destacado es el presente estudio, cuyo objetivo es generar un proceso académico que permita consolidar una línea base en innovación social territorial. Esto busca no solo documentar la experiencia del Centro Poblado, sino también motivar el desarrollo de iniciativas similares que faciliten a los excombatientes la adquisición de herramientas para la gestión efectiva de su reincorporación (Martínez-Moyano et al., 2025).

La colaboración con instituciones académicas ha permitido estructurar metodologías de análisis, identificar buenas prácticas y establecer modelos replicables para otros procesos de reincorporación en Colombia y el mundo. Con el tiempo, se espera que la comunidad del Centro Poblado pueda fortalecer sus capacidades en la sistematización de experiencias, garantizando la continuidad del proceso y su impacto a largo plazo.

- ¿Hay iniciativas de continuidad o nuevos proyectos en mente?

Actualmente, la principal iniciativa para fortalecer la generación de ingresos en el Centro Poblado se centra en el desarrollo del ecoturismo, agroturismo y turismo experiencial. Para ello, se han implementado procesos formativos y se está avanzando en la construcción de infraestructura básica, incluyendo hospedajes tipo cabaña rural alrededor de un lago cercano al asentamiento. Estas acciones buscan diversificar las fuentes de ingreso y consolidar el turismo como una alternativa económica sostenible para la comunidad.

Además, la Asociación de Mujeres de Agua Bonita, que involucra a habitantes de cinco veredas, está trabajando en la consolidación de un programa de comercialización de productos agroindustriales. Este programa incluye la venta de pulpas de fruta, infusiones orgánicas y semillas y plántulas nativas a través de un vivero comunitario. Este proyecto cuenta con el respaldo financiero y técnico del Gobierno de Portugal y la asesoría de Red Adelco, fortaleciendo así las capacidades productivas y comerciales de la comunidad y fuera de ella participando en otros proyectos pecuarios representativos de esta región del país (Martinez-Moyano et al., 2022).

CONCLUSIÓN

El proceso implementado durante cinco años por los excombatientes de las FARC-EP en el Centro Poblado Agua Bonita en La Montañita, Caquetá, constituye un caso de innovación social territorial. Aunque, el proceso se encuentra en una fase de consolidación, con un horizonte de quince años, ha avanzado en más del 33% del tiempo proyectado. Se clasifica como expansiva y transformadora, ya que puede replicarse en otros AETCR o centros poblados rurales con condiciones similares. Además, los beneficiarios destacan mejoras significativas en su calidad de vida, pese a las dificultades enfrentadas. A pesar de acercarse a la categoría de innovación social con fines productivos y emprendimientos, la ejecución de acciones en el Centro Poblado trasciende lo meramente económico, consolidándose como un modelo de intervención territorial integral. Adicionalmente, comparando su evolución con los niveles de TRL (Technology Readiness Levels), utilizados para evaluar el desarrollo de innovaciones, se ha determinado que el proceso se encuentra en TRL6, lo que indica que cuenta con una estructura sólida de asociatividad, sostenibilidad, gobernanza y gestión social; lo que es un excelente indicador para este tipo de poblaciones en proceso de reincorporación en el país.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Acosta, LE; Mendoza, D; De La Cruz, PE; Murcia, UG. (2020). Indicadores de Bienestar Humano Indígena (IBHI). Primer reporte sobre el estado de los modos de vida y territorios de los pueblos indígenas del departamento de Amazonas. Colombia.

- Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI. 150 p.
- Agudelo, A. F. (2017). *Cambiar el futuro: histórico de los procesos de paz en Colombia*. Universidad Javeriana. <http://orcid.org/0000-0003-4922-5625>
- Alcaldía de La Montañita, departamento del Caquetá, Colombia. <http://www.lamontanita-caqueta.gov.co/>
- Álvarez, A. A. (2017). Acuerdos y construcción de paz en Colombia: retos a la gobernabilidad y la cultura de paz. *Prospectiva. Revista de Trabajo Social e intervención social*, (24), 13-45.
- Castrillon, E. (2020). *Elementos claves para la investigación social*. Universidad Pontificia Bolivariana. [https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/5465/Elementos Claves Investigacion Social.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/5465/Elementos%20Claves%20Investigacion%20Social.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- Chaves, V. E. J. (2012). El estudio de caso y su implementación en la investigación. *Revista internacional de investigación en ciencias sociales*, 8(1), 141-150.
- Colletis, G. y B. Pecqueur (1995). "Rôle des politiques technologiques dans la creation de ressources spécifiques et d'avantages dynamiques de localisation". A. Rallet y A. Torre (dirs.), *Économie industrielle et économie spatiale*. París: Economica.
- Dollfus, O. (1975). *El espacio geografico (Oikos Tau)*. Published by Oikos-Tau, 1900. <https://www.iberlibro.com/9788428103039/espacio-geografico-Aliver-Dollfus-8428103038/plp>.
- Enrique, A. M., & Barrio Fraile, E. (2018). Guía para implementar el método de estudio de caso en proyectos de investigación. *Propuestas de investigación en áreas de vanguardia*, 159-168.
- Fuster Guillen, D. E. (2019). Investigación cualitativa: Método fenomenológico hermenéutico. *Propósitos y representaciones*, 7(1), 201-229.
- Gutiérrez-Rojas, Y., Martínez-Moyano, E., & Mora-Motta, D. (2026). Sustainable Indigenous Livelihood Strategies Supported by Community Capitals. *Human Ecology*, 54(1), 16.
- Hernández, I., Parra, M., García, J., Beleño, N., Romero, C. & Duran, S. (2017). "Comportamiento Organizacional Ciudadano (COC) como ejemplo de participación generador de un diálogo de saberes". *Revista Espacios* (39) 22.
- Martínez-Moyano, E., Ardila, D. A., Capera Montalvo, E. A., Loaiza Molina, L. C., Cuéllar Ramírez, M., & Rojas Peña, O. R. (2022). Medios de vida rurales de familias porcicultoras del municipio de La Montañita, Caquetá, Colombia. *CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 17(3), 10-24.

- Martínez-Moyano, E., Bermeo-Sandoval, B., Buenaventura-Arturo, A., Gutiérrez-Rojas, Y., Muñoz-Ramírez, H., Sánchez-Rojas, I. C., & Rojas-Peña, O. R. (2025). Community capitals, agricultural productivity, and household well-being in smallholder sugarcane systems. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 42(3).
- Martínez-Moyano, E., Mora-Paizano J., Galindo-Rodríguez, L.C. (2018). Diagnóstico del estado actual de los capitales de la comunidad en el marco de los medios de vida del poblado agua bonita, del municipio de la Montañita - Caquetá: una mirada de la sostenibilidad de sus proyectos productivos. *Revista Facultad Ciencias Agropecuarias – FAGROPEC*. Universidad de la Amazonia, Florencia – Caquetá. 10(2). Pp. 65- 72.
- Niño Gonzalez, C. (2017). Breve historia del conflicto armado en Colombia. *Revista de Paz y Conflictos*, 10 (1), 327-330. ISSN 1988-7221. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=205052042015>
- Núñez, N. S., & Calderón, W. F. I. (2021). Representaciones sociales acerca del proceso de reincorporación entre los excombatientes de las FARC ubicados en el ETCR La Fila y la comunidad del municipio de Icononzo-Tolima. *Perspectivas*, (21), 57-70.
- Pérez, M. J. (2021). Estrategias de vida de la comunidad del espacio territorial de capacitación y reincorporación-ETCR-Héctor Ramírez, Vereda Agua bonita, Municipio de La Montañita, Departamento del Caquetá. Recuperado de: <https://ridum.umanizales.edu.co/xmlui/handle/20.500.12746/4846>
- Ramírez, E. R. S., & Hervis, E. E. (2019). El método estudio de caso y su significado en la investigación educativa. In *Procesos formativos en la investigación educativa: diálogos, reflexiones, convergencias y divergencias* (pp. 203-222). Red de Investigadores Educativos Chihuahua AC.
- Rios, J. (2016). Breve historia del conflicto armado en Colombia. *La Vanguardia*. <https://www.lavanguardia.com/libros/libro/breve-historia-del-conflicto-armado-en-colombia-9788490972571>.
- Rojas Peña, O. R., & Martínez Moyano, E. (2022). Main agricultural production projects implemented by ex-combatants from “Héctor Ramírez” rural settlement located in La Montañita, Colombia.
- Rojas Peña, O. R., Martínez Moyano, E., Pérez Medina, M. J., & Espinosa Calderón, L. M. (2024). Construcción de un índice de calidad de vida en el marco de los capitales de la comunidad de excombatientes de las farc: un estudio de caso.
- Sierra Martínez, E. A. (2019). El diálogo cultural y de saberes en la educación popular como posibilidad de construcción de paz desde los territorios.



LA VIVIENDA SUSTENTABLE: UNA REVISIÓN DESDE LA PERSPECTIVA DE LA VALUACIÓN INMOBILIARIA

Sustainable Housing: A Review from the Perspective of Real Estate Valuation

Mariana Martínez Castrejón

 <https://orcid.org/0000-0002-1224-7479>

 mariana.mc@acapulco.tecnm.mx

¹Doctora en Ciencias Ambientales, División de Estudios de Posgrado e Investigación. Tecnológico Nacional de México campus Acapulco

Fecha recepción: 24 de Octubre de 2022 / Fecha Aprobación: 14 de Diciembre 2022 / Fecha Publicación: 31 de Enero 2023

RESUMEN

El propósito de este trabajo fue identificar cómo los especialistas en la valoración de bienes inmuebles integran las cualidades sustentables de los edificios habitacionales en la determinación de su valor de mercado. A través de la revisión descriptiva de la literatura científica publicada a partir de 2020, se encontró que existe interés entre arquitectos, desarrolladores de vivienda y la sociedad en general por gestionar y habitar espacios sustentables, que se ve opacado por la intención de obtener las máximas ganancias económicas en los proyectos de vivienda. Los resultados muestran que, para determinar el valor comercial de las viviendas sustentables, el enfoque físico y el de comparación -cuando se incluye el factor de sustentabilidad- son los mejor recibidos por los especialistas en valuación inmobiliaria. Además, es destacable que las viviendas sustentables presentan beneficios y deseabilidad en el mercado inmobiliario que resultan difíciles de ser detectados en una inspección tradicional del sujeto a valorar. Las reflexiones planteadas en el presente trabajo contribuyen a la construcción de un nuevo paradigma hacia la obtención del valor comercial de las edificaciones en el que se incluya la percepción social de las viviendas sustentables.

Palabras claves:

Bienes inmuebles, valor de mercado, valuación inmobiliaria, vivienda, vivienda sustentable.

ABSTRACT

The purpose of this paper was to identify how real estate valuation specialists integrate the sustainable qualities of residential buildings in determining their market value. Through a descriptive

Cómo citar:

Martínez Castrejón, M.(2023). La vivienda sustentable: una revisión desde la perspectiva de la valuación inmobiliaria FAGROPEC, 15 (1), ppt. 160-181. <https://doi.org/10.47847/fagropec.v15n1a10>



review of the scientific literature published since 2020, it was found that there is interest among architects, housing developers and society in managing and inhabiting sustainable spaces, which is overshadowed by the intention of obtaining maximum economic gains in housing projects. The results show that, to determine the commercial value of sustainable housing, the physical approach and the comparison approach -when the sustainability factor is included- are the best received by real estate valuation specialists. In addition, it is noteworthy that sustainable housing presents benefits and desirability in the real estate market that are difficult to detect in a traditional inspection of the subject to be valued. The reflections presented in this paper contribute to the construction of a new paradigm for obtaining the commercial value of buildings that includes the social perception of sustainable housing.

Keywords:

Housing, market value, real estate, real estate valuation, sustainable housing.

Esta investigación se realizó como parte de las actividades académicas del programa de Maestría en Valuación de Bienes Inmuebles que se imparte en la Universidad Hipócrates, México. En ella se engloban los primeros resultados referentes a una porción del estado del arte del proyecto de investigación titulado: *Desarrollo habitacional sustentable de interés social en el poblado Plan de los Amates en Acapulco, México como proyecto de inversión inmobiliaria*. El mencionado proyecto recibió financiamiento a través de la beca académica otorgada a la autora para la culminación del programa a través de la matrícula 22010711.

INTRODUCCIÓN

El concepto de sustentabilidad o sostenibilidad ha evolucionado significativamente desde su aparición en 1972, cuando internacionalmente se reconoció la necesidad de balancear el crecimiento económico y la conservación de la biosfera (Goubran *et al.*, 2019). Dos décadas más tarde, en 1992, en la Cumbre de la Tierra de Río surgió la Agenda 21 representando un esfuerzo global en el que los países trabajarían juntos por conseguir un desarrollo sustentable equilibrando las dimensiones económica, medioambiental y social del desarrollo, que en inglés representaron las “tres P’s” por las iniciales de Profit, Planet y People respectivamente (Elkington, 2004).

En respuesta a la Agenda 21, el sector inmobiliario a través del Consejo Internacional de Investigación e Innovación en Edificación y Construcción (CIB, por sus siglas en inglés) publicó en 1999 *La Agenda 21 de la Construcción Sostenible*, documento considerado como un referente internacional de la edificación sustentable, en donde se proponen los conceptos de “asentamientos/ciudades sostenibles”, “sostenibilidad urbana” y “construcción sostenible”, además de detallar el escenario de actuación presente y futuro para la industria de la construcción y en particular para el desarrollo de la vivienda social (Mironiuc *et al.*, 2021).

A la Agenda 21 la seguirían, en 2015, los 17 Objetivos para el Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030 que recibieron aceptación a nivel mundial y en los que se identifican cinco áreas clave del desarrollo sostenible: la sociedad, el medioambiente, la prosperidad, la paz y las asociaciones, en inglés conocidas como las “cinco P’s” que concentran los conceptos: people, the planet, prosperity, peace, and partnerships (Goubran *et al.*, 2019). De acuerdo con Goubran *et al.* (2019), el sector inmobiliario se relaciona ampliamente con los ODS debido a que es responsable directo del desarrollo urbano, siendo las ciudades, incubadoras de retos socioambientales como el crecimiento demográfico y la urbanización. Las relaciones directas entre los ODS 1, 4, 5, 6, 7, 9, 11, 12, y 13 y en sus respectivas metas se presentan en la Figura 1.

En otras palabras, para alcanzar la sostenibilidad, el sector inmobiliario debería orientarse hacia la tenencia equitativa de la tierra, el uso eficiente de los recursos naturales propiciando las fuentes sustentables de agua y energía a través de infraestructura confiable, sostenible y resiliente sustentada en la planificación del desarrollo regional.

En la actualidad, el sector inmobiliario utiliza recursos naturales no renovables y materiales de construcción cuya producción requiere de grandes cantidades de energía y agua, además, este sector es el principal promotor de las transformaciones de suelo virgen en zonas urbanas impermeables y la edificación produce residuos sólidos, emisiones de polvo, gases de efecto invernadero y otras externalidades adversas al bien común (Goubran, 2019; Cardona *et al.*, 2021). Sobre esta situación, el Foro Económico Mundial pronostica que para el año 2030 las 750 ciudades más grandes del mundo demandarán alrededor de 260 millones de viviendas nuevas (Foro Económico Mundial, 2016). En respuesta al impacto de las ciudades sobre el medioambiente, el sector de la construcción

propone viviendas renovadas o nuevas que, además de satisfacer las necesidades de habitación de la sociedad propicien la densificación urbana, se desarrollen bajo el enfoque de la edificación sustentable en el que se incluyan: la eficiencia energética, la utilización de materiales locales y de bajo mantenimiento, la economía circular del agua y de los residuos de la vivienda y los derivados de su demolición, y el acceso a zonas verdes y a terreno permeable (Winston, 2010).

Figura 1

Relación de los Objetivos para el Desarrollo Sostenible y sus metas con el sector inmobiliario.



Nota. *Elaboración en concordancia con los lineamientos emitidos por el Departamento de Comunicación Global de la Organización de las Naciones Unidas (2020).*

A pesar de los beneficios potenciales de las viviendas sustentables, ente los que se incluyen mejoras a la salud, productividad y bienestar de sus ocupantes, los economistas reconocen que existen factores que desalientan a los desarrolladores de vivienda de aplicar los criterios de edificación sostenible, como los elevados costos de la inversión inicial, falta de apoyo político a partir de políticas públicas, presiones financieras y de tiempo y el predominante interés económico sobre el socioambiental (Hussin *et al.*, 2013; Goubran *et al.*, 2019).

De acuerdo con DiPasquale & Wheaton (1994), la teoría del mercado inmobiliario residencial sostiene que los precios son sensibles a las perturbaciones de la demanda. El mercado de la vivienda sustentable no es la excepción, de acuerdo con Aroul & Rodriguez

(2017), la sociedad experimenta un despertar medioambiental hacia la sostenibilidad que se refleja en la deseabilidad de las propiedades con características sustentables que a la larga resulten en ahorros para los adquirientes quienes originalmente pagarán precios más elevados en relación con los precios de referencia del mercado por una mejor gestión doméstica de los gastos futuros como los de mantenimiento o como el riesgo de subida de los costos de la energía. Sin embargo, la demanda de vivienda sostenible no es constante a lo largo del tiempo, puede disminuir o hasta extinguirse de acuerdo con las cambiantes condiciones del mercado y las fluctuaciones entre la oferta y el valor de mercado i.e., el precio de venta. Este último está principalmente establecido por la capacidad de pago de los compradores, es por esto, que la demanda reacciona favorablemente a las características sustentables de las viviendas, pero puede verse limitada por la disponibilidad de los recursos financieros de los adquirentes propiciando la inequidad en la asequibilidad de la vivienda principalmente para la población en condiciones de vulnerabilidad y limitando la consecución de los ODS (Matlack & Vigdor, 2008).

De acuerdo con Monson (2009), los valores del mercado inmobiliario brindan orientación a los promotores de vivienda para la toma de decisiones informada sobre la realización de proyectos de corte sustentable. Estos valores son el resultado del análisis de las características intrínsecas y extrínsecas de los inmuebles realizado por los valuadores profesionales de bienes inmuebles, también conocidos como tasadores inmobiliarios. La labor del valuator se sustenta en la experiencia profesional y en el conocimiento del comportamiento del mercado inmobiliario local a partir de la recopilación de datos cuantitativos y cualitativos que robustecen el análisis para concluir con un valor de mercado del sujeto a valorar. Para llevarla a cabo, el especialista utiliza diferentes tipos de análisis estadísticos de acuerdo con las características del inmueble, la información disponible y el propósito del avalúo. Entre estos métodos destacan el análisis de regresión que sirve para determinar la correlación de cada una de las características del sujeto a valorar con el precio de la transacción, i.e., las características físicas y las externas que añaden o restan valor al inmueble. A cada correlación estudiada se le puede medir el grado de confianza y ser utilizada para la construcción de un modelo de precios hedónicos. Estos modelos resultan especialmente útiles cuando se experimenta la ausencia de edificaciones análogas comparables, cuando no se distingue un mercado consumidor definido para el inmueble sujeto o cuando los edificios no están destinados a la generación de rentas.

Las viviendas sustentables de interés social, i.e., las que están destinadas a la población de menores ingresos, por su excentricidad, cumplen con las características de los modelos hedónicos debido a que son escasas en el mercado inmobiliario actual, particularmente en los países en desarrollo. Sin embargo, en la tasación tradicional, algunos rasgos de las edificaciones sustentables son consideradas al momento del análisis del valor. Las características relacionadas con la sustentabilidad en las viviendas de interés social que generalmente se analizan para la determinación de los precios de mercado se concentran en la Tabla 1.

Tabla 1**Externalidades que afectan el valor de mercado de los inmuebles habitacionales**

Afectación en el valor del inmueble	Eje de la sustentabilidad	Externalidad	Referencia
Negativa	Medioambiental	Ruido del tráfico aéreo	Nelson, 2008
		Ruido por tráfico terrestre	Efthymiou y Antoniou, 2013
		Proximidad con residuos de edificaciones	Matisoff et al., 2016
		Proximidad con vertederos de residuos	Kiel & Williams, 2007
	Social	Delincuencia elevada	Gluszak, 2018
Positiva	Medioambiental	Proximidad con áreas verdes	Nicholls & Crompton, 2005
		Proximidad con zonas de recreo y ecosistemas urbanos	Filippova, 2009
	Social	Preservación y mantenimiento de la imagen urbana de la zona	Rossi-Hansberg y Sarte, 2012
		Proximidad con el transporte público, fuentes de empleo, instituciones educativas y zonas comerciales	Tan, 2011

Para propiciar un mercado inmobiliario justo y eficiente se requieren tasaciones inmobiliarias precisas a través de las cuales, se logre comprender el valor intrínseco de los bienes a valorar y las características que contribuyen al cálculo del valor de mercado, sustentadas en la experiencia de los especialistas que por la profundidad del análisis consumen mucho tiempo (Kofner, 2014; Kok *et al.*, 2017).

El creciente interés de la sociedad por los problemas medioambientales y del sector de la construcción por ofrecer opciones de edificación sustentables es una oportunidad para los tasadores de incorporar las externalidades ecológicas en el cálculo del valor de mercado de los inmuebles evitando hacer ajustes de valor basados en “reglas empíricas”. En este sentido, el objetivo de este trabajo fue identificar cómo los especialistas en la valoración de bienes inmuebles integran las cualidades sustentables de los edificios habitacionales de interés social en la determinación de su valor de mercado buscando dar respuesta a la pregunta que se hacen muchos propietarios de inmuebles sustentables, tasadores y desarrolladores habitacionales: ¿cómo valorar adecuadamente los activos inmobiliarios sustentables?

METODOLOGÍA

El presente trabajo de tipo exploratorio responde al método de revisión descriptiva (McClaughlin, 2005). Para su realización, se llevó a cabo la búsqueda conjunta de los términos “valuación inmobiliaria” y “vivienda sustentable” a través de Google Académico en sus sendas traducciones al inglés y solicitando, en ambos casos, los documentos publicados a partir de 2020. Las búsquedas arrojaron en español 8 resultados, mientras que, en inglés, la combinación de los conceptos “real estate valuation” “sustainable housing” regresó 58 resultados. Adicionalmente, se le solicitaron al motor de búsqueda los conceptos “factor de sustentabilidad” “valuación inmobiliaria” y “sustainability factor” “real estate valuation”, teniendo como resultados 3 y 9 publicaciones respectivamente.

Para la construcción del corpus de análisis, del grupo de resultados las citas fueron discriminadas, así como los artículos científicos repetidos. Otra característica de discriminación de las obras fue cuando los conceptos no se relacionaron directamente con la valuación inmobiliaria, debido a que es este enfoque que origina el análisis. Un artículo en español y 12 en inglés fueron analizados. Además, para contribuir con el análisis crítico se recopilaron las contribuciones más destacadas en la temática en ambos idiomas independientemente del año de su publicación por ser considerados de alta relevancia para el estudio en cuestión. Google Académico fue seleccionado como la vía de búsqueda por su cobertura y accesibilidad en concordancia con lo expuesto por Brophy y Bawden (2005).

RESULTADOS

Como resultado de la revisión de la literatura científica se encontraron dos artículos de revisión sobre este tema en el periodo del estudio. El primer trabajo titulado "*Incorporating sustainable building features into property valuation: a review*" fue publicado en 2020 en inglés como parte del Congreso Internacional sobre Gestión y Valoración Inmobiliaria (ICREMV, por sus siglas en este idioma), por Hindagoda y Gunawardhana (2020). En esta revisión, los autores concluyen que existe una relación directa entre la sustentabilidad y el valor de mercado de las propiedades que no es considerada por los profesionales del área al momento de proyectar los beneficios futuros de valor de los inmuebles y traerlos a valor presente. Se argumenta que la práctica valuatoria, por su relevancia, impacta la consolidación de la sostenibilidad al incluirla en teoría y práctica de la tasación y que una valoración adecuada de las externalidades repercute en el comportamiento de la sociedad como en la mejora del medio ambiente.

De acuerdo con Hindagoda et al. (2021), autores de la segunda revisión encontrada, los valuadores inmobiliarios a nivel global no han llegado a un consenso sobre la forma de valoración adecuada para las características ecológicas de las edificaciones y carecen de valores normalizados de ajuste de primas para las mismas.

El valor ecológico y su conceptualización en la tasación inmobiliaria

El Instituto del Suelo Urbano (Urban Land Institute) (2005) define la edificación verde o ecológica como la práctica de incrementar la eficiencia de los edificios en el uso de recursos, reduciendo su impacto sobre el bienestar humano y el medioambiente, a lo largo del ciclo de vida del edificio en todas sus fases, i.e., planificación, diseño, construcción, funcionamiento, mantenimiento y demolición. Al respecto, Muldavin (2010) apunta que la construcción ecológica tiene como resultado el rendimiento de un edificio determinado por características, estrategias y certificaciones ecológicas.

Certificaciones de sustentabilidad en las edificaciones

La industria de la construcción es altamente impactante contra el medioambiente, gran consumidora de energía implica la deforestación, el uso de arena otros sustratos y una intensiva utilización de agua. Sus procesos son altamente contaminantes del recurso hídrico, el suelo y la atmósfera y es responsable de la producción de una importante

cantidad de residuos y perturbaciones acústicas (Zutshi & Creed, 2015). Ante la escasez de los recursos y el incremento de su costo económico y medioambiental, principalmente el de la energía y la creciente preocupación global por preservar el medioambiente para las generaciones futuras, la sociedad demanda edificaciones sostenibles que mitiguen su impacto ecológico en todas las etapas de la construcción, desde la planificación de los edificios hasta su demolición, incluyendo su operación (Biswas *et al.*, 2008).

En concordancia con la preservación del medioambiente, globalmente se han propuesto varios sistemas de certificación para evaluar las edificaciones cuyos criterios y categorías se actualizan constantemente de acuerdo con los avances tecnológicos, las tendencias de construcción y las necesidades socioambientales (Doan *et al.*, 2017). En la actualidad, existen aproximadamente 600 sistemas de calificación ecológica para las edificaciones en todo el mundo, siendo las más utilizadas: i) Building Research Establishment Assessment Method (*BREEAM*), ii) Leadership in Energy and Environmental Design (*LEED*) de Estados Unidos, iii) el LEED Canada de Canadá, iv) el High Environmental Quality (*HQE*) de Francia, v) el Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen e.V. (*DGNB*) de Alemania, vi) el Green Star de Australia, vii) el Green Star de Nueva Zelanda, viii) el Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency (*CASBEE*), ix) el Building Environmental Assessment Method (*BEAM*) de Hong Kong, x) el sistema de mercado verde Building and Construction Authority (*BCA*) de Singapur y xi) el suizo green building standard MINERGIE (Doan *et al.*, 2017; Kempf & Syz, 2022).

Independientemente de la variedad de contextos de creación y de implementación de estos sistemas de certificación, en general se consideran la calidad del ambiente interior, la eficiencia energética y la implementación sustentable de los materiales dentro de los parámetros para la emisión de la calificación ecológica de las edificaciones. En la Tabla 2 se muestran las categorías más frecuentes de características consideradas en la evaluación de los edificios ecológicos.

Tabla 2

Categorías y sus características más frecuentemente usadas para la evaluación de los edificios sustentables

Categoría	Característica
Eficiencia energética	Reducir el uso de energía, particularmente, la no renovable
Eficiencia en el uso de recursos	Reducción del consumo de agua, materiales y residuos. Economía circular
Características específicas de la ubicación	Proximidad al transporte público y el acceso a la infraestructura y servicios públicos
Calidad del ambiente interior	Propiciar la iluminación natural, los materiales de baja emisión de COV y la limpieza y mantenimientos ecológicos.

Nota. COV: *Compuestos orgánicos volátiles (VOC, por sus siglas en inglés), i.e., sustancias químicas nocivas que se evaporan en el ambiente.*

Es importante resaltar que *BREEAM* ha sido la única herramienta de certificación ambiental capaz de evaluar los cuatro factores de la sustentabilidad i.e., el ambiental, económico, social e institucional. Debido a los beneficios de los edificios certificados como el más

eficiente uso de la energía y las mejoras en el entorno vital, estos edificios cuentan con una mejor reputación que los que no cuentan con alguna certificación de sustentabilidad (Runde, & Thoyre, 2010, Doan *et al.*, 2017).

Los tasadores favorecen a los edificios certificados internacionalmente a partir de una prima verde o ecológica que regularmente, es superior para los precios de venta que para los alquileres en los edificios habitacionales pero este premio por sustentabilidad o factor de sustentabilidad es altamente variable de acuerdo con las características sustentable consideradas por cada especialista en cada uno de los contextos de aplicación (Kempf & Syz, 2022).

Características sustentables

Ab. Azis *et al.* (2017) diferencian entre dos tipos de abordaje para la valoración de edificaciones verdes o sostenibles. La mayoría de los estudios se inclinan por considerar al edificio como un todo al momento de la tasación, mientras que algunos otros, se centran en el valor individual de los componentes ecológicos que dan la categoría de sustentable al edificio. Los autores designan el concepto de “edificios marrones” a los edificios convencionales que no nacieron sustentables desde su diseño. Además, señalan que algunas de las implementaciones, renovaciones o adopciones ecológicas en las edificaciones pueden tener un impacto potencial mayor al esperado por el especialista en valuación inmobiliaria como el ahorro en el gasto por consumo hídrico que incrementa el valor del inmueble desde el enfoque de ingresos. En este trabajo se sugiere desglosar los costos históricos de los servicios públicos como la energía eléctrica, el agua/alcantarillado y la generación de residuos en todos los edificios a valorar, con el objetivo de reconocer cualquier ahorro en estos gastos, principalmente en los edificios habitacionales.

Una propuesta de desglose de las características ecológicas, verdes o sustentables encontradas en las viviendas sostenibles se presenta en el trabajo de Runde y Thoyre (2010), que se puede complementar con los hallazgos sobre las envolventes de los edificios reportadas en el trabajo de Ab. Azis *et al.* (2017) (Tabla 3).

Tabla 3

Características de las edificaciones sustentables y sus posibles impactos en su valor

Categoría	Elementos ecológicos	Impacto potencial en el valor del inmueble
Eficiencia energética	Control de la iluminación por sensores de movimiento	Ahorro en gastos de energía.
	Cogeneración de energía eléctrica in situ	Eliminación de cortes eléctricos. Eliminación de gasto mensual por energía eléctrica. Resiliencia ante el incremento del precio de la energía. Eliminación de exposición a fallos en la red eléctrica.
	Generación de energía renovable in situ	
	Inspección inicial y en operación de los sistemas de energía	Incremento de la eficiencia energética, reducción de costos de mantenimiento e incremento de la vida útil de los sistemas. Incremento en los gastos de operación del edificio.

Envolvente sustentable	Materiales ecológicos	Tienen poca demanda y baja aceptación en el mercado comprador de vivienda.
	Techos y muros verdes	Incrementan el valor de las edificaciones por sus características estéticas y por los ahorros laterales en consumo de energía eléctrica que propician debido a sus características bioclimáticas.
	Suelo acondicionado radiante térmico	Reducción del costo energético. Incremento en el confort térmico.
Uso de recursos	Renovaciones en lugar de construcción o adquisiciones nuevas	Fluctuaciones en costos. Las renovaciones pueden resultar en funcionamiento poco eficiente.
	Triple flujo de residuos: reciclaje, compostaje, desecho final	Reducción de generación de residuos. Disposición sustentable de los residuos. Economía circular.
	Accesorios hidrosanitarios de bajo caudal	Uso sustentable del agua de primer uso. Reducción de pago por el servicio de agua de la red.
	Sistemas de captación pluvial	Economía circular del agua. Desconexión de la red de suministro municipal.
	Sistemas de tratamiento de agua residual	Economía circular del agua. Valoración de los subproductos del agua residual. Reducción de generación de agua residual. Tienen baja aceptación por el mercado consumidor.
Sitio	Acceso al transporte público Alternativas de desplazamiento sustentables	Incremento en el valor por los beneficios del sitio, la bonificación por densidad puede compensar el mayor coste lateral. Disminución en necesidades de estacionamiento. Se incrementa el valor del uso del suelo.
	Reutilización de lotes baldíos y/o edificaciones abandonadas	Se beneficia la dinámica urbana y el sentido de pertenencia en el sitio.
Calidad del ambiente interior	Iluminación natural	La iluminación y generación de vistas puede incrementar las rentas, pero disminuye la superficie vendible.
	Ventilación natural	Reducción de exposición a materiales tóxicos, incremento del bienestar.
	Mantenimiento/limpieza verde o sustentable	Costos más elevados de los productos verdes al igual que de la mano de obra especializada.

Es importante resaltar que mientras algunos componentes sustentables incrementan el valor de las propiedades, otros los deprimen. Ab Azis et al. (2017), reportan que los elementos verdes mejor valorados por el mercado son techos verdes, paneles solares y muros verdes, mientras que los materiales de construcción ecológicos y los sistemas de recirculación del agua tienen una percepción negativa y son menos deseables.

En varios trabajos se aborda el uso de una prima verde, premio por sustentabilidad o factor de sustentabilidad en donde se manifiesta que existe una brecha importante entre diferentes tomadores de decisiones involucrados, por un lado, quienes crean y valoran los edificios sustentables y quienes se relacionan con los edificios construidos i.e., propietarios, gestores y tasadores resaltando que el sobre costo no siempre es una cuestión negativa en la valuación de bienes raíces, particularmente en el mercado habitacional, ya que en el enfoque de costos, los costos más elevados pueden añadir valor a las propiedades, en la medida en que el mercado los reconozca como valor añadido, resultado entonces en una cuestión de conciencia ambiental social (Addae-Dapaah, & Wilkinson, 2020; Cadena, &

Thomson, 2021; De Paola *et al.*, 2021; Massimo *et al.*, 2022). Esta situación es relevante debido a que existe una preferencia por el modelo de tasación con base en premios y castigos al valor de la propiedad de acuerdo con las características que presenta en relación con las de los comparables de mercado.

La prima verde o el factor de sustentabilidad

La mayoría de las fuentes consultadas coinciden en la necesidad de construir un factor de premio o prima para las edificaciones que presentan opciones sustentables para resolver retos socioambientales en las viviendas. Esta prima verde es entonces, la conclusión de un sistema de indicadores para la evaluación de proyectos con criterios sostenibles que a su vez contiene grupos de atributos de acuerdo con la percepción de los expertos en valuación y vivienda sustentable.

En el contexto internacional, la revisión de la literatura arrojó una significativa preferencia para los modelos de precios hedónicos sustentados en modelos de regresión debido a la cantidad de variables que integran el valor de las viviendas sostenibles (Cespedes-Lopez *et al.*, 2020) (Tabla 4).

Tabla 4

Publicaciones científicas que relacionan los modelos de precios hedónicos en la valuación inmobiliaria de viviendas sustentables

Eje de sustentabilidad	Región / Lugar de desarrollo	Principales hallazgos	Referencia
Económico, con enfoque en la eficiencia energética.	Europa / España	En España, dar un valor agregado a las viviendas con certificaciones impacta negativamente el valor del resto, que supera en número a las viviendas certificadas, razón por la que los mercados no incentivan el valor de las viviendas sustentables.	Cespedes-Lopez et al., 2020
Económico e institucional con enfoque en la eficiencia energética a partir de los Certificados de Eficiencia Energética	Europa / España	Presenta una crítica a los análisis hedónicos debido a la discrepancia en los resultados contrastados con investigaciones basadas en métodos cualitativos mismos que no encuentran un impacto significativo de la sustentabilidad en los precios de comercialización. Revelan una gran incomprensión de las etiquetas de certificación.	Marmolejo-Duarte, et al., 2020
Económico, social, medioambiental e institucional	Países de la Unión Europea UE-28	Se identifica una importante sensibilidad de los precios de las viviendas a las dimensiones de la sostenibilidad en los países líderes en la implementación de ODS, caracterizados por un entorno institucional sólido y unos mercados inmobiliarios eficientes y transparentes en contraste con los países menos comprometidos con los ODS, donde la débil gobernanza y la mayor corrupción afectan a los mercados inmobiliarios, y en la dinámica del precio únicamente se perciven las dimensiones económica y social.	Mironiuc et al., 2021

Económico y medioambiental con enfoque en la eficiencia energética.	Europa / España	Las casas-cueva, de producción tradicional, se comercializan a precios más elevados que sus pares contemporáneos debido a que la calificación energética no es una cualidad relevante para determinar su precio ya que su equipamiento para confort térmico no es una prioridad por su diseño sustentable.	Cespedes-Lopez & Mora-Garcia, 2022
Económico, social, medioambiental e institucional con enfoque en la eficiencia energética.	Unión Europea	Los Modelos de Ecuaciones Estructurales son más eficaces que los Modelos de Regresión Múltiple estándar debido a su capacidad para detectar y medir variables explicativas, definir la forma funcional y controlar la multicolinealidad de las variables.	Fregonara & Barreca 2022
Económico y medioambiental con base en la certificación MINERGIE	Europa / Suiza	La prima verde puede desglosarse y asociarse a beneficios para arrendadores y arrendatarios como el ahorro de energía (6%), el aumento del confort interior (71%) y la preservación del valor del edificio (23%).	Kempf & Syz, 2022

Otros enfoques para la valuación de los inmuebles ecológicos y la determinación de la prima por sustentabilidad es el sugerido por Muldavin (2010), a partir de los flujos de caja descontados debido a que se presentan varios datos de entrada que se pueden ajustar a los edificios verdes y a los marrones, sin embargo, la calidad del resultado depende de la calidad de los datos de entrada y de la habilidad y la experiencia del valuador porque de ser utilizado sin el soporte de mercado suficiente o sin la evaluación comparativa correcta con capitalización o comparables adecuados, el resultado puede ser poco preciso. Además, la experiencia del tasador le indicará si el mercado en estudio valora o no las características ecológicas para proponer el método correcto de tasación y los ajustes pertinentes a los comparables disponibles.

Por otro lado, además de los premios por sustentabilidad, se proponen los métodos de costo-beneficio que trata de cuantificar los beneficios multidimensionales y los costos asociados a una estrategia concreta de las viviendas ecológicas, sin embargo este enfoque recibe críticas debido a que su utilidad se limita a resultados en términos monetarios, mientras que no es congruente asignar un valor monetario a los factores relacionados con la asequibilidad de la vivienda, las consideraciones sociales y medioambientales y el bienestar de las personas por tratarse variables de corte cualitativo. En el trabajo de Mulliner et al. (2016), se proponen los modelos multicriterio para la toma de decisiones dada la presencia de numerosos factores involucrados en la valoración de la sustentabilidad en los edificios habitacionales y de la generación de la prima verde.

Es importante destacar la aportación de Cespedes-Lopez et al. (2020), trabajo en el que se declara que los especialistas en la valoración de bienes inmuebles, desarrolladores y los corredores inmobiliarios son desalentados para premiar a las edificaciones sustentables, debido a que al reconocerlas más valiosas tácitamente devalúan a las construcciones que no presentan características o certificaciones sostenibles a través de un factor de castigo, que en términos propuestos por Runde & Thoyre (2010), se trata de un “descuento marrón”, i.e., una apreciación de disminución del valor de mercado para las edificaciones convencionales o “no verdes”. Los autores mencionan que el impacto que tiene la edificación sustentable sobre el inventario inmobiliario que no es sostenible, ecológico o de alto rendimiento ha quedado sin recibir la suficiente atención por los

trabajos científicos siendo, los inmuebles marrones, los más abundantes en comparación con los ecológicos.

Es importante resaltar que, para cada una de las propuestas, es indispensable conocer el marco legal o las certificaciones ambientales de cada país en el que se aplican debido a su variabilidad en parámetros, pero principalmente porque las condiciones ambientales y de diseño sustentable varían entre los diferentes contextos en los que se aplican, además de que intervienen las preferencias de los profesionales de la valuación inmobiliaria en cada región (Kempf & Syz, 2022). Sobre las particularidades del contexto, Mirounic et al. (2021), estudiaron dos grupos de países de la Unión Europea caracterizados por su fuerte o bajo involucramiento en la consecución de los ODS encontrando diferencias significativas en los atributos medioambientales e institucionales de la sostenibilidad involucrados en la tasación de las viviendas sustentables, factores como la eficiencia energética, la gestión sustentable de los residuos de la construcción y la gobernanza eficaz son determinantes en los países más implicados en el desarrollo sostenible, mientras que esas mismas características no ejercen influencia en el mercado inmobiliario del otro grupo de países. En el contexto latinoamericano —y particularmente en México— la discusión sobre la sustentabilidad de la vivienda ha tendido a concentrarse en una dimensión muy específica: la eficiencia en el uso de recursos, sobre todo energía y agua. Sin embargo, como advierten García-Espinosa y Zavala-Villagómez (2021), esta mirada resulta parcial si se observa el fenómeno en una escala más amplia. La vivienda, lejos de ser un objeto aislado, forma parte de una lógica urbana más compleja, donde su producción masiva —especialmente la de interés social— ha estado profundamente ligada a dinámicas económicas y a la expansión dispersa de las ciudades.

En ese proceso, las políticas habitacionales han privilegiado la incorporación de ecotecnias y criterios de eficiencia energética, dejando en segundo plano aspectos estructurales del entorno urbano como la accesibilidad, la movilidad o la dotación de servicios. El resultado no es menor: conjuntos habitacionales que, aunque puedan cumplir con ciertos estándares técnicos de sustentabilidad, se insertan en territorios fragmentados, periféricos y funcionalmente deficitarios. Así, la sostenibilidad de la vivienda termina reducida a su desempeño técnico, mientras se diluye su papel como componente activo de la sustentabilidad urbana, donde factores como el emplazamiento, la integración con la ciudad y la proximidad a equipamientos resultan, en realidad, determinantes.

Por otro lado, en el trabajo de Valencia Londoño & Bancroft (2019) se proponen indicadores que pueden servir a los valuadores para la conformación de la prima por sustentabilidad en la vivienda social a partir de una ponderación numérica que concluya en un factor de premio o demérito a las viviendas sustentables desde la experiencia del especialista. Este trabajo se enmarca en el contexto colombiano, y el enfoque sistémico en concordancia con los trabajos en ciencias ambientales. Su principal aportación es el conjunto de 58 indicadores repartidos en 4 escalas de análisis que incluyen i) entorno y territorio, ii) desarrollo urbano sostenible, iii) desarrollo arquitectónico sostenible y iv) ambiente interior sostenible cada uno con 4, 5, 7 y 2 componentes respectivamente y sus correspondientes atributos.

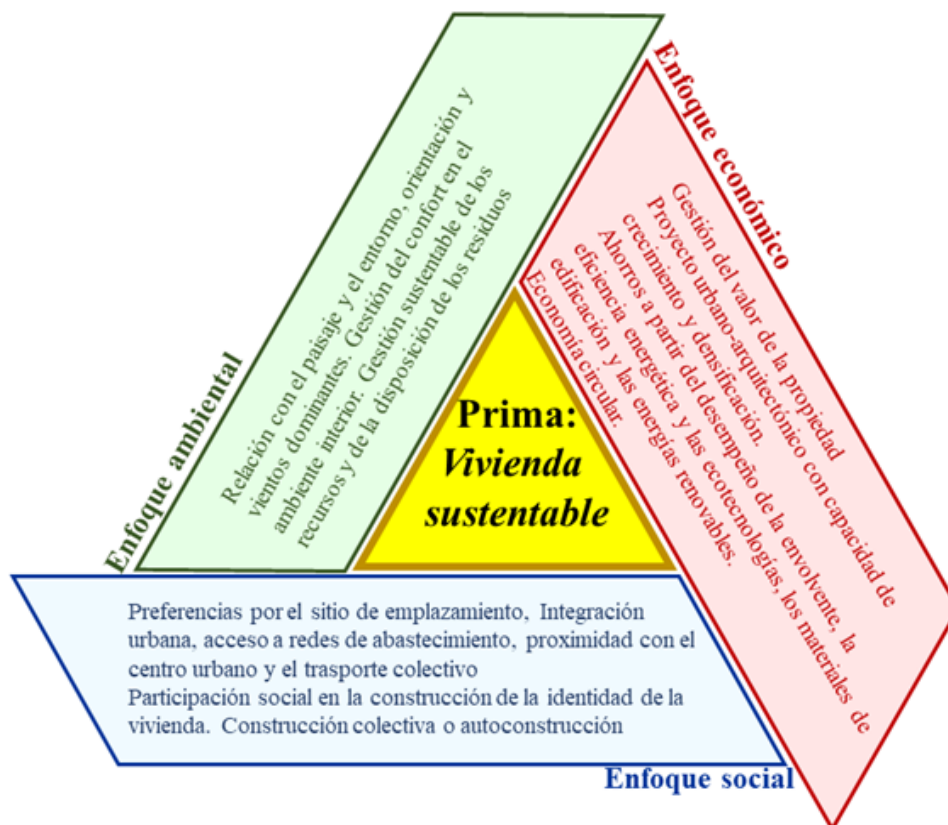
La normatividad vigente y diversos casos de estudio en Argentina fueron tomados en consideración para la propuesta metodológica de evaluación de la sustentabilidad en el trabajo de Tomadori & Díaz Varela (2021), en el que se proponen tres ejes de estudio: implantación y emplazamiento, proyecto y participación y desempeño de la envolvente y tecnología. A través de estos ejes se proponen temas, variables e indicadores para la calificación de las viviendas sustentables en tres niveles de valoración por indicador: alto, medio y bajo. En el trabajo se resalta la importancia de gestionar la sustentabilidad en todas las etapas del proyecto, a partir de su planificación y diseño hasta la post-ocupacional.

En el trabajo de Tiquet & Cervantes (2021), se proponen un conjunto de indicadores para evaluar la sustentabilidad en conjuntos habitacionales en México con fundamento en los requerimientos de las dependencias públicas nacionales dedicadas al estudio del desarrollo urbano y la vivienda adoptando 5 categorías de evaluación, i) calidad urbana, ii) habitabilidad, iii) ecotecnologías y calidad ambiental, iv) percepción del riesgo y v) seguridad, que fueron subdivididas en 20 variables para concluir con la integración de 196 indicadores susceptibles de ser evaluados con base en la escala Likert en 4 niveles de mayor a incidencia a nula. El empleo de esta escala puede ser una alternativa para la transformación de la ponderación cualitativa de las características sustentables a una prima verde de resultado cuantitativo aplicable a la valuación del parque habitacional en función de los comparables de mercado.

En la Figura 2 se presentan en conjunto las características tomadas en cuenta por las diversas fuentes estudiadas en el marco latinoamericano para la valoración de la sustentabilidad en las viviendas que pueden ser incluidas en el cálculo del premio ecológico o prima de la vivienda sustentable y que responden: i) al sitio de emplazamiento, considerando: relación con el paisaje y el entorno, orientación y vientos dominantes, integración urbana, redes de abastecimiento, proximidad con el centro urbano y el transporte colectivo, ii) proyecto urbano-arquitectónico en el que se incluyen: capacidad de crecimiento y densificación, diseño de las circulaciones, adaptabilidad y funcionalidad, participación e identidad de la vivienda y construcción colectiva o autoconstrucción, el ambiente interior iii) desempeño de la envolvente y ecotecnologías, en donde se evalúan la eficiencia energética, los materiales de edificación y las energías renovables, la disposición de los residuos, el manejo sustentable del agua y la economía circular.

Figura 2

Relación de las características de las viviendas sustentables para la integración de la prima verde con los enfoques de la sustentabilidad



DISCUSIÓN

Tradicionalmente el sector de la construcción se ha enfocado en la dimensión económica de la sustentabilidad basando su estrategia empresarial en ofertar inmuebles de los cuales se puedan obtener rendimientos a corto y mediano plazo menoscabando los aspectos sociales y medioambientales cuyos beneficios son percibidos a largo plazo. Esta cultura de las inversiones inmobiliarias basada en los beneficios atraídos por una combinación de costos, calidad y tiempo de ejecución y venta debe ser mejorada teniendo en consideración evaluar el costo-beneficio de los proyectos en función de la sociedad y el medioambiente i.e., desde la perspectiva de la sustentabilidad y sus tres pilares. Este enfoque tripartito se refleja en el concepto de la edificación sustentable que implica integrar la sostenibilidad al ciclo completo de la construcción, desde la extracción de la materia prima para los materiales hasta la operación del edificio y su deconstrucción final, teniendo en consideración que las estrategias de edificación sustentable tienen impacto en el valor físico de reposición del edificio y de la generación de rentas, así como de consumo de recursos durante su operación. Desde la perspectiva económica, los esfuerzos de los promotores de vivienda por reducir el impacto negativo del sector

inmobiliario en el medioambiente, y de los usuarios por habitar edificaciones eficientes energéticamente, generan gastos de inversión no convencionales que son capitalizados en precios de renta o venta con valor agregado por la prima verde, prima de sustentabilidad o prima sustentable, pero además, atraen beneficios para la salud, el confort y la productividad, además de que la sociedad cada vez más demanda funciones ecológicas en las viviendas. Al añadir valor a la oferta, los desarrolladores generan demanda y propician su sostenibilidad en el mercado.

A pesar de que existe interés entre arquitectos, desarrolladores de vivienda y la sociedad en general por gestionar y habitar viviendas sostenibles, el mercado de la sustentabilidad habitacional se encuentra en una fase inicial e incremental y no cuenta con los incentivos económicos y de política pública para adoptar estrategias sostenibles más allá de las impuestas por las certificaciones ambientales que generalmente se centran en la eficiencia energética. Debido a que las limitaciones responden a contextos particulares por región o país e incluso por sitio, resulta conveniente estudiar la demanda de cada mercado para determinar cuáles son las características sustentables más valoradas en las viviendas. Con este conocimiento se pueden enfocar los esfuerzos por obtener financiamiento del estado para fomentar la reconversión de la vivienda marrón o la edificación de la vivienda nueva hacia la sustentabilidad desde la perspectiva social siempre considerando el fin último de la sostenibilidad que es garantizar un entorno natural íntegro para las generaciones venideras. Algunas de las preguntas que deberían responder las investigaciones en ese sentido son ¿qué criterios de sustentabilidad son los más buscados y valorados por el mercado demandante de vivienda social en el contexto estudiado?, ¿cuáles de estos criterios resultan tan relevantes para el mercado que se está dispuesto a pagar más para garantizar su implementación?, ¿qué características de las más deseables son las que generan mayores beneficios económicos a largo plazo durante la ocupación de las viviendas sustentables? y ¿cuáles son las mejor valoradas desde la perspectiva de la economía circular?.

Por otro lado, la valoración económica, responsabilidad de los tasadores o valuadores de bienes inmuebles, presenta variados modelos estadísticos para considerar las variables sustentables de las viviendas de interés social en la determinación del valor de mercado, cuyo propósito es relacionar el valor de la propiedad con el valor físico de reposición, su capacidad de generar utilidad y el interés que tiene el mercado por adsorberlo. Sin embargo, estas metodologías están limitadas en su alcance porque no se cuentan con las bases de datos suficientes para robustecer los modelos estadísticos, son parciales porque dependen en gran medida de la percepción de los tasadores, no se adaptan a los contextos de implementación al tratarse principalmente de adopciones relacionadas con las certificaciones ambientales o les falta sistematizarse, debido a que se trata de un tema en creciente atención las asociaciones de profesionistas no logran consenso sobre las reglas de implementación.

Entre las preferencias de los valuadores se encuentran el análisis de regresión y la modelización hedónica para determinar las correlaciones entre las múltiples características del edificio y el valor de tasación presente y futuro debido a que las viviendas sustentables

de interés social difícilmente cuentan con comparables de mercado por la peculiar combinación de sus características.

Debido a la masividad de los proyectos de vivienda social, es altamente relevante la implementación de características sustentables en todas las etapas de su gestión, desde su planificación hasta la post-operación para lograr beneficios sociales significativos, más allá de la satisfacción de la demanda habitacional. La sustentabilidad comienza a cobrar significancia en el discurso de la sociedad que demanda una vivienda segura, y asequible, pero para fortalecer la conciencia ambiental del mercado inmobiliario se debe recurrir a estrategias de promoción que se pueden soportar a partir de la teoría de la difusión de las innovaciones conocida como *Dol* por sus siglas en inglés, que considera a la comunicación y la difusión estrategias claves para impulsar una idea o producto en una sociedad acotada y definida. Esta propuesta requiere del involucramiento del Estado para llegar al mercado, que, al demandar viviendas sostenibles incrementará su deseabilidad, fortalecerá y elevará el valor de mercado de éstas atrayendo beneficios para todos desde los tres pilares de la sustentabilidad.

CONCLUSIONES

Desarrollar vivienda de interés social que responda a las necesidades emergentes relacionadas con el cambio climático y la resiliencia social i.e., vivienda sustentable, requiere motivarse desde programas gubernamentales que fomenten el cumplimiento de la normatividad ambiental en materia de diseño arquitectónico y de difusión de sus bondades. Varios estudios demuestran que las viviendas sustentables de interés social presentan ventajas económicas, sociales y ambientales y que estas ventajas fortalecen e incrementan su valor en el mercado de tal modo que las viviendas sustentables pueden ser impulsadas por el mercado inmobiliario a través de los especialistas en valuación de bienes inmuebles, profesionales responsables de la valorar las características sustentables de las edificaciones tales como las relacionadas con la eficiencia energética, las orientaciones, las superficies permeables, manejo de aguas residuales, y en general la economía circular, que representan beneficios económicos para los habitantes como ahorro en el consumo de energía eléctrica y paralelamente mitigan los nocivos impactos antrópicos en el medioambiente. Estos especialistas, a pesar de contar con métodos estadísticos para la incorporación de externalidades de carácter sustentable en la tasación, las dejan fuera de los análisis debido a las dificultades de cuantificación, en respuesta, una porción de especialistas ha encontrado que la integración de primas asociadas a la sustentabilidad son el camino idóneo para considerar las bondades de la sustentabilidad en las edificaciones si se está dispuesto a restar importancia al carácter puramente económico y la rentabilidad de los negocios inmobiliarios en fomento del bien común.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Ab. Azis, S. S., Sipan, I., Sapri, M., Abdul Jalil, R., & Mohammad, I. S. (2017). The effect of green envelope components on green building value. *Property Management*, 35(2), 181–201. <https://doi.org/10.1108/pm-11-2015-0056>
- Addae-Dapaah, K., & Wilkinson, J. (2020). Green premium: what is the implied prognosis for sustainability? *Journal of Sustainable Real Estate*, 12(1), 16-33. <https://doi.org/10.1080/19498276.2021.1915663>
- Aroul, R. R., & Rodriguez, M. (2017). The increasing value of green for residential real estate. *Journal of Sustainable Real Estate*, 9(1), 112-130. <https://doi.org/10.1080/10835547.2017.12091894>
- Biswas, T., Wang, T. H., & Krishnamurti, R. (2008). Integrating sustainable building rating systems with building information models. *CAADRRIA 2008*, 193-200.
- Brophy, J. & Bawden, D. (2005). Is Google enough? Comparison of an internet search engine with academic library resources. *Aslib Proceedings*, 57(6), 498-512. <https://doi.org/10.1108/00012530510634235>
- Cadena, A., & Thomson, T. A. (2021). The value of “Green” in resale residential real estate: Premium by neighborhood value quintile, homestead status and year. *Journal of Sustainable Real Estate*, 13(1), 12-29. <https://doi.org/10.1080/19498276.2021.2010388>
- Cardona Castaño, J. C., Cubides Suárez, F. A. y Lamprea Zona, M. C. (2021). Aproximaciones al concepto de ambiente: percepciones de adolescentes. *Revista Guatemalteca de Educación Superior*, 4(1), 32-42. DOI: <https://doi.org/10.46954/revistages.v4i1.52>
- Cespedes-Lopez, M. F., & Mora-Garcia, R. T. (2022). Are Cave Houses a Sustainable Real Estate Alternative? *Land*, 11(12), 2185. <https://doi.org/10.3390/land11122185>.
- Cespedes-Lopez, M. F., Mora-Garcia, R. T., Perez-Sanchez, V. R., & Marti-Ciriquian, P. (2020). The influence of energy certification on housing sales prices in the province of Alicante (Spain). *Applied Sciences*, 10(20), 7129. <https://doi.org/10.3390/app10207129>
- De Paola, P., Del Giudice, V., Massimo, D. E., Del Giudice, F. P., Musolino, M., & Malerba, A. (2021). Green building market premium: detection through spatial analysis of real estate values. a case study. In *New Metropolitan Perspectives: Knowledge Dynamics and Innovation-driven Policies Towards Urban and Regional Transition Volume 2* (pp. 1413-1422). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-48279-4_132

- Departamento de Comunicación Global de la Organización de las Naciones Unidas (2020). Sustainable Development Goals Guidelines for the Use of The SDG Logo Including the Colour Wheel, and 17 Icons. United Nations. Department of Global Communication. New York. <https://unsdg.un.org/es/resources/directrices-para-el-uso-del-logotipo-de-los-ods-incluida-la-rueda-de-colores-y-los-17>
- DiPasquale, D., & Wheaton, W. C. (1994). Housing market dynamics and the future of housing prices. *Journal of urban economics*, 35(1), 1-27. <https://doi.org/10.1006/juec.1994.1001>
- Doan, D. T., Ghaffarianhoseini, A., Naismith, N., Zhang, T., Ghaffarianhoseini, A., & Tookey, J. (2017). A critical comparison of green building rating systems. *Building and Environment*, 123, 243–260. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2017.07.007>
- Elkington, J. (2004). Enter the Triple Bottom Line. En Henriques, A., Richardson, J., (Eds), *The Triple Bottom Line: Does It All Add Up? Assessing the Sustainability of Business and CSR* (pp. 23–38). Earthscan: London, UK.
- Efthymiou, D., & Antoniou, C. (2013). How do transport infrastructure and policies affect house prices and rents? Evidence from Athens, Greece. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 52, 1-22. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2013.04.002>
- Fregonara, E., & Barreca, A. (2022). Structural Equation Modelling for Detecting Latent “Green” Attributes in Real Estate Pricing Processes. En F., Della Spina, L., Piñeira Mantiñán, M.J. (Eds), *New Metropolitan Perspectives. NMP 2022. Lecture Notes in Networks and Systems*, vol 48. Calabrò, Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-06825-6_155
- Filippova, O. (2009). The influence of submarkets on water view house price premiums in New Zealand. *International Journal of Housing Markets and Analysis*, 2(1), 91-105. <https://doi.org/10.1108/17538270910939583>
- Foro Económico Mundial. (2016). Environmental sustainability principles for the real estate industry. Cologny/Geneva, Switzerland: World Economic Forum. https://www3.weforum.org/docs/GAC16/CRE_Sustainability.pdf
- García-Espinosa, S., & Zavala-Villagómez, M. D. L. L. (2021). Vivienda, un asunto de sustentabilidad urbana en México. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 23(2), 106-115. <https://doi.org/10.14718/RevArq.2021.3474>
- Głuszak, M. (2018). Externalities and house prices: A stated preferences approach. *Entrepreneurial Business and Economics Review*, 6(4), 181-196. <https://www.ceeol.com/search/article-detail?id=789007>
- Goubran, S. (2019). On the role of construction in achieving the SDGs. *Journal of*

sustainability research, 1(2). <https://doi.org/10.20900/jsr20190020>

Goubran, S., Masson, T., Caycedo, M. (2019). Evolutions in Sustainability and Sustainable Real Estate. En Walker, T., Krosinsky, C., Hasan, L.N., Kibsey, S.D. (Eds), Sustainable Real Estate (pp. 11–31). Palgrave Studies in Sustainable Business in Association with Future Earth. Palgrave Macmillan, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-94565-1_3

Hindagoda, W. T. D., & Gunawardhana, T. (2020). Incorporating sustainable building features into property valuation: a review. Proceedings of International Conference on Real Estate Management and Valuation. <https://journals.sjp.ac.lk/index.php/icremv/article/view/4952/3750>

Hindagoda, W. M. T. D., Edirisinghe, J & Gunawardhana, T. (2021). The importance of green features in determining property values. In Proceedings of International Conference on Real Estate Management and Valuation, 5. <https://journals.sjp.ac.lk/index.php/icremv/article/view/5650/4203>

Holtermans, R., & Kok, N. (2017). On the Value of Environmental Certification in the Commercial Real Estate Market. Real Estate Economics. <https://doi.org/10.1111/1540-6229.12223>

Hussin, J. M., Rahman, I. A., & Memon, A. H. (2013). The way forward in sustainable construction: issues and challenges. International Journal of Advances in Applied Sciences, 2(1), 15-24. https://www.researchgate.net/profile/Aftab-Memon-2/publication/265966368_The_Way_Forward_in_Sustainable_Construction_Issues_and_Challenges/links/542249340cf290c9e3a791d6/The-Way-Forward-in-Sustainable-Construction-Issues-and-Challenges.pdf

Kempf, C., & Syz, J. (2022). Why pay for sustainable housing? Decomposing the green premium of the residential property market in the Canton of Zurich, Switzerland. SN Business & Economics, 2(11), 170. <https://doi.org/10.1007/s43546-022-00346-8>

Kiel, K. A., & Williams, M. (2007). The impact of Superfund sites on local property values: Are all sites the same? Journal of urban Economics, 61(1), 170-192. <https://doi.org/10.1016/j.jue.2006.07.003>

Kofner, S. (2014). The German housing system: fundamentally resilient? Journal of Housing and the Built Environment 29, 255–275. <https://doi.org/10.1007/s10901-013-9383-0>

Kok, N., Koponen, E.-L., & Martínez-Barbosa, C. A. (2017). Big data in real estate? From manual appraisal to automated valuation. The Journal of Portfolio Management, 43(6), 202–211. <https://doi.org/10.3905/jpm.2017.43.6.202>

- Marmolejo-Duarte, C., Spairani Berrio, S., Del Moral-Ávila, C., & Delgado Méndez, L. (2020). The relevance of EPC labels in the Spanish residential market: The perspective of real estate agents. *Buildings*, 10(2), 27. <https://doi.org/10.3390/buildings10020027>
- Massimo, D. E., De Paola, P., Musolino, M., Malerba, A., & Del Giudice, F. P. (2022). Green and gold buildings? Detecting real estate market premium for green buildings through evolutionary polynomial regression. *Buildings*, 12(5), 621. <https://doi.org/10.3390/buildings12050621>
- Matisoff, D. C., Noonan, D. S., & Flowers, M. E. (2016). Policy monitor—Green buildings: Economics and policies. *Review of Environmental Economics and Policy*. <https://doi.org/10.1093/reep/rew009>
- Matlack, J. L., & Vigdor, J. L. (2008). Do rising tides lift all prices? Income inequality and housing affordability. *Journal of Housing Economics*, 17(3), 212-224. <https://doi.org/10.1016/j.jhe.2008.06.004>
- McClaughlin, G. B. (2005). Reflections on a Descriptive Review. *Schools*, 2(2), 173-182. <https://doi.org/10.1086/589128>
- Mironiuc, M., Ionaşcu, E., Huian, M. C., & Ţaran, A. (2021). Reflecting the sustainability dimensions on the residential real estate prices. *Sustainability*, 13(5), 2963. <https://doi.org/10.3390/su13052963>
- Monson, M. (2009). Valuation using hedonic pricing models. *Cornell Real Estate REview*, 62-73. <https://ecommons.cornell.edu/server/api/core/bitstreams/d4c1fc16-4a10-495b-a75a-010006f449b6/content>
- Muldavin, S.R. (2010). *Value Beyond Cost Saving: How to Underwrite Sustainable Properties*. Green Building FC. California.
- Mulliner, E., Malys, N., & Maliene, V. (2016). Comparative analysis of MCDM methods for the assessment of sustainable housing affordability. *Omega*, 59, 146-156. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2015.05.013>
- Nelson, J. P. (2008). Hedonic property value studies of transportation noise: aircraft and road traffic. En A., Ramirez, J., Schaerer, C., Thalmann, P., (Eds.), *Hedonic methods in housing markets: Pricing environmental amenities and segregation* (pp. 57-82). New York, NY: Springer New York.
- Nicholls, S., & Crompton, J. L. (2005). The impact of greenways on property values: Evidence from Austin, Texas. *Journal of Leisure Research*, 37(3), 321-341. <https://doi.org/10.1080/00222216.2005.11950056>
- Rossi-Hansberg, E., & Sarte, P. D. (2012). Economics of housing externalities. *International*

- Encyclopedia of Housing and Home, 2, 47-50. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08047163-1.00102-8>
- Runde, T., & Thoyre, S. (2010). Integrating Sustainability and Green Building into the Appraisal Process. *Journal of Sustainable Real Estate*, 2(1), 221–248. <https://doi.org/10.1080/10835547.2010.12091795>
- Tan, T. H. (2011). Measuring the willingness to pay for houses in a sustainable neighborhood. *The International Journal of Environmental, Cultural, Economic and Social Sustainability*, (1-12). <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/46815/>
- Tiquet, L. A. C., & Cervantes, A. L. (2021). Indicadores de sustentabilidad en la vivienda social de Tabasco, México. *Vivienda y comunidades sustentables*, (10), 93-114. <https://doi.org/10.32870/rvcs.v2i10.170>
- Tomadoni, M. M., & Díaz Varela, M. J. (2021). Indicadores de sustentabilidad para la vivienda social. En Zulaica y González Insua (Eds.) *Indicadores de sustentabilidad urbana y periurbana: Exploraciones metodológicas en Mar del Plata y el partido de General Pueyrredón, Sección II. Prácticas y procesos* pp.153-180. <https://librosfaud.mdp.edu.ar/EbooksFaud/catalog/download/IHAM02/56/772-1?inline=1>
- Urban Land Institute (2005) *Green Office Buildings: A Practical Guide to Development*. Washington, D.C.
- Valencia Londoño, D. E., & Bancroft, R. (2019). Aproximación a una propuesta metodológica para evaluar la sostenibilidad en el entorno de la vivienda social en Medellín. *El Ágora USB*, 19(1), 170-196. <https://doi.org/10.21500/16578031.4126>
- Winston, N. (2010). Regeneration for sustainable communities? Barriers to implementing sustainable housing in urban areas. *Sustainable Development*, 18(6), 319–330. <https://doi.org/10.1002/sd.399>
- Zutshi, A., & Creed, A. (2015). An international review of environmental initiatives in the construction sector. *Journal of Cleaner Production*, 98, 92–106. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.06.077>



PAPEL DE LOS ISOTIOCIANATOS EN LA QUIMIOPREVENCIÓN Y PROGRESIÓN DEL CÁNCER: UNA REVISIÓN DE LA EVIDENCIA ACTUAL.

The Role of Isothiocyanates in Chemoprevention and Cancer Progression: A Review of the Current Evidence.

Mardey Liceth Cuellar Nuñez¹

<https://orcid.org/0000-0003-2045-8951>

liceth.cuellar@uaq.mx

José Fernando Vasco Leal²

<https://orcid.org/0000-0003-2503-1332>

jose.vasco@uaq.mx

¹Facultad de Medicina, Universidad Autónoma de Querétaro, México.

²Facultad de Contaduría y Administración de la Universidad Autónoma de Querétaro.

Fecha recepción: 19 de Octubre de 2022 / Fecha Aprobación: 14 de Diciembre 2022 / Fecha Publicación: 31 de Enero 2023

RESUMEN

Los isotiocianatos son compuestos bioactivos liberados tras la hidrólisis de los glucosinolatos, precursores presentes en vegetales crucíferos como el brócoli, la coliflor y las coles de Bruselas. Esta revisión sintetiza el conocimiento actual (hasta 2022) sobre el papel quimiopreventivo y terapéutico de estos compuestos en diversas líneas celulares oncológicas. La evidencia demuestra que los isotiocianatos, como el sulforafano y el isotiocianato de fenilo ejercen efectos antiproliferativos mediante la modulación de múltiples vías de señalización, incluyendo la inducción de apoptosis selectiva, el arresto del ciclo celular en fases G1 y G2/M, y la activación de la vía Nrf2 para combatir el estrés oxidativo. Se concluye que el consumo dietario de crucíferas representa una estrategia viable de quimiopreención, aunque se requiere profundizar en los mecanismos epigenéticos y la variabilidad farmacogenética individual para su futura integración clínica.

Palabras claves:

Isotiocianatos, cáncer, apoptosis, compuestos bioactivos, brócoli, coliflor.

ABSTRACT

Isothiocyanates are bioactive small molecules formed from glucosinolate precursors found in cruciferous vegetables such as Brussels sprouts, broccoli, and cauliflower. This review summarizes current scientific evidence regarding their role as potent anticancer agents across various cell lines, including pancreatic, liver, lung, and breast cancer. Isothiocyanates, notably sulforaphane and phenethyl isothiocyanate demonstrate significant antineoplastic activity by inducing selective apoptosis and cell cycle arrest. Recent studies highlight their capacity to affect multiple cellular

Cómo citar:

Cuellar Nuñez, M. L. & Vasco Leal, J. F. (2023). Papel de los isotiocianatos en la quimiopreención y progresión del cáncer: Una revisión de la evidencia actual. FAGROPEC, 15 (1), ppt. 182-200. <https://doi.org/10.47847/fagropec.v15n1a11>



pathways, such as oxidative stress through Nrf2 activation, the inhibition of the Wnt/ β -catenin pathway in colorectal cancer stem cells. This synthesis emphasizes the importance of cruciferous vegetable intake as a chemopreventive strategy, while noting the necessity for further research into epigenetic mechanisms and individual genetic variability.

Keywords:

Isothiocyanates, cancer, apoptosis, bioactive compounds, broccoli, cauliflower.

INTRODUCCIÓN

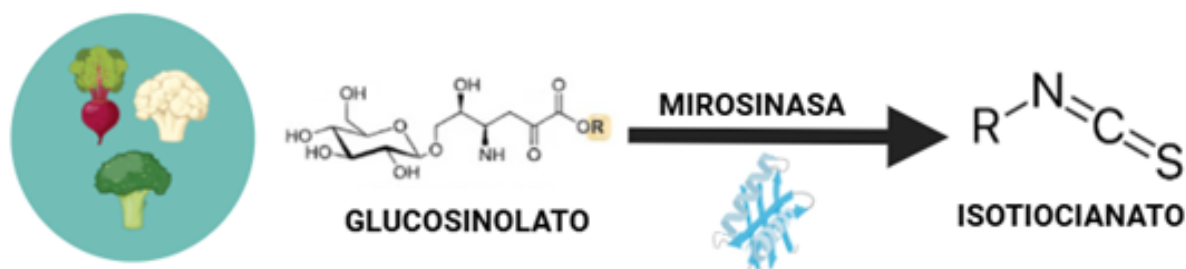
El cáncer es un conjunto de enfermedades genéticas caracterizadas por un crecimiento descontrolado debido a regulaciones defectuosas en la proliferación y división celular, que producen daño y deterioro funcional. Las células cancerosas malignas pueden derivar de distintos tejidos: los carcinomas derivan de células epiteliales; los sarcomas derivan de tejidos mesenquimatosos tales como tejido muscular, tejido conjuntivo, tejido fibroso y tejido graso; los linfomas y leucemias derivan de células mesenquimatosas de la sangre (Catherine Sánchez, 2013). Actualmente el cáncer es un problema de salud importante ya que se encuentra entre las primeras 3 causas de morbilidad y mortalidad a nivel mundial. Según la OMS, en el 2018 se diagnosticaron 3,8 millones de casos aproximadamente y 1,4 millones de personas murieron por esta enfermedad.

Los tipos de cáncer diagnosticados con mayor frecuencia en los hombres son: de próstata (21,7%), pulmón (9,5%), y colorrectal (8,0%). En las mujeres, los cánceres más frecuentes son: de mama (25,2%), pulmón (8,5%), y colorrectal (8,2%). La incidencia del cáncer aumenta debido a factores de riesgo modificables tales como tabaquismo, alcoholismo, baja actividad física y dieta pobre en frutas y verduras (Sanz-Barbero et al., 2014).

Los compuestos bioactivos son componentes derivados de la dieta, que, tras su ingesta, influyen de manera positiva en las actividades celulares y fisiológicas. Diversas investigaciones han confirmado la funcionalidad de los isotiocianatos, compuestos activos derivados de verduras crucíferas tales como rábano, brócoli y coliflor, en la inhibición de la carcinogénesis. Los glucosinolatos son compuestos biológicamente activos que se encuentran en las plantas del género Brassicaceae, algunos ejemplos son el brócoli, la coliflor, las coles de bruselas, entre otros. Estos compuestos son inactivos sin la acción de la enzima mirosinasa, que actúa metabolizándolos hacia isotiocianatos (isotiocianato de alilo, bencil isotiocianato, fenil isotiocianato y sulforafano) (Figura 1).

Figura 1.

Conversión del glucosinolato a isotiocianato por acción de la enzima mirosinasa.



Los isotiocianatos tienen diversos efectos biológicos benéficos, algunos son capaces de inhibir la actividad del NF-κB, el cual está implicado en procesos de inflamación y

respuesta al estrés. Otros están involucrados en la síntesis de la proteína Nrf2, mediante la activación del factor de transcripción NFE2L2, la cual tiene efectos antioxidantes y en las enzimas microsomales de clase II. Además, poseen mecanismos epigenéticos de acción, como la desacetilación de histonas, inhibición de la metilación del DNA e inhibición de la expresión de microARN.

Ciertas investigaciones han reportado que además de los efectos mencionados anteriormente, los isotiocianatos y otros compuestos, como ácido oleico y erúxico, tienen efectos antimicrobianos (Cavaiuolo & Ferrante, 2014). Es por esto, que el objetivo de esta revisión fue determinar los procesos mediante los cuales los isotiocianatos inhiben la carcinogénesis en diferentes tipos de cáncer.

Isotiocianatos en la quimiopreención del cáncer colorrectal

El cáncer colorrectal es uno de los tipos de cáncer más frecuentes, después del cáncer de próstata en hombres y del cáncer de mama en mujeres, y representa una de las principales causas de muerte a nivel mundial después del cáncer de pulmón. En el 80% de los casos se presenta de manera esporádica y únicamente el 20% se relaciona con antecedentes familiares (Vanegas et al., 2020).

La mayoría de las neoplasias originadas en el colon son adenocarcinomas epiteliales y entre los factores de riesgo se encuentran la obesidad, sedentarismo, diabetes mellitus y la historia familiar en un menor porcentaje (Rawla et al., 2019). Es muy difícil tratar el cáncer colorrectal cuando no se detecta a tiempo debido a la alta resistencia a los fármacos por lo que se han buscado nuevos tratamientos más prometedores que disminuyan su mortalidad.

Se ha reportado que compuestos bioactivos como los isotiocianatos, presentes en algunos vegetales, intervienen en diferentes etapas específicas de la carcinogénesis, lo que ha provocado especial interés en dichos compuestos como nuevos blancos terapéuticos (Yano et al., 2018; Ağagündüz et al., 2022). En el caso del cáncer colorrectal, se ha identificado al isotiocianato de fenilo como el compuesto con mayor actividad anti-proliferativa en la línea celular HT29 de cáncer de colon, cuyos efectos incluyen la inducción de apoptosis, la inhibición de la angiogénesis y el arresto celular (Cuellar-Núñez et al., 2020).

Los isotiocianatos de fenilo (PITC) inducen apoptosis en las células HT29 de cáncer de colon, se ha visto que inducen arresto del ciclo celular en G1 debido a la disminución de la regulación de ciclinas (A, D y E) por la activación de la vía de señalización MAPK. También se ha visto que pueden inhibir a las CSCs (células madre del cáncer) a través de la vía Wnt/ β -catenina la cual desempeña un papel importante en las propiedades de estas células para proliferar, migrar e invadir otros tejidos (Chen et al., 2018).

Hay estudios que indican que los isotiocianatos de bencilo (BITC) activan la vía PI3K/Akt lo que inhibe la proliferación de células de cáncer de colon. PIK3 cataliza la fosforilación de fosfatidilinositol-4,5- bifosfato a fosfatidilinositol-3, 4, 5- trifosfato que finalmente activa

a AKT, que juega un rol importante en la supervivencia celular, crecimiento celular y proliferación. Por otro lado, se ha reportado que BITC activa a NrF2, una proteína que controla la expresión de ciertos genes y tiene un papel importante en la expresión de genes citoprotectores, e induce la acumulación de moléculas autofágicas como LC3BII y p62 en la línea celular HCT116 de cáncer de colon (Liu et al., 2017).

También se ha observado que el sulforafano, un tipo de isotiocianato tiene efectos antiproliferativos, anti angiogénicos y anti metastásicos debido a que en los tumores de cáncer de colon existe una muy alta expresión de prostaglandinas E2 (PGE2) y el sulforafano disminuye la expresión de COX-2, mPGES-1, HIF-1, VEGF, CXCR4, MMP-2 y MMP-9 bloqueando la expresión de prostaglandinas E2 (PGE2). También se observó que puede inducir apoptosis mediante la activación de la caspasa 3 e inducir especies reactivas de oxígeno en las células HT-29 de cáncer de colon (Yano et al., 2018; Cuellar Nuñez et al., 2022).

Efecto quimiopreventivo de los isotiocianatos en el cáncer de esófago

El cáncer de esófago es una de las neoplasias más agresivas y es más frecuente en hombres que en mujeres, presenta una alta morbilidad y mortalidad, ocupa el octavo lugar dentro de los cánceres más frecuentes a nivel mundial (4.2% de las neoplasias totales) y el sexto lugar de muertes por cáncer.

El tipo más común es el carcinoma escamoso o epidermoide (de células escamosas de la mucosa) y sus principales factores de riesgo son el alcohol y el tabaco (Gómez-Urrutia et al., 2017) aunque la incidencia del adenocarcinoma del tercio inferior del esófago (OAC) se ha incrementado considerablemente y se desarrolla a partir de una lesión en común, el esófago de Barrett, y sus principales factores de riesgo son el reflujo gastroesofágico y el consumo de tabaco.

Al igual que en otros tipos de cáncer, se ha visto que la ingesta alta de verduras crucíferas disminuye considerablemente el riesgo de padecer cáncer de esófago (Johnson, 2018), sobre todo de adenocarcinoma de esófago (OAC), varios estudios realizados en ratas con este tipo de cáncer muestran que los isotiocianatos de fenilo (PEITC) disminuyen la tumorigénesis mediante la inhibición de NMBA (carcinógeno N-nitrosometilbencilamina), lo que sugiere su posible uso como agente quimiopreventivo.

También se ha reportado que el sulforafano, otro tipo de isotiocianato actúa como agente antitumoral mediante la inhibición de MSK2-CREB-Bcl2 y de la expresión de cadherinas para inducir apoptosis y la para inhibir la invasión de las células cancerígenas de esófago respectivamente (Sanz-Barbero et al., 2014).

Otros estudios nos muestran que el isotiocianato de 4-metiltio-3-butenilo (MTBITC) es un potencial quimiopreventivo para este tipo de cáncer (Hirata et al., 2019), se ha visto que provoca la inducción de apoptosis por la vía mitocondrial, arresto celular en G2/M y producción de agentes reactivos de oxígeno (ROS) los cuales son tóxicos en altas

concentraciones para las células cancerígenas.

Efectos antiproliferativos y mecanismos de apoptosis en el cáncer de pulmón

El cáncer de pulmón es la principal causa de muerte por cáncer a nivel mundial en hombres, y la segunda causa de muerte por cáncer en mujeres, siendo el cáncer pulmonar de células no pequeñas (CPCNP) el tipo de cáncer pulmonar más frecuente (85%) (Zhang et al., 2017). La principal causa de cáncer pulmonar es el tabaquismo.

Se han estudiado las sustancias químicas que contiene el humo del tabaco y entre ellas se encuentra la 4-metilnitrosamino-1-3-piridil-1-butanona (NNK), un potente cancerígeno derivado del tabaco que promueve la supervivencia de las células de cáncer pulmonar (Xue et al., 2014). Se ha visto que el consumo de vegetales ricos en isotiocianatos reduce el riesgo de padecer cáncer de pulmón en un 22% (Tram et al., 2009) de modo que, la ingesta de verduras crucíferas está inversamente asociada con el riesgo de cáncer de pulmón.

Según varios estudios, los isotiocianatos de bencilo e isotiocianatos de fenilo inhiben el crecimiento celular de las células L9981 mediante la inhibición de AKt (enzimas que participan en la transmisión de señales intracelulares y regulan el crecimiento y supervivencia celular mediante el bloqueo de la apoptosis) y NF-kB y la generación de ROS, que desencadenan señales apoptóticas (Wu et al., 2010). El sulforafano, un isotiocianato que se encuentra en el brócoli participa en varias vías que incluyen la inducción de genes desintoxicantes, el control del ciclo celular y la apoptosis; actuando como agente antioxidante (Kan et al., 2018).

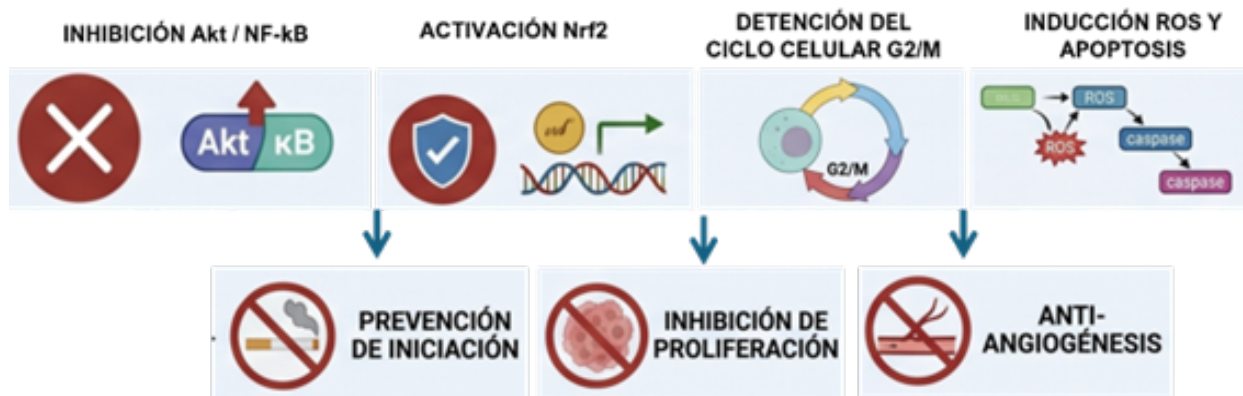
Estudios en fumadores que consumieron berros, una fuente de isotiocianato de fenitilo, indican que este inhibe la activación metabólica de NNK en humanos. Las combinaciones de agentes quimiopreventivos activos contra diferentes carcinógenos en el humo del tabaco pueden ser útiles en la quimiopreención del cáncer de pulmón.

La actividad quimiopreventiva de los isotiocianatos se debe a la modificación del metabolismo carcinógeno de fase I (isoenzimas de citocromo p450) y fase II (quinona reductasa y GSH S-transferasas), lo que da como resultado un aumento de la excreción de carcinógenos. La inducción de las enzimas de fase II está mediada por la vía dependiente de Nrf2. Así mismo, los isotiocianatos pueden inhibir la bioactivación de los procarcinógenos que se encuentran en el humo del tabaco, como los hidrocarburos aromáticos policíclicos, de esta manera contribuyen a la prevención del cáncer pulmonar (Bauer et al., 2013).

Resultados de ciertos estudios indicaron que el isotiocianato de bencilo (BITC) indujo estrés del retículo endoplásmico en las células de cáncer de pulmón y asimismo el estrés del RE indujo autofagia de estas células cancerosas. Wu et al. (2010) demostraron que los isotiocianatos inducen estrés oxidativo y suprimen el potencial de metástasis de las células de cáncer de pulmón de células no pequeñas humanas (Figura 2).

Figura 2.

Mecanismos de acción de los isotiocianatos e impacto en la progresión de células cancerígenas



Se ha planteado la hipótesis de que los factores genéticos relacionados con el metabolismo de los isotiocianatos contribuyen a las diferencias entre cada individuo en el grado de protección conferido por el consumo de vegetales crucíferos (Esteve, 2020). Específicamente, los individuos con ausencia de los genes GSTM1 y GSTT1, metabolizan los isotiocianatos de manera menos eficiente, lo que permite que los isotiocianatos permanezcan biológicamente activos durante un período más largo y confieran mayor protección contra el cáncer.

Sulforafano como isotiocianato clave en el cáncer de próstata

La desregulación metabólica es uno de los sellos distintivos de distintas neoplasias, incluidos el de cáncer de próstata, que es una de las neoplasias malignas mayormente encontradas entre los hombres (Novío et al., 2016) y que sigue siendo una de las principales causas de mortalidad relacionadas con el cáncer entre los hombres estadounidenses.

Se ha observado recientemente resultados de estudios epidemiológicos que sugieren una asociación inversa entre la ingesta diaria en la dieta de vegetales crucíferos y la reducción del riesgo de cáncer de próstata (Singh & Singh, 2012), dicha familia de isotiocianatos proveniente de los vegetales y sus subproductos metabólicos resultantes de masticar o cortar dichos vegetales se ha estudiado de manera extensa para la quimioprevención de diversas neoplasias; entre ellas la del cáncer de próstata.

Los productos naturales que siguen siendo investigados para dirigirse al metabolismo celular como prevención y tratamiento de cáncer de próstata se encuentran el sulforafano y el extracto de brócoli rico en sulforafano; estos inhiben el crecimiento celular de cáncer de próstata en entornos terapéuticos y preventivos in vivo y sin efectos secundarios evidentes (Singh et al., 2018).

Singh et al. (2018), demostraron previamente que el tratamiento con sulforafano inhibe la síntesis de ácidos grasos en células in vitro de cáncer de próstata y en adenocarcinoma

de próstata de ratones TRAMP in vivo al igual que se ha encontrado una disminución en niveles de adenocarcinoma de próstata y plasma de acetil-CoA derivado de los intermediarios de glucólisis en ratones TRAMP tratados con sulforafano en comparación con los de control.

La inhibición de la glucólisis por sulforafano se asocia con una disminución de los niveles de proteínas de enzimas HKII, PKM2 y LDHA en los ratones Hi-Myc y en los ratones TRAMP. La expresión de HKII, la cual cataliza el primer paso en el metabolismo de la glucosa al convertirla en glucosa-6-fosfato es mayor en cánceres de próstata resistentes a la castración y en el cáncer impulsado por la deficiencia de p53. Mientras que la enzima PKM 2 es la responsable de la conversión de fosfoenolpiruvato a piruvato y se observa en asociación con la agresividad en el cáncer de próstata (Wiczek et al., 2012).

Esto ha demostrado que un régimen de administración de sulforafano tres veces por semana disminuye drásticamente los niveles de lactato en plasma y próstata de los ratones TRAMP. Al igual que se observa una disminución de HKII y LDHA que es responsable de la reversión del efecto Warburg por sulforafano y disminución del aumento de las colonias de células cancerígenas (Singh, et al., 2018 y Kim et al., 2018).

Potencial sinérgico de extractos ricos en isotiocianatos en la reducción de la quimiorresistencia del cáncer de páncreas.

El cáncer de páncreas es la cuarta causa principal de muerte por cáncer en los Estados Unidos. Su tasa de supervivencia general a 5 años es solo del 3%; esta neoplasia tiene uno de los pronósticos más desfavorables de todos los cánceres del ser humano y solo el 20% de los pacientes son elegibles para la resección quirúrgica que hasta el día de hoy; sigue siendo la única terapia potencialmente curativa (Yeo & Lowenfels, 2012).

La quimioterapia es un tratamiento estándar utilizado para este tipo de neoplasia, sin embargo, estos tumores desarrollan resistencia a los medicamentos con el paso del tiempo y se requiere aumentar los agentes citotóxicos para poder seguir el tratamiento, causando efectos adversos graves en los pacientes que puede aumentar su riesgo de mortalidad.

Bailey et al. (2016) identificaron distintas alteraciones genéticas centrales en 10 vías comunes de tumores pancreáticos. Los factores de riesgo ambientales incluyen tabaquismo, alcoholismo, obesidad, dieta, entre otros. La carcinogénesis de esta neoplasia es un proceso de extensos pasos en los cuales se activan oncogenes como k-ras, stat3, pi3k y genes supresores se desactivan como p16, rb, p53 y smad4.

La curcumina es un compuesto natural aislado conocido como curcuma. Esta ha sido investigada por años en estudios preclínicos que han demostrado su potencial de suprimir el crecimiento de diversas neoplasias malignas incluyendo al cáncer de páncreas. Se ha demostrado que suprime el crecimiento tumoral por medio de diversas vías de señalización como la NF-kB, STAT3, Notch-1.

Wang et al. (2016) demostraron que NF- κ B e IKK son constitutivamente activos en líneas celulares de cáncer de páncreas y la inhibición de estas moléculas por medio de la curcumina se asoció con actividad supresora del crecimiento. Por su parte, Berkovich et al. (2013), evidenciaron que el extracto de hoja de Moringa oleifera inhibe el crecimiento de las células de cáncer de páncreas por medio de la inhibición de señalización de células NF- κ B y aumenta la eficacia del tratamiento con quimioterapia ya que disminuye de forma amplia la resistencia a los fármacos utilizados.

Efecto de los isotiocianatos y su producción de especies reactivas de oxígeno en células de cáncer de mama.

El cáncer de mama es un problema serio de salud pública a nivel mundial, siendo la primera causa de muerte por neoplasias malignas en América Latina en pacientes del género femenino (Knaul et al., 2009).

En México corresponde al 9% del total de las neoplasias y al 15% de las que afectan a dicho sexo. Es por esto por lo que se han buscado diversas alternativas para su prevención, dentro de estas se ha demostrado que la alimentación juega un papel muy importante ya que múltiples estudios han comprobado que existe una relación inversa entre la ingesta de verduras crucíferas y el riesgo de padecer cáncer de mama debido a los efectos antiproliferativos de los isotiocianatos y los compuestos bioactivos presentes en este tipo de alimentos.

Un objetivo de interés en años recientes ha sido la planta de la Moringa oleifera (compuesto rico en isotiocianatos) debido a que se ha observado que tiene propiedades anticancerígenas en distintas líneas celulares, incluyendo aquellas de cáncer de mama. En un estudio llevado a cabo en la línea celular MDA-MB-231 de células de cáncer de mama se observó que el tratamiento con extracto de Moringa inhibe el crecimiento celular, esta tasa baja de supervivencia se atribuyó a la inducción de la apoptosis, así como la detención del ciclo celular en la fase G2/M. Se concluyó que esta planta muestra propiedades anticancerígenas al interferir con la transducción de señales en la cascada que promueve la proliferación celular, siendo una posible alternativa para el tratamiento del cáncer de mama (Al-Asmari et al., 2015).

También se ha investigado el papel que juega el bencil isotiocianato (BITC) en la prevención y tratamiento del cáncer de mama, en un estudio llevado a cabo por Kim et al. (2013) en células madre de cáncer de mama (bCSC), se comprobó que este compuesto es capaz de inhibir su desarrollo, este hallazgo es de interés ya que este tipo de células inician con el crecimiento tumoral y se cree son resistentes a las formas convencionales de quimioterapia, y la eliminación tanto de las células bCsc sensibles al tratamiento como de aquellas resistentes es un paso esencial para la prevención del cáncer de mama. En este estudio también se evaluó la actividad de BITC in vivo en ratones con cáncer de mama, se observó que al incluir este compuesto en la dieta de los ratones les confería una protección significativa contra el desarrollo de este tipo de cáncer, sin mostrar evidencia de toxicidad. Se destaca que, aunque BITC es un compuesto de estructura simple,

desencadena una serie compleja de eventos de señalización que favorecen la apoptosis, así como la autofagia de las células cancerígenas. Estas vías de señalización abarcan procesos como la inhibición del complejo III de la respiración mitocondrial y la producción de especies reactivas de oxígeno, entre otros.

Otro efecto benéfico que se ha observado del BITC es su capacidad para inhibir la transición epitelio-mesenquimatoso (EMT) de líneas celulares de cáncer de mama, esta transición es esencial en la patogenia de la agresividad del cáncer. Se han vinculado las biopsias de carcinoma de mama que presentan una sobreexpresión de indicadores de EMT tienen una mayor agresividad tumoral, recurrencia del cáncer, variables clinicopatológicas desfavorables y menor probabilidad de supervivencia. Además, BITC también es capaz de incrementar la transcripción de la E-cadherina, la cual se considera un supresor tumoral debido al rol que tiene en el mantenimiento del fenotipo epitelial, y su expresión se encuentra disminuida en la progresión del cáncer y se correlaciona con un mal pronóstico (Sehrawat & Singh, 2011).

Inducción de apoptosis selectiva y supresión de la vía AKT/mTor en neoplasias hematológicas mediante sulforafano.

La leucemia es un tipo de cáncer en el cual se observa un aumento anormal y desorganizado del número de leucocitos, dando lugar a una invasión de la médula ósea, lo cual a su vez impide el desarrollo normal de las células progenitoras de la sangre, resultando en una disminución del número de glóbulos rojos y plaquetas. Según las células afectadas podemos distinguir distintos tipos de leucemia: leucemia aguda linfoblástica, leucemia aguda mieloblástica, leucemia mieloide crónica, y leucemia linfática crónica.

Como se ha mencionado previamente, los glucosinolatos son capaces de inhibir, retardar o incluso revertir la carcinogénesis, sin embargo el compuesto con actividad antiproliferativa y anticancerígena más importante para la prevención y detención del progreso de la leucemia es el sulforafano, ya que en diversos estudios se ha observado que es capaz de inducir apoptosis, además de promover la expresión de proteínas como p-53, bcl-2 y bax en líneas celulares linfoblastoides Jurkat (Fimognari et al., 2002).

El sulforafano es capaz de inducir estrés oxidativo al reaccionar y agotar el glutatión intracelular, lo que puede después conducir a la apoptosis de la célula, mediante este y otros mecanismos (por ejemplo, aumentando la expresión de p53) este compuesto puede producir apoptosis a tales niveles que puede llegar incluso a necrosis. También se ha demostrado que es capaz de producir arresto celular en la fase G2/M del ciclo celular (Bayat Mokhtari et al., 2018).

El resultado neto de estos efectos es una potente inhibición del crecimiento de las células presentes en la leucemia, siendo un compuesto de interés para su uso como agente quimioterapéutico y quimioprolifáctico.

Otro efecto de interés del sulforafano es su acción en células de leucemia linfoblástica

aguda, ya que en un estudio llevado a cabo por Suppipat et al. (2012) demostró que este compuesto es capaz de reducir selectivamente la viabilidad de las líneas celulares con este tipo de leucemia, y posteriormente también se comprobó este efecto en muestras de pacientes con ALL (leucemia linfoblástica aguda) sin tener un efecto notable en las células mononucleares normales.

Además, se comprobó que el sulforafano es capaz de inhibir las vías de señalización de AKT y mTor (las cuales son de suma importancia para la supervivencia celular), esto debido a que disminuye los niveles celulares de estas dos proteínas.

Es de particular importancia el efecto del sulforafano en este tipo de leucemia ya que es el cáncer hematológico más común en niños, y aunque los tratamientos han mejorado el pronóstico de los pacientes pediátricos con leucemia linfoblástica aguda, todavía aproximadamente el 20% de estos pacientes recaen después del tratamiento inicial, es por esto que el desarrollo de nuevas alternativas terapéuticas es crítico para generar tratamientos de primera línea para aquellos pacientes con alto riesgo de sufrir recaídas (Makiya, 2013).

El isotiocianato de fenilo también ha mostrado propiedades antiproliferativas en líneas celulares de leucemia, al inhibir las histonas desacetilasas y remodelación de la cromatina, lo que induce posteriormente al arresto celular e inhibición del crecimiento de este tipo celular, además de inducir apoptosis al promover la expresión de la caspasa 9 y disminuir los niveles de bcl-2, sin afectar a las células mononucleares normales de la sangre periférica (Ma et al., 2006).

Efectos antiproliferativos del isotiocianato de alilo y activación del sistema de detoxificación de fase II en el carcinoma hepatocelular.

El carcinoma hepatocelular (CHC) es una de las neoplasias malignas más comunes en adultos y es más común en hombres que en mujeres (3:1), y en negros que en blancos y comúnmente está asociado a cirrosis hepática (McGlynn et al., 2021). En todo el mundo, alrededor del 10% de todas las muertes en el rango de edad adulta se pueden atribuir al carcinoma hepatocelular. A nivel mundial el CHC es el sexto cáncer más común en todo el mundo y el quinto cáncer más común en hombres y el octavo más común en mujeres. La mayoría de las muertes anuales atribuibles al CHC ocurren en Asia y África subsahariana. La aparición de carcinoma hepatocelular varía ampliamente según la ubicación geográfica, siendo más común en personas de origen asiático. La prevalencia del carcinoma hepatocelular sigue aumentando debido a la alta incidencia de hepatitis B y C.

Ciertos estudios han confirmado la relación directa entre el aumento del consumo de vegetales crucíferos ricos en isotiocianatos y sus derivados, y el menor riesgo de padecer cáncer, así como el aumento del consumo de estos mismos provee de un potencial efecto quimioprotector contra el cáncer (Zhang et al., 2017). Las concentraciones sub tóxicas de los metabolitos de los glucosinolatos (isotiocianatos) son las responsables de

la inhibición cancerígena (Fig. 3). El isotiocianato de alilo (AITC) se obtiene de la dieta de algunas verduras crucíferas y exhibe actividades anticancerígenas en muchos tipos de cáncer. El AITC tiene efectos sobre la viabilidad celular, el daño del ADN y la migración en las células HepG2 de cáncer de hígado humano (Liu et al., 2018). Se ha investigado la actividad biológica del silicio conjugado con AITC (AITC-SiQD). La producción de ROS podría ser uno de los mecanismos principales del efecto anticanceroso de los AITC-SiQD (Liu et al., 2018). Estos datos proporcionan conocimientos para optimizar el potencial terapéutico de los isotiocianatos dietéticos en el tratamiento del cáncer.

El tratamiento con isotiocianatos en células de cáncer de hígado HepG2 resulta en una disminución de la viabilidad celular dependiente de la dosis, así como aumento de la muerte celular de las células cancerígenas (Kntayya et al., 2018). A determinadas concentraciones del tratamiento con isotiocianatos se observó una disminución en la motilidad celular de células HepG2 lo que disminuye la progresión de la enfermedad debido a la disminución de la migración celular. Asimismo, se observaron efectos en la disminución de la capacidad de formar colonias en las células que recibieron el tratamiento con isotiocianatos a diferencia de las que no (Roy et al., 2019).

Otra forma en la que los isotiocianatos reducen o inhiben la carcinogénesis es mediante la reducción de la invasión celular al inhibir su capacidad de degradar la matriz extracelular. Estudios in vitro han demostrado que la incubación de líneas celulares de cáncer de hígado con isotiocianatos a ciertas dosis, aumentan la apoptosis de una manera dependiente de la dosis, observándose condensación nuclear y formación de cuerpos apoptóticos (Molina-Vargas, 2013).

El tratamiento con isotiocianatos de las líneas celulares de cáncer de hígado resultó en un incremento de ROS in vitro. El tratamiento específico con isotiocianato de 4-metiltiobutilo (MTBITC) mostró la detención del crecimiento en G2/M y la inducción de apoptosis dependiente de la dosis. En hepatocitos normales, no se pudo detectar apoptosis o necrosis después de repetidos ciclos de administración de hasta 50 mM de MTBITC, por lo que esto nos proporciona un enfoque terapéutico del fitoquímico MTBITC de la dieta sin repercusiones sobre los hepatocitos normales (Lamy et al., 2013).

Un mecanismo importante detrás de la actividad quimiopreventiva de los isotiocianatos es la activación de Nrf2, que conduce a la inducción de proteínas del metabolismo del hierro, enzimas desintoxicantes de fase II y proteínas antioxidantes.

La evidencia recopilada demuestra que los isotiocianatos actúan sobre múltiples blancos terapéuticos de forma simultánea. Los mecanismos clave, que incluyen la inducción de apoptosis, la detención del ciclo celular y la modulación del estrés oxidativo, se resumen de manera comparativa en la Tabla 1.

METODOLOGÍA

Se realizó una búsqueda exhaustiva de literatura científica en las bases de datos indexadas

PubMed, ClinicalKey, MedLine, SciELO y Elsevier. Se empleó una estrategia de búsqueda basada en la combinación de los siguientes descriptores y palabras clave: *cancer, apoptosis, diet, isothiocyanates, cruciferous vegetables, bioactive compounds, broccoli y cauliflower*. Con el objetivo de garantizar la vigencia y relevancia de la información, se aplicaron los siguientes criterios de inclusión: Cronología: se limitó la búsqueda a artículos originales y de revisión publicados en el periodo comprendido entre 2010 y 2022; Idioma: estudios redactados en inglés y español. Temática: Investigaciones que exploraran la correlación directa entre los isotiocianatos y la modulación de la expresión génica en líneas celulares de cáncer humano.

La selección de la evidencia se realizó en dos fases críticas: Fase inicial: Se llevó a cabo un análisis de títulos y resúmenes para identificar estudios que integraran las variables de neoplasia, mecanismos de proliferación/mutación y compuestos bioactivos derivados de vegetales crucíferos; y posteriormente una fase de síntesis en la que se realizó la revisión de texto completo de los artículos preseleccionados, priorizando aquellos que aportaran datos mecanísticos sobre el efecto antiproliferativo de los compuestos en modelos celulares humanos.

Tabla 1.

Efectos antitumorales y mecanismos moleculares de los isotiocianatos en diferentes líneas celulares

Tipo de Cáncer	Compuesto clave	Mecanismo de Acción Principal	Efecto Biológico
Colorrectal	PITC, BITC y Sulforafano	Inhibición de la vía Wnt/ β -catenina y disminución de PGE2, COX-2 y VEGF.	Inducción de apoptosis (caspasa 3) e inhibición de células madre cancerosas (CSCs).
Esófago	Sulforafano, PEITC y MTBITC	Inhibición del eje MSK2-CREB-Bcl2 e inducción de especies reactivas de oxígeno (ROS).	Bloqueo de la invasión celular y arresto del ciclo celular en fase G2/M.
Pulmón	BITC y PEITC	Inhibición de la bioactivación de NNK y supresión de las vías Akt y NF- κ B.	Reducción del riesgo de iniciación tumoral y fomento de la detoxificación vía Nrf2.
Próstata	Sulforafano	Inhibición de enzimas glucolíticas (HKII, PKM2, LDHA) y de la síntesis de ácidos grasos.	Reversión del efecto Warburg y arresto del ciclo celular en G2/M.
Páncreas	Curcumina y Moringa oleifera	Supresión de las vías de señalización NF- κ B, STAT3 y Notch-1.	Reducción del crecimiento tumoral e incremento de la quimiosensibilidad.
Mama	BITC	Inhibición de la transición epitelio-mesenquimatosa (EMT) y regulación de la E-cadherina.	Eliminación de células madre de cáncer de mama (bCSC) e inducción de autofagia.
Leucemia	Sulforafano y PITC	Reducción de los niveles de AKT y mTor e inhibición de histonas desacetilasas.	Apoptosis selectiva en células malignas (Jurkat/ALL) sin afectar células normales.
Hígado	AITC y MTBITC	Aumento de ROS y activación del factor de transcripción NFE2L2 (Nrf2).	Disminución de la motilidad y viabilidad celular e inducción de enzimas de fase II.

AITC: Isotiocianato de alilo; AKT: Proteína quinasa B; BCSC: Células madre de cáncer de mama; BITC: Bencil isotiocianato; COX-2: Ciclooxygenasa-2; CSCs: Células madre

del cáncer; EMT: Transición epitelio-mesenquimatosa; HKII: Hexoquinasa II; LDHA: Lactato deshidrogenasa A; mTor: Diana de rapamicina en células de mamífero; MTBITC: Isotiocianato de 4-metiltio-3-butenilo; NF- κ B: Factor nuclear kappa B; Nrf2: Factor nuclear derivado de eritroide 2; PGE2: Prostaglandina E2; PITC: Isotiocianato de fenilo; PKM2: Piruvato quinasa M2; ROS: Especies reactivas de oxígeno; STAT3: Transductor de señal y activador de la transcripción 3; VEGF: Factor de crecimiento endotelial vascular.

CONCLUSIÓN

Las verduras crucíferas, en años recientes, han sido de gran interés para la investigación debido a los múltiples beneficios que tienen al incorporarse a la dieta, estas propiedades se deben a los compuestos bioactivos que contienen: los isotiocianatos. Se han descrito diversos tipos de isotiocianatos, dentro de los más importantes se encuentran el bencil isotiocianato (BITC), isotiocianato de fenilo (PITC), isotiocianato de alilo (AITC), así como los glucosinolatos. Se han comprobado por diversos estudios que estos compuestos tienen propiedades antiproliferativas en etapas tempranas de diferentes tipos de cáncer como el cáncer colorrectal, cáncer de mama, entre otros.

La mayoría de los isotiocianatos tienen vías comunes por las cuales inhiben o detienen el crecimiento de las células cancerígenas. Se ha observado que estos compuestos activan al Nrf2, el cual está implicado en el balance redox, la respuesta a xenobióticos, metabolismo y en la supervivencia celular, y su activación se ha asociado con la supresión de la carcinogénesis en etapas tempranas; otro efecto común de los isotiocianatos es la inducción de la apoptosis de las células afectadas por diversos mecanismos, algunos lo hacen mediante la activación de las caspasa 3 o 9, otros promueven la expresión de proteínas pro apoptóticas como Bcl-2 o Bax, o mediante la inducción del estrés oxidativo que puede conducir posteriormente a apoptosis; la inducción de la activación del NF- κ B es otro mecanismo que comparten estos isotiocianatos.

Las diversas propiedades de estos compuestos bioactivos los convierte en un posible auxiliar en el tratamiento terapéutico en etapas tempranas del cáncer, sin embargo, aún falta profundizar más acerca de sus mecanismos y efectos para su uso; no obstante, es importante destacar la importancia de incluir las verduras crucíferas en la dieta diaria pues son una fuente importante de nutrientes, antioxidantes, y minerales, lo cual promueve un estilo de vida saludable.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Al-Asmari, A. K., Albalawi, S. M., Athar, M. T., Khan, A. Q., Al-Shahrani, H., & Islam, M. (2015). Moringa oleifera as an anti-cancer agent against breast and colorectal cancer cell lines. *PLoS ONE*, 10(8), 1–14. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0135814>
- Ağagündüz, D., Şahin, T. Ö., Yılmaz, B., Ekenci, K. D., Duyar Özer, Ş., & Capasso, R. (2022). Cruciferous vegetables and their bioactive metabolites: from prevention to novel therapies of colorectal cancer. *Evidence-Based Complementary and Alternative*

Medicine, 2022(1), 1534083.

Bailey, P., Chang, D. K., Nones, K., Johns, A. L., Patch, A. M., Gingras, M. C., Miller, D. K., Christ, A. N., Bruxner, T. J. C., Quinn, M. C., Nourse, C., Murtaugh, L. C., Harliwong, I., Idrisoglu, S., Manning, S., Nourbakhsh, E., Wani, S., Fink, L., Holmes, O., ... Grimmond, S. M. (2016). Genomic analyses identify molecular subtypes of pancreatic cancer. *Nature*, 531(7592), 47–52. <https://doi.org/10.1038/nature16965>

Bauer, A. K., Hill, T., & Alexander, C. M. (2013). The involvement of NRF2 in lung cancer. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2013. <https://doi.org/10.1155/2013/746432>

Bayat Mokhtari, R., Baluch, N., Homayouni, T. S., Morgatskaya, E., Kumar, S., Kazemi, P., & Yeger, H. (2018). The role of Sulforaphane in cancer chemoprevention and health benefits: a mini-review. *Journal of Cell Communication and Signaling*, 12(1), 91–101. <https://doi.org/10.1007/s12079-017-0401-y>

Berkovich, L., Earon, G., Ron, I., Rimmon, A., Vexler, A., & Lev-Ari, S. (2013). Moringa Oleifera aqueous leaf extract down-regulates nuclear factor-kappaB and increases cytotoxic effect of chemotherapy in pancreatic cancer cells. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 13. <https://doi.org/10.1186/1472-6882-13-212>

Catherine Sánchez, N. (2013). Conociendo y comprendiendo la célula cancerosa: Fisiopatología del cáncer. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 24(4), 553–562. [https://doi.org/10.1016/s0716-8640\(13\)70659-x](https://doi.org/10.1016/s0716-8640(13)70659-x)

Cavaiuolo, M., & Ferrante, A. (2014). Nitrates and glucosinolates as strong determinants of the nutritional quality in rocket leafy salads. *Nutrients*, 6(4), 1519–1538. <https://doi.org/10.3390/nu6041519>

Chen, Y., Li, Y., Wang, X. qian, Meng, Y., Zhang, Q., Zhu, J. yun, Chen, J. qi, Cao, W. shuang, Wang, X. qi, Xie, C. feng, Li, X. ting, Geng, S. shan, Wu, J. shu, Zhong, C. yun, & Han, H. yu. (2018). Phenethyl isothiocyanate inhibits colorectal cancer stem cells by suppressing Wnt/ β -catenin pathway. *Phytotherapy Research*, 32(12), 2447–2455. <https://doi.org/10.1002/ptr.6183>

Cuellar-Núñez, M. L., Loarca-Piña, G., Berhow, M., & Gonzalez de Mejia, E. (2020). Glucosinolate-rich hydrolyzed extract from Moringa oleifera leaves decreased the production of TNF- α and IL-1 β cytokines and induced ROS and apoptosis in human colon cancer cells. *Journal of Functional Foods*, 75. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2020.104270>

Cuellar-Nuñez, M. L., Luzardo-Ocampo, I., Lee-Martínez, S., Larrauri-Rodríguez, M., Zaldivar-Lelo De Larrea, G., Pérez-Serrano, R. M., & Camacho-Calderón, N. (2022). Isothiocyanate-rich extracts from cauliflower (*Brassica oleracea* var. *Botrytis*) and radish (*Raphanus sativus*) inhibited metabolic activity and induced ROS in selected human HCT116 and HT-29 colorectal cancer cells. *International Journal of Environmental*

Research and Public Health, 19(22), 14919.

Esteve, M. (2020). Mechanisms Underlying Biological Effects of Cruciferous Glucosinolate-Derived Isothiocyanates/Indoles: A Focus on Metabolic Syndrome. *Frontiers in Nutrition*, 7(September), 1–22. <https://doi.org/10.3389/fnut.2020.00111>

Fimognari, C., Nüsse, M., Cesari, R., Iori, R., Cantelli-Forti, G., & Hrelia, P. (2002). Growth inhibition, cell-cycle arrest and apoptosis in human T-cell leukemia by the isothiocyanate sulforaphane. *Carcinogenesis*, 23(4), 581–586. <https://doi.org/10.1093/carcin/23.4.581>

Gómez-Urrutia, J. M., Antonio-Manrique, M., Chávez-García, M. Á., Cerna-Cardona, J., Pérez-Corona, T., Hernández-Velázquez, N. N., Burbano-Lune, D., Cisneros, A. A., Martínez-Ramírez, G., & Rubalcaba-Macías, E. J. (2017). Epidemiología del cáncer de esófago en el Hospital Juárez de México. *Endoscopia*, 29(1), 11–15. <http://www.revista.amegendoscopia.org.mx/index.php/endos/article/view/48>

Hirata, T., Cho, Y. M., Suzuki, I., Toyoda, T., Akagi, J. I., Nakamura, Y., Numazawa, S., & Ogawa, K. (2019). 4-methylthio-3-butenyl isothiocyanate (Mtbic) induced apoptotic cell death and G2/M cell cycle arrest via ROS production in human esophageal epithelial cancer cells. *Journal of Toxicological Sciences*, 44(2), 73–81. <https://doi.org/10.2131/jts.44.73>

Johnson, I. T. (2018). Cruciferous Vegetables and Risk of Cancers of the Gastrointestinal Tract. *Molecular Nutrition and Food Research*, 62(18). <https://doi.org/10.1002/mnfr.201701000>

Kan, S. F., Wang, J., & Sun, G. X. (2018). Sulforaphane regulates apoptosis- and proliferation-related signaling pathways and synergizes with cisplatin to suppress human Ovarian cancer. *International Journal of Molecular Medicine*, 42(5), 2447–2458. <https://doi.org/10.3892/ijmm.2018.3860>

Kim, S. H., Sehrawat, A., & Singh, S. V. (2013). Dietary chemopreventative benzyl isothiocyanate inhibits breast cancer stem cells in vitro and in vivo. *Cancer Prevention Research*, 6(8), 782–790. <https://doi.org/10.1158/1940-6207.CAPR-13-0100>

Knaul, F. M., Nigenda, G., Lozano, R., Arreola-Ornelas, H., Langer, A., & Frenk, J. (2009). Cáncer de mama en México: Una prioridad apremiante. *Salud Pública de México*, 51(SUPPL.2), 335–344. <https://doi.org/10.1590/S0036-36342009000800026>

Kntayya, S. B., Ibrahim, M. D., Ain, N. M., Iori, R., Ioannides, C., & Abdull Razis, A. F. (2018). Induction of apoptosis and cytotoxicity by isothiocyanate sulforaphane in human hepatocarcinoma HepG2 cells. *Nutrients*, 10(6), 1–15. <https://doi.org/10.3390/nu10060718>

- Kolonel, L. N., Hankin, J. H., Whittemore, A. S., Wu, A. H., Gallagher, R. P., Wilkens, L. R., John, E. M., Howe, G. R., Dreon, D. M., West, D. W., & Paffenbarger, J. (2000). Vegetables, fruits, legumes and prostate cancer: A multiethnic case-control study. *Cancer Epidemiology Biomarkers and Prevention*, 9(8), 795–804.
- Lamy, E., Hertrampf, A., Herz, C., Schöler, J., Erlacher, M., Bertele, D., Bakare, A., Wagner, M., Weiland, T., Lauer, U., Drognitz, O., Huber, R., Rohn, S., Giesemann, T., & Mersch-Sundermann, V. (2013). Preclinical Evaluation of 4-Methylthiobutyl Isothiocyanate on Liver Cancer and Cancer Stem Cells with Different p53 Status. *PLoS ONE*, 8(8). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0070846>
- Liu, P., Behray, M., Wang, Q., Wang, W., Zhou, Z., Chao, Y., & Bao, Y. (2018). Anti-cancer activities of allyl isothiocyanate and its conjugated silicon quantum dots. *Scientific Reports*, 8(1), 1–11. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-19353-7>
- Liu, Y., Yamanaka, M., Abe-Kanoh, N., Liu, X., Zhu, B., Munemasa, S., Nakamura, T., Murata, Y., & Nakamura, Y. (2017). Benzyl isothiocyanate ameliorates acetaldehyde-induced cytotoxicity by enhancing aldehyde dehydrogenase activity in murine hepatoma Hepa1c1c7 cells. *Food and Chemical Toxicology*, 108, 305–313. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2017.08.016>
- Ma, X., Fang, Y., Beklemisheva, A., Dai, W., Feng, J., Ahmed, T., Liu, D., & Chiao, J. W. (2006). Phenylhexyl isothiocyanate inhibits histone deacetylases and remodels chromatin to induce growth arrest in human leukemia cells. *International Journal of Oncology*, 28(5), 1287–1293. <https://doi.org/10.3892/ijo.28.5.1287>
- Makiya, M. (2013). Tratamiento de la Leucemia Linfoblástica Aguda Pediátrica Recaída. *Hematología*, 17, 82–88. <http://www.sah.org.ar/revista/numeros/vol17.n.extra.82.88.pdf>
- McGlynn, K. A., Petrick, J. L., & El-Serag, H. B. (2021). Epidemiology of Hepatocellular Carcinoma. *Hepatology*, 73(S1), 4–13. <https://doi.org/10.1002/hep.31288>
- Molina-Vargas, L. F. (2013). Mecanismo de acción de los isotiocianatos. una revisión. *Agronomía Colombiana*, 31(1), 68–75.
- Novío, S., Cartea, M. E., Soengas, P., Freire-Garabal, M., & Núñez-Iglesias, M. J. (2016). Effects of Brassicaceae isothiocyanates on prostate cancer. *Molecules*, 21(5), 1–28. <https://doi.org/10.3390/molecules21050626>
- Rawla, P., Sunkara, T., & Barsouk, A. (2019). Epidemiology of colorectal cancer: Incidence, mortality, survival, and risk factors. *Przegląd Gastroenterologiczny*, 14(2), 89–103. <https://doi.org/10.5114/pg.2018.81072>
- Roy, G., Guan, S., Liu, H., & Zhang, L. (2019). Rotundic acid induces DNA damage and cell death in hepatocellular carcinoma through Akt/mTOR and MAPK pathways. *Frontiers in Oncology*, 9(JUN), 1–16. <https://doi.org/10.3389/fonc.2019.00545>

- Sanz-Barbero, B., Prieto-Flores, M. E., Otero-García, L., Abt-Sacks, A., Bernal, M., & Cambas, N. (2014). Percepción de los factores de riesgo de cáncer por la población española. *Gaceta Sanitaria*, 28(2), 137–145. <https://doi.org/10.1016/j.gaceta.2013.10.008>
- Sehrawat, A., & Singh, S. V. (2011). Benzyl isothiocyanate inhibits epithelial-mesenchymal transition in cultured and xenografted human breast cancer cells. *Cancer Prevention Research*, 4(7), 1107–1117. <https://doi.org/10.1158/1940-6207.CAPR-10-0306>
- Singh, K. B., Hahm, E. R., Rigatti, L. H., Normolle, D. P., Yuan, J. M., & Singh, S. V. (2018). Inhibition of glycolysis in prostate cancer chemoprevention by phenethyl isothiocyanate. *Cancer Prevention Research*, 11(6), 337–346. <https://doi.org/10.1158/1940-6207.CAPR-17-0389>
- Singh, K. B., Kim, S. H., Hahm, E. R., Pore, S. K., Jacobs, B. L., & Singh, S. V. (2018). Prostate cancer chemoprevention by sulforaphane in a preclinical mouse model is associated with inhibition of fatty acid metabolism. *Carcinogenesis*, 39(6), 826–837. <https://doi.org/10.1093/carcin/bgy051>
- Singh, S. V., Herman-Antosiewicz, A., Singh, A. V., Lew, K. L., Srivastava, S. K., Kamath, R., Brown, K. D., Zhang, L., & Baskaran, R. (2004). Sulforaphane-induced G2/M phase cell cycle arrest involves checkpoint kinase 2-mediated phosphorylation of cell division cycle 25C. *Journal of Biological Chemistry*, 279(24), 25813–25822. <https://doi.org/10.1074/jbc.M313538200>
- Singh, S. V., & Singh, K. (2012). Cancer chemoprevention with dietary isothiocyanates mature for clinical translational research. *Carcinogenesis*, 33(10), 1833–1842. <https://doi.org/10.1093/carcin/bgs216>
- Suppipat, K., Park, C. S., Shen, Y., Zhu, X., & Lacorazza, H. D. (2012). Sulforaphane Induces Cell Cycle Arrest and Apoptosis in Acute Lymphoblastic Leukemia Cells. *PLoS ONE*, 7(12), 1–12. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0051251>
- Tessem, M. B., Swanson, M. G., Keshari, K. R., Albers, M. J., Joun, D., Tabatabai, Z. L., Simko, J. P., Shinohara, K., Nelson, S. J., Vigneron, D. B., Gribbestad, I. S., & Kurhanewicz, J. (2008). Evaluation of lactate and alanine as metabolic biomarkers of prostate cancer using ¹H HR-MAS spectroscopy of biopsy tissues. *Magnetic Resonance in Medicine*, 60(3), 510–516. <https://doi.org/10.1002/mrm.21694>
- Vanegas, D. P., Ramírez López, L. X., Limas Solano, L. M., Pedraza Bernal, A. M., & Monroy Díaz, A. L. (2020). Revisión: Factores asociados a cáncer colorrectal. *Revista Médica de Risaralda*, 26(1), 68–77. <https://doi.org/10.22517/25395203.23111>
- Wang, Z., Zhang, Y., Banerjee, S., Li, Y., & Sarkar, F. H. (2016). Notch-1 down-regulation by curcumin is associated with the inhibition of cell growth and the induction of apoptosis

- in pancreatic cancer cells. *Cancer*, 106(11), 2503–2513. <https://doi.org/10.1002/cncr.21904>
- Wiczak, A., Hofman, D., Konopa, G., & Herman-Antosiewicz, A. (2012). Sulforaphane, a cruciferous vegetable-derived isothiocyanate, inhibits protein synthesis in human prostate cancer cells. *Biochimica et Biophysica Acta - Molecular Cell Research*, 1823(8), 1295–1305. <https://doi.org/10.1016/j.bbamcr.2012.05.020>
- Wu, X., Zhu, Y., Yan, H., Liu, B., Li, Y., Zhou, Q., & Xu, K. (2010). Isothiocyanates induce oxidative stress and suppress the metastasis potential of human non-small cell lung cancer cells. *BMC Cancer*, 10. <https://doi.org/10.1186/1471-2407-10-269>
- Xue, J., Yang, S., & Seng, S. (2014). Mechanisms of cancer induction by tobacco-specific NNK and NNN. *Cancers*, 6(2), 1138–1156. <https://doi.org/10.3390/cancers6021138>
- Yano, S., Wu, S., Sakao, K., & Hou, D. X. (2018). Wasabi 6-(methylsulfinyl)hexyl isothiocyanate induces apoptosis in human colorectal cancer cells through p53-independent mitochondrial dysfunction pathway. *BioFactors*, 44(4), 361–368. <https://doi.org/10.1002/biof.1431>
- Yeo, T. P., & Lowenfels, A. B. (2012). Demographics and epidemiology of pancreatic cancer. *Cancer Journal (United States)*, 18(6), 477–484. <https://doi.org/10.1097/PPO.0b013e3182756803>
- Zhang, Q. C., Pan, Z. H., Liu, B. N., Meng, Z. W., Wu, X., Zhou, Q. H., & Xu, K. (2017). Benzyl isothiocyanate induces protective autophagy in human lung cancer cells through an endoplasmic reticulum stress-mediated mechanism. *Acta Pharmacologica Sinica*, 38(4), 539–550. <https://doi.org/10.1038/aps.2016.146>