

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



Editorial - Universidad de la Amazonia / Florencia, Caquetá-Colombia/ 2025





Áreas temáticas

Ciencias Agrarias, Ciencias Naturales y de la Conservación

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

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

Luis Gabriel Rivera Calderón Ph.D.

Universidad de los Llanos

Pablo Andrés Motta Delgado, M.Sc.

AGROSAVIA

Juan Camilo Cardona Castaño, Ph.D.

Universidad Autónoma de Querétaro, México

Naudin Alejandro Hurtado Lugo, Ph.D.

Universidad Francisco de Paula Santander

Johann Fernando Hoyos Patiño M.Sc.

Universidad Francisco de Paula Santander sede ocaña

Nancy Rodriguez Colorado, Ph.D.

Universidad Francisco de Paula Santander, Colombia

Giancarlos Basto Basto

Corporación autonoma regional de la Frontera

Nororiental - CORPONOR, Colombia

COMITÉ ARBITRAJE

Nancy Rodriguez Colorado

Universidad Francisco de Paula Santander, Colombia

Juan Camilo Cardona Castaño

Universidad Autónoma de Guerrero, México

Álvaro Javier Ceballos Freire

Universidad de Nariño, Colombia

Naudin Alejandro Hurtado Lugo

Universidad Francisco de Paula Santander Sede Ocaña

Giancarlos Basto Basto

*Corporación autonoma regional de la Frontera Nororiental
- CORPONOR, Colombia*

Ivan Camilo Sanchez Rojas

Institución Universitaria del Putumayo, Colombia

Dixon Fabian Flórez Delgado

Universidad de Pamplona, Colombia

DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN

Karol Andres Suarez Castro, Esp. TIC

FOTOGRAFÍA DE PORTADA

Juan Pablo Parra

José Alfredo Orjuela Chávez

AGROSAVIA - Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria

José Florez Gélvez

Universidad de Pamplona, Colombia

Gloria Elena Estrada Celis

Universidad de la Amazonia, Colombia

Juan Javier Garcia Bustos

Universidad de la Amazonia, Colombia

César Augusto Zapata Ortíz

Universidad de la Amazonia, Colombia

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



C TABLA DE CONTENIDO

Página

Nota del Editor

Yury Tatiana Granjas Salcedo, PhD.

5 - 6

ARTÍCULOS DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA

EL EFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE SALINIDAD DEL AGUA DE RIEGO SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS FENOTÍPICAS DE LA VARIEDAD DE TRIGO (<i>Triticum aestivum L</i>) THE EFFECT OF DIFFERENT LEVEL OF IRRIGATION WATER SALINITY ON THE PHENOTYPIC CHARACTERISTICS OF (<i>TRITICUM AESTIVUM L</i>) WHEAT VARIETY. <i>Raji A. Alawadi, Jamal Nasir Al-Sadun Reyadh Jabbar Almaliki</i>	7 - 23
IMPACTO ECONÓMICO DEL BIENESTAR ANIMAL EN LA PRODUCCIÓN DE CERDOS ECONOMIC IMPACT OF ANIMAL WELFARE ON PIG PRODUCTION <i>Johann Fernando Hoyos Patiño Nancy Rodríguez Colorado Daniel Antonio Hernández Villamizar</i>	24 - 39
LA IMPORTANCIA ECONÓMICA DEL CULTIVO DE TRIGO PARA APOYAR LA CANASTA DE ALIMENTOS IRAQUÍ Y GARANTIZAR LA CONTINUIDAD DE LA CARTA DE RACIONAMIENTO THE ECONOMIC IMPORTANCE OF WHEAT CULTIVATION TO SUPPORT THE IRAQI FOOD BASKET AND ENSURE THE CONTINUITY OF THE RATION CARD <i>Raji Ali Awadi</i>	40 - 55
DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN Y CALIDAD NUTRICIONAL DE LAS PASTURAS ESTABLECIDAS EN LA PRODUCCIÓN BOVINA DOBLE PROPÓSITO AL NOROCCIDENTE DE LA REGIÓN AMAZÓNICA COLOMBIANA DETERMINATION OF THE COMPOSITION AND NUTRITIONAL QUALITY OF ESTABLISHED PASTURES FOR DUAL-PURPOSE CATTLE PRODUCTION IN THE NORTHWEST OF THE COLOMBIAN AMAZON REGION <i>Geraldine Molina Macías, Fernando Casanoves, Cesar Augusto Zapata Ortiz</i>	56 - 72
PREVALENCIA DE PARÁSITOS GASTROINTESTINALES EN BOVINOS ADULTOS EN PASTOREO DEL DEPARTAMENTO DEL CAQUETÁ, COLOMBIA PREVALENCE OF GASTROINTESTINAL PARASITES IN GRAZING ADULT CATTLE FROM THE CAQUETÁ STATE, COLOMBIA <i>Angie Liseth Muñoz Murcia, Erika Paola Rojas Vargas, Wilmer Herrera Valencia, Pablo Andres Motta Delgado</i>	73 - 90
ESQUEMA ESTRATÉGICO DE DESARROLLO LOCAL PARA LA SUSTENTABILIDAD AMBIENTAL, CADEREYTA DE MONTES, QUERÉTARO, MÉXICO STRATEGIC FRAMEWORK FOR LOCAL DEVELOPMENT TOWARDS ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY, CADEREYTA DE MONTES, QUERÉTARO, MEXICO <i>Jehu daniel Reséndiz Martínez, José Fernando Vasco Leal, Juan Camilo Cardona Castaño</i>	91 - 111



NOTA DEL EDITOR

Estimados lectores

Es un honor presentar el segundo número de este año de la Revista FAGROPEC, que consolida nuestro compromiso con la divulgación científica de alta calidad en el ámbito de las ciencias agropecuarias. Este volumen refleja una vez más el diálogo fructífero entre la investigación global y el conocimiento aplicado a nuestra realidad local, reuniendo contribuciones de Iraq, México y Colombia que abordan desafíos cruciales para la seguridad alimentaria y la sostenibilidad.

Me gustaría destacar tres contribuciones realizadas para el sector pecuario y la producción animal. Desde una mirada de economía aplicada, el artículo “Impacto económico del bienestar animal en la producción de cerdos” cuantifica la relación entre prácticas éticas y rentabilidad, un tema de creciente interés. A nivel local, contamos con un aporte fundamental para la ganadería de la región: “Determinación de la composición y calidad nutricional de las pasturas establecidas en la producción bovina doble propósito al noroccidente de la región amazónica colombiana”. Este estudio endógeno proporciona datos esenciales para optimizar la alimentación del ganado y la eficiencia de los sistemas de doble propósito. Asimismo, el trabajo “Prevalencia de parásitos gastrointestinales en bovinos adultos en pastoreo del departamento del Caquetá, Colombia” ofrece evidencia crucial para el diseño de programas sanitarios más efectivos en nuestra propia región.

Finalmente, cerramos con una propuesta de desarrollo y sustentabilidad. La investigación “Esquema estratégico de desarrollo local para la sustentabilidad ambiental (Cadereyta de Montes, Querétaro, México)” presenta un modelo de planificación territorial que puede servir como referencia para iniciativas similares en otras latitudes, incluyendo la nuestra.

Este volumen es el resultado del compromiso colectivo de nuestra comunidad académica. Agradecemos especialmente a los evaluadores pares por su riguroso trabajo y valiosas contribuciones para enriquecer los manuscritos: Dixon Fabian Flórez Delgado, Gloria Elena Estrada Celis, Juan Javier García Bustos, Iván Camilo Sanchez, César Augusto Zapata Ortíz y Felipe Covarrubias Melgar. Extendemos nuestro reconocimiento a los autores por confiar en nuestra revista y al comité editorial por su dedicación.

Este esfuerzo conjunto cuenta con el invaluable respaldo de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de La Amazonía. Para los próximos números, seguimos recibiendo contribuciones que, como estas, vinculen el conocimiento científico con soluciones prácticas para el campo.



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



EL EFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE SALINIDAD DEL AGUA DE RIEGO SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS FENOTÍPICAS DE LA VARIEDAD DE TRIGO (*Triticum aestivum L.*)

*The Effect Of Different Level Of Irrigation Water Salinity On The Phenotypic Characteristics Of (*Triticum Aestivum L.*) Wheat Variety*

Raji A.Alawadi¹

ID <https://orcid.org/0000-0002-0323-7957>

E-mail: raji_ali_1961@yahoo.co.uk

Jamal Nasir Al-Sadun²

E-mail: jnaser@uowasit.edu.iq

E-mail: ralmaliki@uowasit.edu.iq

¹Erciyes University, Agriculture faculty, Kayseri, Turkey

²University of Wasit - College of Agriculture ,kut, Iraq

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue investigar el efecto de los niveles de salinidad del agua de riego sobre las características fenotípicas del crecimiento y la producción de la variedad de trigo "Triticum aestivum L.", así como determinar los efectos perjudiciales sobre la germinación de las semillas y el crecimiento de las plantas de trigo al utilizar agua de riego con diferentes concentraciones de cloruro de sodio. Este estudio se llevó a cabo en la cuenca experimental de la Estación Dubouni, perteneciente al Departamento de Investigación Agrícola del Ministerio de Agricultura de Irak, durante la temporada agrícola 2021-2022. El agua de riego utilizada en el experimento tenía cinco niveles de salinidad: 0,000, 1000, 3000, 6000 y 9000 ppm de sales de sodio. El experimento se diseñó según un diseño de bloques completos al azar (DBA) con siete tratamientos y tres réplicas. Los resultados del experimento mostraron diferencias estadísticamente significativas, inferiores al 5%, para todos los parámetros experimentales estudiados (tasa de germinación, altura de la planta, longitud de la raíz, longitud de la espiga, área foliar, peso seco de la hoja y peso seco de la raíz). El estudio concluyó que a mayor concentración de sales de cloruro de sodio en el agua de riego, menor tasa de germinación, crecimiento y características fenotípicas de la planta en estudio. Esto demuestra de forma concluyente que el efecto nocivo del cloruro de sodio sobre la germinación y el crecimiento de las plántulas se debió al efecto osmótico tóxico. Los resultados del experimento actual revelaron que diferentes niveles de agua de riego salina pueden afectar

Cómo citar:

Fecha recepción: 27 de Junio de 2025 / Fecha Aprobación: 7 de Agosto 2025 / Fecha Publicación: 27 de Noviembre 2025

Alawadi, R. A., Nasir Al-Sadun, J. & Jabbar Almaliki, R.(2025). *The effect of different level of irrigation water salinity on the phenotypic characteristics of (*Triticum aestivum L.*) wheat variety*. Revista. FAGROPEC. Vol. 17(2), ppt 7-23. <https://doi.org/10.47847/fagropec.v17n2a1>



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

significativamente el crecimiento, la productividad, la calidad, la concentración y la absorción de nutrientes en los cultivos de trigo. Las tasas de crecimiento más bajas en todos los fenotipos de plantas estudiados se obtuvieron cuando se utilizó agua con una salinidad de 900 ppm. Esto indica claramente que una mayor salinidad en el agua de riego reduce la productividad del cultivo debido a un aumento significativo del potencial osmótico en la superficie del suelo, lo que puede reducir la absorción de agua y nutrientes en la interfaz suelo - agua.

PALABRAS CLAVE:

(R.C.B.D), Triticum aestivum L, Salinidad, Duncan.

ABSTRACT

The aim of this study was to investigate the effect of saline irrigation water levels on the phenotypic characteristics of growth and production of wheat variety "Triticum aestivum L." as well as to determine the harmful effects on seed germination and growth of wheat plants when using irrigation water containing different concentrations of sodium chloride. This study was conducted in the experimental basin at the Dubouni Station, affiliated with the Agricultural Research Department, Iraqi Ministry of Agriculture, during the 2021-2022 agricultural season. The irrigation water used in the experiment was at five salinity levels: 0.000, 1000, 3000, 6000, and 9000 ppm of sodium salts. The experiment was designed according to a randomized complete block design (R.C.B.D.) with seven treatments and three replicates. The results of the experiment showed statistically significant differences, at a level of less than 5%, for all experimental parameters studied (germination rate, plant height, root length, spike length, leaf area, leaf dry weight, and root dry weight). The study concluded that the higher the concentration of sodium chloride salts in the irrigation water, the lower the germination rate, growth, and phenotypic characteristics of the plant under study. This conclusively proves that the harmful effect of sodium chloride on germination and seedling growth was due to the toxic osmotic effect. The results of the current experiment revealed that different levels of saline irrigation water can significantly affect the growth, productivity, quality, concentration, and uptake of nutrient content in wheat crops. The lowest growth rates across all studied plant phenotypes were achieved when water with a salinity of 900 ppm was used. This clearly indicates that increased salinity in irrigation water reduces crop productivity due to a significant increase in the osmotic potential at the soil surface, which may reduce water and nutrient uptake at the soil-water interface.

KEYWORDS:

(R.C.B.D), Triticum aestivum L, Salinity, Duncan

INTRODUCTION

Wheat is the dominant crop in temperate countries being used for human food and livestock feed. Success in its growth depends partly on its adaptability and high yield potential (Raji Al-Awadi , Ali Irfan ILBAS ,2024). Wheat is the most important staple food grain in Iraq and main source of population while wheat straw is a valuable livestock feed (Satish Kumar Sharma ,et al.,2018). Today, wheat is planted on an area of 220.4 million hectares around the world, and the average grain yield is 34.0 quintals per hectare (Malikov E.N,2020).

According to the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) more than 833 million hectares of agricultural land in the world are saline, which is 8.7% of the global area) Mambetnazarov, A. et al., 2022 (the year 2020 is forecast at around 950 million tonnes per year. This target will be achieved only, if global wheat production is increased by 2.5% per annum (Anon., 2016).

It is estimated that more than 60 million hectares of irrigated land, representing some 25% of the total irrigated land, have been damaged by the salt stress the salt stress causes a great reduction in the plant growth and biomass production of cereal plants such as barley, wheat and rice , human activities like poor management of water and soil, and over irrigation of poorly drained soils are also responsible for the soil salinity, high soil salinity is among the most widespread abiotic stress factor limiting the plant distribution and productivity and the salinity stress plays a major role in decreasing the global crop productivity (Ayah Awad ,.et al.,2021).

Wheat growth is affected by sequence of physiological and biochemical changes negative impact on water and nutrient uptake because of osmotic and ionicim balance. (Zahra N, et al.,2015). Wheat development, growth, and yield are affected by various environmental factors (especially drought and salinity). Salinity is one of the major obstacles to increasing the production of agricultural land throughout the world, and can severely limit crop production, especially in arid and semi-arid regions, Salinity impairs seed germination, reduces nodule formation, delays plant development, and reduces crop yield. Some studies have indicated that under high salt concentrations in irrigation water and soil, many plants are affected by osmotic stress, nutritional imbalance, oxidative stress, and water deficiency (Do Manh Cuong et al.,2020).

Soil salinity is a primarily harms plants through inhibition of leaf expansion, plant height, leaf area index, seed germination (Sidra GillM,et al., 2024). Most irrigation water has set limits for the amount of salts and the percentage of sodium in it, so if these limits are exceeded, the use of water in agriculture becomes dangerous. Therefore, the Salinity Laboratory in the United States of America has set the maximum limit for the use of water in agriculture as 300 mg/L, while the International Organization for Agriculture set the permissible limits at 4700 mg/L.therefore, this topic is considered special.

Land irrigation with saline water is a key factor that lead to salt accumulation in soil thus has a profound effect on agriculture (Shrivastava and Kumar,2015). Irrigating saline water can result in salt accumulation in soil,leading to the deterioration in soil resource. Most of the salt stresses in nature are due to Na⁺ salts.

Crop cultivation is facing many challenges due to induced by factors like faulty agronomic practices or the use of recycled water in irrigation that may contain large amounts of salts (Kumar and Sharma, 2020). The salt stress has become an important problem regarding the agricultural production in many regions of the world (Ayah Awad et al .,2021). The salts accumulation in soil was closely related to the salts concentration of irrigation water, there was a progressive and significant increase in soil salinity values as the increases of salinity in irrigation water .

The effect of the quality of irrigation water on soil properties has been discussed by many researchers found that soil electrical conductivity (ECs) values increased with increasing salinity of irrigation water and decreased soil moisture depletion , Soil electrical conductivity increased as a result of increasing salinity levels of irrigation water, this may be due to the great surface area of the fine particles, which adsorb more soluble and exchangeable cations of saline solution, the increases in soil EC is proportional to the salts concentration inthe irrigation water (Bethelhem Awoke Sheferia et al.,2021)

MATERIALS AND METHODS

The experiment was carried out in 2021-2022 at Al-Dabouni Research Station located in the Al-Aziziya district at longitude: 450.063 and latitude 32o.9107 It is bordered to the south by Wasit Governorate, 90 km away, to the north by Baghdad Governorate, 120 km away. It is bordered to the east by Diyala Governorate, 30 km away, and to the west, by Babylon Governorate, 90 km away.

Irrigation water was prepared in the laboratory (the four treatments) with salt concentrations of NaCl 1%, 3%, 6%, 9% in addition to a comparison sample of river water only S0 Soil samples were taken for analysis to a depth of 30 cm, and laboratory analysis of river water was also conducted, as in Tables (1 & 2) attached at the end of the research.

The experimental land was plowed with a disc, then adjusted at both rates, and plowed with a disc again, and compound fertilizer and urea were added according to the dose (the prescribed fertilizer dose), then the seeds were planted and the first irrigation was given from the laboratory-prepared solution then whenever the plant needs water, give it the same solution. After 40 days, the second fertilizer dose was given, and the field was controlled with Ventor pesticide for thin leaves and Crane Star for broad leaves

The experiment was designed according to a completely randomized design with seven treatments and three repetitions for each. External characteristics to be studied.

Germination rate:

We specified 100 wheat seeds within the experiment for each salt level, and after the first irrigation we waited 7-10 days, then we counted the plants growing at each salt level as in Table No (3)

Vegetative growth rate cm:

Two weeks before the harvest stage, and in a random manner, the vegetative growth was measured for each salt level from the top of the plant to the root zone using a ruler. The results are shown in Table No (4)

Root growth rate cm:

After the wheat plant matures, the root depth is measured for each salt level also using a ruler. See Table No (5).

Spike length cm:

The same procedure is done to measure the length of the spike using a ruler, one week before harvest. The results are in Table No (6)

Leaf area cm²

The leaf area of wheat plants was measured using a graduated ruler by calculating the maximum length multiplied by the maximum width and multiplying the result by the correction factor. Leaf area cm² = maximum leaf length × maximum width × 0.79

Dry weight of the vegetative group :

The vegetative group is taken and dried in an electric oven at 60 degrees Celsius for 48 hours, then weighed.

Weight of the root group

The root group is taken, washed from the clay, dried for a week, then weighed with a sensitive balance. A ruler graduated in cm was used to measure the green and root mass and the length of the spike. See Tables No (7 , 8 & 9).

STATISTICAL ANALYSIS

After collecting and tabulating the data for the studied phenotypic traits according to the Randomized Complete Block Design (R.C.B.D) by computer using the SPSS statistical program, the significant differences between the averages were compared using the least significant difference L.S.D at a probability level of 0.05 by using Duncan's method.

RESULT AND DISCUSSION

Germination rate

A decrease in salinity in irrigation water (S1) by 97.6% resulted in early emergence of wheat seedlings, while higher levels delayed seedling emergence significantly, as in S4 (41%).

The percentage of daughter seedlings decreased with increasing sodium chloride concentration, as shown in Table (3), due to the toxic effect of chlorine and sodium. Only germination was delayed. The decrease in final germination at 16 and 20 dS/m may be due to osmotic or toxic effects, or a combination of both (Cüneyt Uçarlı, 2020). The germination percentage decreased with increasing sodium chloride concentration, and seedlings grew better at lower salinity levels. Treatment S0 and S1 gave the same level of significance.

Increasing salinity levels had a highly significant negative effect ($P < 0.01$). Germination decreased with increasing salt accumulation, which led to increased osmotic pressure and increased concentration of toxic ions in the medium, requiring greater effort to absorb water and nutrients. This is consistent with the findings of (Mahmood, K et al., 2009) and In their study of the effect of salinity on the growth of *Acacia ampliceps* seedlings. (Abbas, G et al., 2013)

Plant length cm

Table No (4) it is clear that the length of the stem decreases as the salinity concentrations increase, the decrease was recorded as follows: 50, 42, 36.6, 30.6, 24.6 at the salinity levels used in the experiment, (S0 , S1, S2, S3, S4) respectively. High concentration of sodium chloride leads to a decrease in stem length due to the plant's inability to absorb water (Soleman m Al-Otayk ,2020). A study confirmed a significant decrease in the height of wheat plants with increased water stress during the different growth stages(khakwani, A. A. et al.,2011)

Plant root cm

Statistical analyses showed a significant difference ($P \geq 0.05$) in the effect of salt concentrations of NaCl solution on root length.

Table No (5) indicated a decrease in the average root length as the salt concentration in irrigation water increased, root length is one the most important features for salt stress because of contacting with soil directly increasing salinity doses, so that rate of root length decreased extremely. on control conditions we had the tallest root length with (9.8) cm At salt level S0 and the minimum root length when treated with salt is S4 (2) cm.

This is what previous studies have concluded, When the roots experience a water deficit due to salinity stress, growth and differentiation of root cells are inhibited which reduces root length and root diameter (DRachmawati.et al.,2021). Results indicated a decrease in root length under different levels of water stress when studying wheat plants(Hamoudi, Malik Abdullah.2011).

Salt stress negatively affects root growth, such as length and weight, because roots are in direct contact with salt ions in the soil. High salt levels in the root zone contribute to cell desiccation. Salinity also reduces root cell water absorption, inhibiting root division and expansion, resulting in reduced length and weight

Spike length cm

The results of the statistical analysis, as shown in Table No (10) indicated the presence of a significant difference in the spike length. The highest spike length of 6.7 cm was achieved in the salt-free comparison sample, and it decreased with increasing salt concentration in the irrigation water, as the lowest spike length was 3.8 cm at a salinity level of S4. This is what previous studies have proven, that salinity affects plant growth (Niaz Ahmed Kalhor, et al., 2016). Research results indicated that the decrease in spike length is due to wheat plants being exposed to water stress (Aldesuquy, 2012). (Johari-Pirevatlou, M et al., 2010) proved that spike length is affected by water stress.

Leaf area cm²

Low salinity led to a slight increase (s1) in average leaf area 48.3 cm² but higher levels of salinity (s2, s3 and s4) caused a decrease in leaf area 40 cm² , 37.1 cm² and 24 cm² because salts raise the osmotic potential and the seeds cannot obtain a sufficient amount of water, germination fails or is delayed (Gülcen, et al., 2020). (Kazmi, R. H et al., 2003) leaf area decreased by 14% when wheat plants were exposed to water stress 60 days after planting.

Dry weight of leaves and roots g

Decrease in the average dry weight of leaves, which reached 20.2, 15.1, 12.1, 10.6, 7.7 gram as well as the decrease in the dry weight of the root, which reached 2.2, 3, 2 , 1.7 , 1.2 ,1 gram at salinity levels s0 ,s1, s2, s3, s4, respectively, see Tables (8 & 9) at the end of the research. }

Salinity stress causes metabolic and physiological disruptions in plants, altering their development, yield, growth, and quality. Salinity inhibits plant growth by lowering the water potential of the leaf (Kritika Pandit et al., 2024))Eltayeb, M. A. and Ahmed, N. L. 2010 (Water stress causes a decrease in the dry color of the vegetative and root systems of wheat plants.Despite the difference in the weight of the dry root system in treatments S1 and S2, they gave the same significant difference.

CONCLUSION

Wheat germination decreased with increased salt concentration in irrigation water. Plant vegetative and root growth also decreased with increased salt concentration, due to increased osmotic pressure and sodium chloride toxicity. We recommend studying other wheat varieties to determine their tolerance to salinity and adopting those that are salt-tolerant.

APPENDIX TABLES

Table 1.

Some physical and chemical characteristics of the soil used in the study

Table 2.

Mineral composition, pH and electrical (EC) conductivity of irrigation water before planting

Irrigation water	HCO ₃ ⁻ Mmol L ⁻¹	SO ₄ ²⁻ Mmol L ⁻¹	Cl ⁻ Mmol L ⁻¹	Na ⁺ Mmol L ⁻¹	Mg ⁺⁺ Mmol L ⁻¹	Ca ⁺⁺ Mmol L ⁻¹	pH	EC DSm ⁻¹
	2.9	3.5	3.7	4.2	2.2	3.3	7.7	1.3

Table 3.

ANOVA explained sum of squares mean square and significance

Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
----------------	----	-------------	---	------

Germination rate%	Between Groups	7194.267	4	1798.567	148.234	.000
	Within Groups	121.333	10	12.133		
	Total	7315.600	14			
Plant height cm	Between Groups	1158.400	4	289.600	85.176	.000
	Within Groups	34.000	10	3.400		
	Total	1192.400	14			
Root height cm	Between Groups	51.504	4	12.876	536.500	.000
	Within Groups	.240	10	.024		
	Total	51.744	14			
spike length cm	Between Groups	15.103	4	3.776	102.973	.000
	Within Groups	.367	10	.037		
	Total	15.469	14			
Leaf area cm ²	Between Groups	1413.823	4	353.456	1204.962	.000
	Within Groups	2.933	10	.293		
	Total	1416.756	14			
leaf dry weight g	Between Groups	272.353	4	68.088	327.348	.000
	Within Groups	2.080	10	.208		
	Total	274.433	14			
root dry weight g	Between Groups	7.243	4	1.811	679.000	.000
	Within Groups	.027	10	.003		
	Total	7.269	14			

Table 4.

Effects of different levels of irrigation water salinity on wheat germination rate

Germination rate%						
Duncan ^a	N	Subset for alpha = 0.05				
salinity		1	2	3	4	
s4	3	41.000				
s3	3		58.000			
s2	3			81.333		
s0	3				95.000	
s1	3					97.667
Sig.		1.000	1.000	1.000	.371	

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

Table 5.

Effects of different levels of irrigation water salinity on wheat rate Plant height (cm) Duncan^a

Plant height cm

Duncan ^a						
salinity	N	Subset for alpha = 0.05				
		1	2	3	4	5
s4	3	24.667				
s3	3		30.667			
s2	3			36.667		
s1	3				42.000	
s0	3					50.000
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

Table 6.

Effects of different levels of irrigation water salinity on the length of wheat roots (cm)

Root height cm						
Duncan ^a						
salinity	N	Subset for alpha = 0.05				
		1	2	3	4	5
s4	3	2.000				
s3	3		3.200			
s2	3			5.000		
s1	3				6.200	
s0	3					7.000
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

Table 7.

Effects of different levels of irrigation water salinity on the length of the wheat spike(cm)

spike length cm						
Duncan ^a						
salinity	N	Subset for alpha = 0.05				
		1	2	3	4	5
s4	3	3.800				
s3	3		4.200			
s2	3			4.667		
s1	3				5.100	
s0	3					6.700

Sig.	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
------	-------	-------	-------	-------	-------

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

Table 8.

Effects of different levels of irrigation water salinity on the area of wheat plant leaves (cm²)

Leaf area cm2						
Duncan ^a						
salinity	N	Subset for alpha = 0.05				
s4	3	24.000				
s3	3	37.133				
s2	3	40.000				
s1	3	48.300				
s0	3	51.767				
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

Table 9.

Effects of different levels of irrigation water salinity on the dry weight of wheat plant leaves(g)

leaf dry weight g						
Duncana						
salinity	N	Subset for alpha = 0.05				
s4	3	7.7333				
s3	3	10.6000				
s2	3	12.1667				
s1	3	15.1000				
s0	3	20.2333				
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

Table 10.

Effects of different levels of irrigation water salinity on the root dry weight (g)

root dry weight g						
Duncana ^a						
salinity	N	Subset for alpha = 0.05				
		1	2	3	4	5

s4	3	1.0000					
s3	3		1.2667				
s2	3			1.7000			
s1	3				2.0000		
s0	3					3.0000	
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

Table11.

Shows the significant differences in the germination percentage and the plant's phenotypic characteristics using different levels of salt concentrate

* significant differences at a probability P <0.05

Water Salinity sample	Germination percentage %	Average plant height (cm)	Average plant root depth (cm)	Average leaf area (cm ²)	Average spike length (cm)	leaf dry weight (g)	root dry weight (g)
S0	0	95.0 *	50.0 *	7.0 *	51.7 *	6.7 *	20.2 *
S1	1	97.6*	42.0	6.2	48.3	5.1	15.1
S2	3	81.3	36.6	5.0	40.0	4.6	12.1
S3	6	85.0	30.6	3.2	37.1	4.2	10.6
S4	9	41.0	24.6	2.0	24	3.8	7.7

Figure 1.

The effect of saline irrigation water on wheat germination rate

Figure 2.

The effect of saline irrigation water on wheat germination length

Figure 3.

The effect of saline irrigation water on the length of wheat roots

Figure 4.

The effect of saline irrigation water on the length of wheat spikes

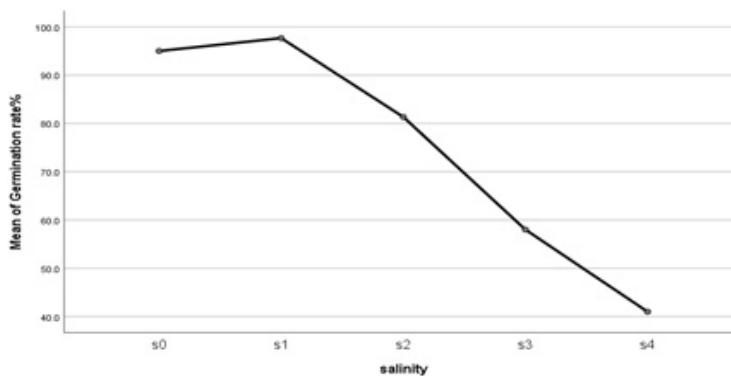


Figure 5.

The effect of saline irrigation water on the leaf area of wheat plants

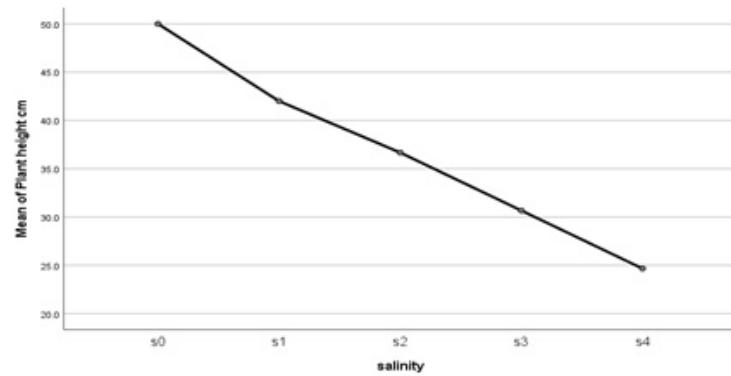


Figure 6.

The effect of saline irrigation water on the dry vegetative weight of wheat plants

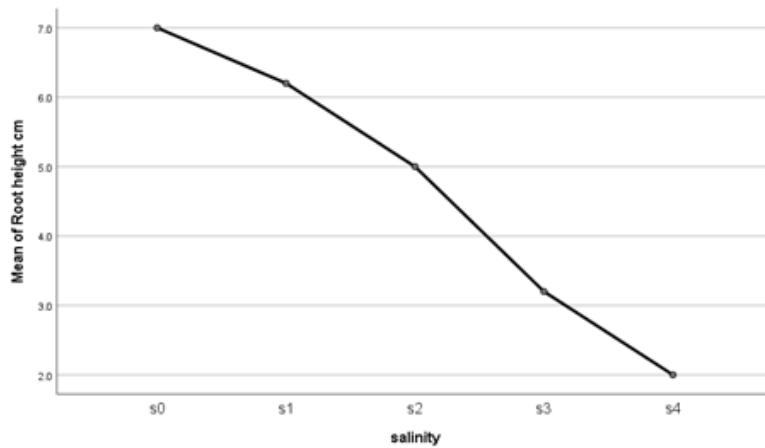
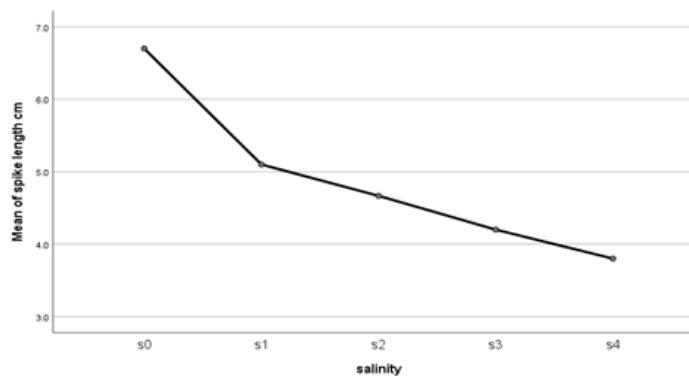
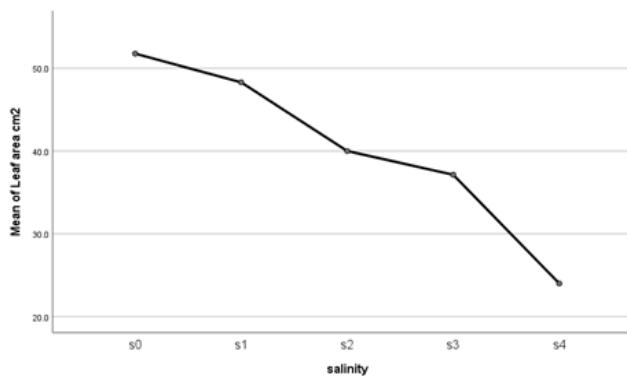


Figure 7.

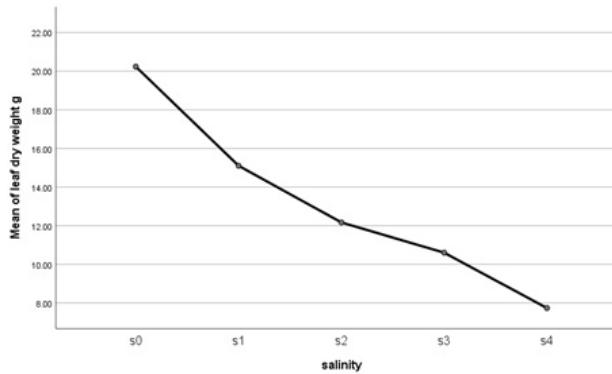


The effect of saline irrigation water on the dry root weight of wheat plants



BIBLIOGRAPHIC REFERENCES

Aldesuquy,H.S.;Abbas,M.A., Abo-Hamed,S.A.,Elhakem,A.Hand Alsokari,S.S. 2012. Gly-



cine betaine and salicylic acid induced modification in productivity of different culti- vars of wheat grown under water stress, Journal of Stress Physiology & Biochemistry

8(2):69-86. <https://doaj.org/article/0b8c78c1027c437ba1335c4968fcf580>



Ayah Awad , Nidal Odat , Saeid Abu-Romman , Maen Hasan , Abdel Rahman Al-Tawa-ha.2021. Effect of Salinity on Germination and Root Growth of Jordanian Barley. Journal of Ecological Engineering.VOLUME 22, ISSUE 1, JANUARY 2021, PAGES 41–50
<https://doi.org/10.12911/22998993/128875>

Anonymous. Progress Report of All India Co-ordinated Wheat and Barley Improvement Project. Directorate of Wheat Research, Karnal, India, 2016.

Abbas, G., M. Saqib. Akhtar, and S.M.A. Basra . 2013. Salinity tolerance potential of two acacia species at early seedlings. stage. Pak. J. Agri. Sci. 50:683-688.
<https://www.cabidigitallibrary.org/doi/pdf/10.5555/20143171401>

BethelhemAwokeSheferia, MequanintBirhanAlemandAwelSeid.2021. Effects of Saline Water and Irrigation Interval on Soil Physicochemical Properties. Advances in Applied Science Research ISSN 0976-8610 Vol. 12 No. 10:13 <https://www.primescholars.com/articles/effects-of-saline-water-and-irrigationinterval-on-soil-physicochemical-properties.pdf>
Cüneyt Uçarlı.2020. Effects of Salinity on Seed Germination and Early Seedling Stage.researchgate. DOI:10.5772/intechopen.93647

Do Manh Cuong, Soon-Jae Kwon ,BaoVan Nguyen, Se Won Chun, Jae Kwang Ki and Sang Un Park.2020. Effect of Salinity Stress on Phenylpropanoid Genes Expression and Related Gene Expression in Wheat Sprou. Agronomy 2020, 10(3), 390;. Journal: Agronomy, 2020. Volume: 10. <https://doi.org/10.3390/agronomy10030390>

D Rachmawati, A N Ramadhani and Z Fatikhasar.2021.The effect of silicate fertilizer on the root development of rice and its tolerance to salinity stress. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 724 (2021) 012004.DOI 10.1088/1755-1315/724/1/012004
<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/724/1/012004>

Eltayeb, M. A. and Ahmed, N. L. 2010 . Response of wheat cultivars to drought and salicylic acid . American-Eurasian J. of Agronomy, 3(1) : 01-07 [https://idosi.org/aeja/3\(1\)10/1.pdf](https://idosi.org/aeja/3(1)10/1.pdf)

Gülcan DEMİROĞLU TOPÇU & Şükru Sezgi ÖZKAN. Effects of Different Salt Sources and Concentrations on Germination Parameters of Barley (*Hordeum vulgare L.*) Seeds. Journal of Agricultural Sciences. Vol. 4 No. 3 (2020). DOI: <https://doi.org/10.46291/ISPECJASvol4iss3pp456-467>

Hamoudi, Malik Abdullah. 2011. Response of four wheat *Triticumaestivum L* cultivars to proline concentrations under water stress. Master's Thesis, Iraq, University of Karbala

Johari-Pirevatlou, M. ;Qasimov, N. and Maralia, H . 2010 . Effect of soil water stress on yield and proline content of four wheat lines . African J. of Biotechnology, 9(1):36-40 https://academicjournals.org/article/article1380735783_Johari-Pireivatlou.pdf

Kumar, P., Sharma, P. K. (2020). Soil salinity and food security in India. Front. Sustain. Food Systems. 4 <https://doi.org/10.3389/fsufs.2020.533781>

Kritika Pandit , Chandni , Simrandeep Kaur , Manish Kumar , Renu Bhardwaj , Satwindherjeet Kaur . 2020 . Chapter Six - Salinity stress: Impact on plant growth. Advances in Food Security and Sustainability Volume 9, 2024, Pages 145-160. <https://doi.org/10.1016/bs.af2s.2024.07.002>

khakwani, A. A. ; Dennett, M. D. and Munir, M. 2011. Drought tolerance of wheat varieties by inducing water stress conditions.Songklanakarin J. Sci. Technol., 33 (2): 135-142 <https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=1550124>

Kazmi, R. H. ; Khan, M. Q. and Abbasi, M. K. 2003. Effect of water stress on the performance of wheat grown under controlled conditions at rawalakot. Sarhad J. Agric., 19:61-68

Mambetnazarov A., Khalmuratova B., Goziev G., Ashirov Y. Efficiency of appropriate irrigation system of cotton and winter wheat in water scarce conditions of Uzbekistan-IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2022. 1068(1),012044, <https://doi:10.1088/1755-1315/1068/1/012044>

Malikov E.N. Effect of reclamation of irrigated lands in Syrdarya region on winter wheat grain yield. "Agro processing" magazine. Tashkent, 2020. 6 issues, 2 volume, p. 69-75. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20236504004>

Mahmood, K., G. Sawar, N. Hussain, H. Schmeisk, and. Muhammad .2009. Effect of soil salinity and sodicity on growth parameters of *Acacia ampliceps*. Pak. J. Agric. Res. 22:132-139 <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/pdf/10.5555/20103160500>

Niaz Ahmed Kalhoro, Inayatullah Rajpar, Shahmir Ali Kalhoro, Amjad Ali, Sajjad Raza, Muneer Ahmed, Fahad Ali Kalhoro, Muhammad Ramzan, Fazli Wahid.2016. Effect of Salts Stress on the Growth and Yield of Wheat (*Triticum aestivum L.*) American Jour-

nal of Plant Science Vol.7 No.15. DOI: 10.4236/ajps.2016.715199

Raji Al-Awadi, Ali Irfan ILBAS.2024. Effect of Sprinkler Irrigation method and addition Urea Fertilizer on Wheat Plant. AGRICULTURE AND PLANT PRODUCTION.<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2024-3-5-10>

Sidra Gill, Musarrat Ramzan, Gul Naz, Liaqat Ali, Subhan Danish, Mohammad Javed.2024. Effect of silicon nanoparticle-based biochar on wheat growth, antioxidants and nutrients concentration under salinity stress. Scientific Reports volume 14, Article number: 6380 (2024). <https://doi.org/10.1038/s41598-024-70917-2>

Soleman m Al-Otayk .2020. Response of some wheat genotypes to different salinity levels of Irrigated water. Reach gate . DOI:[10.21475/POJ.13.01.20.p2268](https://doi.org/10.21475/POJ.13.01.20.p2268)

Shrivastava P., Kumar R., 2015. Soil salinity: A serious environmental issue and plant growth promoting bacteria as one of the tools for its alleviation. Saudi Journal of Biological Sciences, 22, 123–131. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2014.12.001>

Satish Kumar Sharma, P.K. Mishra, Raju panse and Ghanshyam Jamliya. Effect of Irrigation Methods on Yields Attributes and Water Productivity of Wheat in Vertisol of Betwa River Basin Commands of Vidisha District of M.P, India.International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences. DOI: <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2018.708.277>

Zahra N.Al Hattab, Majid Sh. Hamdalla, Mohammed A. Mohammed.2015.Salinity effect on wheat Triticum aestivum L.callus growth and development.International Journal of Multidisciplinary and Current Research.ISSN: 2321-3124 <https://citeseerkx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=e13ee09e6b1740f2f129309cc5a750088b7ab179>



IMPACTO ECONÓMICO DEL BIENESTAR ANIMAL EN LA PRODUCCIÓN DE CERDOS

Economic Impact Of Animal Welfare On Pig Production

Impacto Econômico Do Bem-Estar Animal Na Produção De Suínos

Johann Fernando Hoyos Patiño¹

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

jhoyosp@ufpsو.edu.co

Nancy Rodríguez Colorado²

<https://orcid.org/0000-0002-1087-3150>

nrodriguezc@ufpsو.edu.co

Daniel Antonio Hernández Villamizar³

<https://orcid.org/0000-0003-1971-8365>

dahernandezv@ufpsو.edu.co

¹Esp.-M.Sc Docente Planta Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña (UFPSO)

³Esp.-M.Sc Docente Planta Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña (UFPSO)

²Phd. Docente Planta Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña (UFPSO)

RESUMEN

El bienestar animal en la producción porcina ha ganado relevancia no solo por razones éticas, sino también por su potencial impacto económico. Esta revisión sistemática, basada en estudios publicados entre 2019 y 2024 en Scopus y Web of Science, analiza el efecto económico de diversas intervenciones de bienestar en cerdos. Se aplicaron las directrices PRISMA para seleccionar 15 estudios que reportaran datos cuantificables sobre productividad, costos y beneficios. Los hallazgos indican que mejoras como el enriquecimiento ambiental, la reducción de densidad, la eliminación de mutilaciones y el manejo positivo reducen la mortalidad y mejoran parámetros productivos, generando retornos económicos positivos. Sin embargo, intervenciones de alto costo, como corrales de maternidad sin jaulas, requieren análisis contexto-específicos y apoyo institucional para ser rentables. El bienestar animal no representa una carga económica, sino una estrategia que mejora la eficiencia y sostenibilidad del sistema porcino. Se identificaron vacíos en estudios de largo plazo y en contextos latinoamericanos. Este artículo proporciona evidencia útil para productores, académicos y formuladores de políticas sobre la viabilidad económica de prácticas de bienestar animal.

Palabras clave: bienestar animal, producción porcina, economía animal, rentabilidad, manejo zootécnico, análisis costo-beneficio, sostenibilidad.

Cómo citar:

Fecha recepción: 24 de Julio de 2025 / Fecha Aprobación: 1 de Agosto 2025 / Fecha Publicación: 27 de Noviembre 2025

Hoyos Patiño, J. F., Rodríguez Colorado, N & Hernández Villamizar, D. A.(2025). *Impacto Económico Del Bienestar Animal En La Producción De Cerdos*. Revista. FAGROPEC. Vol. 17(2), ppt 24-39. <https://doi.org/10.47847/fagropec.v17n2a2>



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

ABSTRACT

Animal welfare in pig production has gained relevance not only for ethical reasons, but also for its potential economic impact. This systematic review, based on studies published between 2019 and 2024 in Scopus and Web of Science, analyzes the economic effect of various welfare interventions in pigs. The PRISMA guidelines were applied to select 15 studies that reported quantifiable data on productivity, costs, and benefits. The findings indicate that improvements such as environmental enrichment, reduced density, elimination of mutilations, and positive management reduce mortality and improve production parameters, generating positive economic returns. However, high-cost interventions, such as cage-free farrowing pens, require context-specific analysis and institutional support to be profitable. Animal welfare is not an economic burden, but rather a strategy that improves the efficiency and sustainability of the pig system. Gaps were identified in long-term studies and in Latin American contexts. This article provides useful evidence for producers, academics, and policymakers on the economic viability of animal welfare practices.

Keywords: animal welfare, pig production, animal economics, profitability, zootechnical management, cost-benefit analysis, sustainability.

RESUMO

O bem-estar animal na produção suína ganhou relevância não apenas por razões éticas, mas também por seu potencial impacto econômico. Esta revisão sistemática, baseada em estudos publicados entre 2019 e 2024 no Scopus e no Web of Science, analisa o efeito econômico de várias intervenções de bem-estar em suínos. As diretrizes PRISMA foram aplicadas para selecionar 15 estudos que relatassem dados quantificáveis sobre produtividade, custos e benefícios. Os resultados indicam que melhorias como enriquecimento ambiental, redução da densidade, eliminação de mutilações e manejo positivo reduzem a mortalidade e melhoram os parâmetros produtivos, gerando retornos econômicos positivos. No entanto, intervenções de alto custo, como currais de maternidade sem gaiolas, requerem análises específicas do contexto e apoio institucional para serem rentáveis. O bem-estar animal não representa um ônus econômico, mas uma estratégia que melhora a eficiência e a sustentabilidade do sistema suinícola. Foram identificadas lacunas em estudos de longo prazo e em contextos latino-americanos. Este artigo fornece evidências úteis para produtores, acadêmicos e formuladores de políticas sobre a viabilidade econômica das práticas de bem-estar animal.

Palavras-chave: bem-estar animal, produção suinícola, economia animal, rentabilidade, manejo zootécnico, análise de custo-benefício, sustentabilidade.

INTRODUCCIÓN

En la porcicultura moderna, el bienestar animal se ha convertido en un tema central por consideraciones éticas, científicas y productivas (Ortiz Galvis & Hoyos-Patiño, 2023). El cerdo es la carne más consumida globalmente, con más de mil millones de cerdos sacrificados anualmente (Alonso Pesado & Rodríguez de Jesús, 2022). Tradicionalmente, muchos de estos animales son sometidos a procedimientos dolorosos (como castración quirúrgica, corte de colas y desgaste de dientes) cuya eliminación preocupa a los productores por el posible aumento de costos o merma en la eficiencia (Orihuela & Ungerfeld, 2020). Sin embargo, existe creciente evidencia científica de que mejorar el bienestar animal puede coincidir con beneficios económicos para las granjas porcinas, desafianto la dicotomía entre ética y rentabilidad (Broom, 2011). De hecho, animales con pobre bienestar difícilmente producen a niveles óptimos, mientras que un mayor bienestar puede traducirse en mejor salud, productividad y calidad, además de beneficios colaterales: mejor entorno laboral, ventaja competitiva en mercados exigentes, mitigación de riesgos (por ejemplo, enfermedades) y aceptación social de la actividad (Huertas, 2023). Estas dimensiones trascienden la productividad inmediata y refuerzan la idea de que el bienestar animal es un pilar de la sostenibilidad ganadera, junto con las dimensiones ambiental y económica (Herrera, 2023).

No obstante, implementar mejoras en bienestar implica inversiones en instalaciones, manejo y capacitación, lo cual plantea un problema económico inmediato para los productores (p. ej., costos de adecuar alojamientos grupales o enriquecimientos ambientales). Muchos porcicultores, especialmente en sistemas intensivos, se muestran reticentes si perciben que las medidas de bienestar reducirán su margen de ganancias (Manteca, 2011). Por ello, desde la academia ha cobrado relevancia analizar rigurosamente el retorno económico de las mejoras en bienestar animal en cerdos. Entender si prácticas como la eliminación de jaulas de gestación, la reducción de la densidad, la provisión de enriquecimientos o la eliminación de procedimientos invasivos se justifican económicamente es crucial para fundamentar políticas públicas y orientar las decisiones de productores (Alonso, 2018).

En este contexto, el presente artículo tiene por objetivo sintetizar la evidencia científica (2019–2024) sobre los beneficios y costos económicos asociados al bienestar animal en la producción porcina, mediante una revisión bibliográfica sistemática. Se busca evidenciar, con datos cuantitativos recientes, cómo las mejoras en bienestar pueden influir en indicadores productivos (ganancia de peso, mortalidad, conversión alimenticia, calidad de canal) y financieros (costos de producción, margen de ganancia, retorno de inversión), tanto en granjas comerciales como a nivel de la cadena de valor.

El alcance es global, con énfasis en comparar experiencias de Latinoamérica y Europa cuando estén disponibles, ya que Europa ha avanzado en regulaciones de bienestar (p. ej., la Unión Europea prohibió las jaulas de gestación continuada) mientras Latinoamérica comienza a incorporar estándares voluntarios y legislaciones incipientes. Así, el artículo pretende ofrecer a académicos, productores y formuladores de políticas una visión inte-

gral, actualizada y aplicada sobre el **impacto económico del bienestar animal en porcicultura**, identificando prácticas con retorno comprobado y áreas donde aún hay vacíos de investigación.

METODOLOGÍA

Se llevó a cabo una **revisión bibliográfica sistemática** siguiendo las directrices PRISMA 2020 (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) (Barrantes-Monsalve, Sotelo-Barrios & Hoyos-Patiño, 2023; Page, et al, 2021). Se definió un protocolo de búsqueda y selección de estudios para garantizar la transparencia y reproducibilidad del proceso:

Bases de datos consultadas: Scopus y Web of Science (WoS), por ser índices internacionales de literatura científica revisada por pares.

Periodo de búsqueda: 2019 a 2024 (inclusive). Se eligió este rango para captar los estudios más recientes y relevantes.

Idioma: español e inglés. Se incluyeron publicaciones en cualquiera de estos idiomas para ampliar la cobertura (con predominio de artículos en inglés dada su difusión académica).

Estrategia de búsqueda: Se usaron combinaciones de palabras clave en títulos, resúmenes y temas, en español e inglés, como por ejemplo: “bienestar animal AND cerdos AND económico”, “animal welfare AND pigs AND economic impact”, “pig welfare AND cost-benefit”, “porcine welfare AND productivity”, entre otras. En Scopus y WoS se aplicaron filtros de año (2019–2024) y se limitaron los resultados a áreas de Veterinaria, Ciencia Animal, Agricultura/Economía y disciplinas afines.

Criterios de inclusión: estudios primarios (experimentales u observacionales) y revisiones sistemáticas que reportaran datos económicos cuantitativos relacionados con intervenciones de bienestar animal en cerdos. Específicamente, se incluyeron trabajos que midieron indicadores productivo-económicos (por ejemplo: costos de implementación de bienestar, variaciones en productividad o rentabilidad, análisis costo-beneficio, disposición a pagar del consumidor por productos de cerdo con mayor bienestar, etc.) derivados de mejoras en bienestar (manejo, ambiente, salud, comportamiento, instalaciones).

Criterios de exclusión: se excluyeron (a) estudios que abordaran bienestar animal pero sin reportar datos económicos (por ejemplo, únicamente mediciones de comportamiento o estrés sin análisis de costo/productividad), (b) trabajos duplicados entre bases de datos, (c) revisiones narrativas no sistemáticas o artículos de opinión, (d) literatura no accesible en texto completo, y (e) resúmenes de congresos o tesis no publicadas en revistas indexadas (para asegurar la calidad peer-review).

Selección de estudios: dos revisores, de manera independiente, realizaron la tamiza-

ción. Primero se examinó título y resumen de los resultados obtenidos, aplicando criterios de inclusión/exclusión para seleccionar los documentos potencialmente relevantes. Luego, se accedió al texto completo de estos candidatos para evaluar su elegibilidad definitiva. Las discrepancias se resolvieron por consenso.

Extracción y síntesis: de cada estudio incluido se extrajeron los datos clave: país o región de estudio, tipo de intervención o condición de bienestar evaluada, variable(s) económicas analizadas (p. ej., costos, índices productivos, beneficios, etc.), y principales resultados cuantitativos en términos económicos. Se elaboró una tabla resumen con esta información. Adicionalmente, se compiló la narrativa de resultados para identificar tendencias generales.

Evaluación de calidad: aunque la revisión se enfoca en resultados económicos, se consideró la calidad de los estudios (diseño experimental, tamaño muestral, métodos de análisis económico) para contextualizar la confianza en la evidencia. No se excluyeron estudios por calidad, pero se señalan en la discusión limitaciones cuando pertinentes.

El proceso de búsqueda y selección quedó plasmado en un diagrama de flujo PRISMA (Figura 1). En la etapa de identificación inicial se recuperaron 330 registros (180 en Scopus y 150 en WoS). Tras eliminar 50 duplicados, se criaron 280 títulos/resúmenes, de los cuales se descartaron 230 por no cumplir criterios (la mayoría por no contener datos económicos). Se evaluaron a texto completo 50 artículos; finalmente 15 estudios cumplieron todos los criterios y fueron incluidos para la síntesis cualitativa y cuantitativa (Barrientos Monsalve, Velásquez-Carrasca & Hoyos-Patiño, 2021).

Figura 1.

Diagrama de flujo PRISMA del proceso de selección de estudios (2019–2024). Se detalla el número de registros identificados, excluidos y estudios finalmente incluidos en la revisión.



Resultados

Tras aplicar el proceso sistemático, se incluyeron 15 estudios que examinaron el impacto económico de diversas intervenciones de bienestar animal en cerdos. La Tabla 1 resume los aspectos clave de los estudios seleccionados, incluyendo autores, año, país, la intervención o práctica de bienestar evaluada, los indicadores económicos analizados y los principales hallazgos económicos reportados.

Tabla 1.

Estudios seleccionados (2019–2024) sobre bienestar animal porcino y su impacto económico (resumen de intervenciones y hallazgos).

Autor(es)	Año	País	Intervención en bienestar animal	Indicadores económicos evaluados	Principales hallazgos económicos
Morgan et al.	2019	Israel/EE.UU.	Eliminar castración, corte de cola y dientes; inmunocastración + enriquecimiento ambiental (paja, objetos) en engorde.	Peso al sacrificio, mortalidad y cortisol en cerdos; precio de mercado porcino; excedente económico (consumidor+productor).	Aumenta peso de cerdos y reduce mortalidad; reducción de estrés (cortisol↓). En simulación de mercado, mejora de bienestar genera +US\$1.48–1.92 mil millones anuales en excedente económico por mayor productividad y oferta (Morgan et al.2019).
Stygar et al.	2022	Europa (6 países)	Intervenciones para reducir mortalidad de lechones: (1) ventilación mecánica en maternidad, (2) rediseño de corrales de gestación, (3) secado y calentado de lechones neonatos, (4) enriquecimiento para cerdas gestantes (fibra dietética + objetos), (5) musicoterapia y cepillado en lactancia.	Tasa de mortalidad perinatal y pre-des-tete; costo máximo asumible por punto porcentual de reducción de mortalidad; variación en ganancias (beneficio) por cerda.	Las intervenciones (1) y (2) fueron las más rentables en países con bajos costos de construcción y alta mortalidad base. (3) Secado de lechones tuvo resultados económicos variables (más provechoso donde mano de obra es barata y camadas grandes). (4) Enriquecimiento y (5) mayor interacción humano-cerda redujeron mortalidad y pagaron su costo en distintos escenarios. En promedio, una reducción de 1 punto porcentual en mortalidad neonatal vale €0.4–0.5 por lechón (beneficio superando costo). Incluso con reducciones modestas de mortalidad, proporcionar enriquecimiento o contacto humano generó ganancia neta positiva (Stygar et al.2022).
Papanastasiou et al.	2021	Europa (Finlandia/ Reino Unido)	Medidas para prevenir lesiones por caudofagia (mordedura de colas) en cerdos de engorde: proporcionar paja, mejorar ventilación, reducir densidad, mejorar sanidad (estatus sanitario alto), ofrecer objetos enriquecedores puntuales, implementar sistemas automatizados de alerta temprana.	Prevalencia de colas mordidas (% de cerdos lesionados); costo económico de lesiones por cerdo; costo de implementar cada medida; reducción de prevalencia necesaria para que la medida sea costeable (umbral de costo-efectividad).	Las lesiones por mordedura de cola pueden costar hasta €2.3 por cerdo (≈1.6% del valor de la canal) cuando ~10% de cerdos presentan colas lesionadas. Medidas de bajo costo como enriquecimientos simples (objetos) o mejoras de ventilación y salud resultaron rentables incluso con reducciones pequeñas de lesiones, mientras medidas más costosas (usar abundante paja, aumentar espacio, sistemas de alerta) requirieron mayor eficacia para justificar su costo. Por ejemplo, mejorar ventilación fue beneficioso aun con baja prevalencia de colas mordidas, mientras que la provisión de paja sólo fue coste-efectiva cuando el riesgo de caudofagia era alto. Seleccionar medidas adecuadas a la causa del problema (p. ej., si la causa es falta de enriquecimiento, enfocar en enriquecimiento) optimiza la rentabilidad de la intervención.

			Aumentar el espacio y libertad de movimiento de la cerda mejora su bienestar, pero conlleva mayores costos: diseños con más espacio incrementan emisiones y gastos operativos. Si se adapta una granja existente a corrales sueltos, el mayor tamaño de cada corral reduce el número de corrales y por ende el tamaño del hato, disminuyendo la producción anual y la rentabilidad de la granja. Además, los sistemas de lactancia libre presentaron mayor riesgo de mortalidad en lechones (por aplastamiento u otros) si no se manejan adecuadamente, lo que puede erosionar la sostenibilidad económica del sistema. Se sugiere que ciertas concesiones (ej. mantener encierro corto post-parto) pueden equilibrar libertad de la cerda y supervivencia del lechón. Los autores advierten que, en las condiciones actuales, producir con maternidades libres implica mayor costo de producción y potencial aumento de huella ambiental, debiendo compensarse con precio premium o apoyos para no afectar la viabilidad del productor.
Moustsen et al.	2023	Dinamarca	Costos de infraestructura (inversión y operación) por mayor espacio; emisiones de amoníaco; tasa de mortalidad de lechones lactantes; tamaño del hato (número de cerdas productivas) dado el espacio disponible; indicadores de rentabilidad (beneficio/granja).
Park et al.	2024	Corea del Sur	Producción de cerdos (cambios en volumen por granja/sector); precios de mercado: precio al productor y al consumidor; excedente del consumidor y excedente del productor; cambio en bienestar social total (suma de excedentes).

Fuente: Elaboración propia a partir de los estudios citados. Indicadores económicos convertidos a las unidades reportadas por cada autor.

En general, los estudios incluidos aportan evidencia cuantitativa sólida de que ciertas mejoras en bienestar animal pueden tener impactos económicos positivos en la producción porcina:

- **Mejoras zootécnicas y de manejo** (ventilación, enriquecimiento, menor hacinamiento, mejor trato humano) tienden a mejorar la productividad (más supervivencia de lechones, mayor ganancia de peso, menos lesiones o enfermedades) que a su vez se reflejan en mayores ingresos o menores pérdidas para el productor (Stygard et al. 2022; Morgan et al. 2019). Por ejemplo, una estrategia integral sin mutilaciones (no castrar ni cortar colas) más un entorno enriquecido produjo cerdos más pesados al sacrificio y redujo la mortalidad, generando un excedente económico considerable en modelos

de mercado (Morgan et al.2019). De igual manera, intervenciones simples como proveer materiales manipulables o mejorar la ventilación en galpones pagan por sí solas al reducir problemas como la caudofagia o las muertes de lechones, incluso considerando su costo (Stygar et al.2022; Park et al, 2024).

- **Prácticas de alto bienestar como las maternidades libres** presentan *trade-offs*: incrementan ciertos costos (infraestructura, manejo, posibles pérdidas iniciales por mortalidad neonatal) pero responden a demandas sociales y normativas, pudiendo requerir compensación vía precio premium o políticas de apoyo (Moustsen et al, 2023). Los resultados muestran que sin ajustes, cambios radicales en sistemas intensivos (p. ej., eliminar jaulas) pueden bajar la rentabilidad unitaria de la granja (Milera-Rodríguez, 2022), aunque a nivel sectorial podrían venir acompañados de precios de mercado al alza si los consumidores valoran el producto de mayor bienestar (Park et al, 2024).
- Se observó que los costos de problemas de bienestar (como las lesiones por colas mordidas o la mortalidad pre-destete) son significativos económicamente. Un 10% de cerdos con colas mordidas puede costar al productor ~1.6% del valor de la canal en pérdidas, y cada lechón muerto representa una inversión no recuperada que puede sumar decenas de euros por cerda a lo largo del año (Čandek-Potokar, et al, 2022). Esto justifica económicamente invertir en medidas preventivas de bienestar, siempre que su costo sea menor al costo de dichas pérdidas.
- Varias investigaciones resaltan la importancia del contexto regional: la rentabilidad de invertir en bienestar depende de factores como el costo local de mano de obra, materiales o tierra, así como del nivel base de problemas productivos. Por ejemplo, secar y calentar lechones tuvo mayor impacto económico en países con mano de obra barata y camadas grandes (donde la mortalidad podía ser alta) (Gasa & Casanovas, 2023). En países con construcciones baratas, ampliar espacios es más factible; en cambio donde la tierra es cara, puede ser menos viable sin apoyo.

DISCUSIÓN

Los hallazgos de esta revisión sistemática sustentan que el bienestar animal no es un lujo ajeno a la productividad, sino un factor con repercusiones económicas directas en la porcicultura. A continuación, se analizan las implicaciones de los resultados, comparando prácticas, regiones y evaluando la relación costo-beneficio de mejorar el bienestar en cerdos.

Rentabilidad de diferentes prácticas de bienestar: los estudios señalan que ciertas mejoras de manejo y ambiente ofrecen alta rentabilidad relativa. Por ejemplo, medidas de enriquecimiento ambiental (paja, juguetes masticables) y de interacción positiva con los animales (contacto humano frecuente, musicoterapia) presentaron una muy buena relación costo-beneficio al reducir estrés y mejorar supervivencia, con costes bajos de implementación (Castellanos, 2024). También, intervenciones en sanidad y confort (mejor ventilación, menor densidad por corral) producen cerdos más saludables, reduciendo

gastos veterinarios y mejorando conversiones alimenticias, lo cual se traduce en ahorros significativos (Park et al, 2024).

Estas prácticas suelen requerir inversiones modestas (tiempo del personal, materiales simples) comparadas con las ganancias que aportan en productividad, por lo que son altamente recomendables. En contraste, intervenciones de infraestructura mayor (p. ej., rediseñar completamente corrales, instalar sistemas automatizados avanzados) implican desembolsos altos y su beneficio económico depende más de condiciones específicas: serán rentables principalmente cuando abordan un problema severo. Un caso evidente fue la instalación de un sistema electrónico de alerta de caudofagia: solo resulta coste-efectivo en granjas con alta incidencia de mordeduras de cola; si el problema es infrecuente, dispositivos caros no se amortizan (Baxter & D'Eath, 2020).

Comparativa regional (Latinoamérica vs. Europa): la adopción de medidas de bienestar ha sido desigual geográficamente, en parte por diferencias regulatorias y de costo. Europa, impulsada por la normativa comunitaria y demanda del consumidor, ha servido de “laboratorio” para muchas de estas prácticas (como eliminar jaulas de gestación, prohibir castración sin anestesia, etc.). Los estudios europeos revisados muestran que, aunque los costos iniciales de cumplir mayores estándares pueden reducir la producción en cada granja, a nivel de mercado tiende a haber una compensación vía precios más altos o apoyos. El modelo de Corea del Sur, análogo a escenarios europeos, sugiere que implementar normas de bienestar (cerdas en grupo) incrementa los precios al consumidor y productor, beneficiando económicamente al sector siempre que el mercado esté dispuesto a absorber ese sobrecosto (Park et al, 2024). Esto concuerda con experiencias en la UE donde productos certificados en bienestar suelen venderse a precios premium.

En Latinoamérica, en cambio, la adopción masiva de estas prácticas es más incipiente; muchos productores aún operan con sistemas intensivos tradicionales y perciben el bienestar principalmente como un costo adicional (Rosas & Villasana, 2022). No obstante, algunas iniciativas regionales (por ejemplo, certificaciones voluntarias *Certified Humane* en Brasil, Chile, etc.) han reportado mejoras en la productividad al implementar buenas prácticas (menor mortalidad, mejores ganancias de peso) y acceso a nichos de mercado mejor remunerados. Aunque la literatura académica latinoamericana cuantificando este fenómeno aún es escasa, los principios hallados (p.ej., que un cerdo menos estresado crece mejor y aprovecha más el alimento) son universales. Por tanto, los productores latinoamericanos podrían ganar competitividad adoptando gradualmente mejoras de bienestar de bajo costo (enriquecimiento, capacitación en buen trato, etc.), que al reducir pérdidas por enfermedad o lesiones pagan por sí mismas. Sin embargo, para prácticas de mayor inversión (como cambiar instalaciones a corrales grupales), podría requerirse apoyo gubernamental o de la industria para costear la transición, tal como ocurrió en la UE con subsidios en algunos casos.

Costo-beneficio e inversiones a largo plazo: una cuestión central es si se justifica la inversión en bienestar desde una perspectiva económica estricta. Los estudios revisados tienden a coincidir en que sí, se justifica en muchos casos, especialmente cuando se

consideran los beneficios en el mediano y largo plazo. Por ejemplo, eliminar la castración quirúrgica puede suponer costos (vacunar para inmunocastración, manejar machos intactos), pero ese costo se ve compensado por mejores índices de crecimiento y carne libre de estrés, lo que permite mayor eficiencia global y potencial acceso a mercados exigentes (Basulto, 2020; Morgan et al, 2019). Del mismo modo, prevenir caudofagia mediante enriquecimiento es mucho más barato que las pérdidas por decomisos de canales dañadas o tratamientos de infecciones en colas mordidas (Papanastasiou et al, 2021; Vellarde Dalmau & Fàbrega, 2015). Incluso en casos donde la inversión es alta (v.gr. nuevas naves de maternidad), el análisis costo-beneficio completo debería incluir externalidades: bienestar animal también redonda en mejor imagen del producto porcino, menos riesgo de escándalos o campañas negativas que retraigan la demanda (lo cual tiene un costo económico difícil de cuantificar pero real).

Un estudio de revisión global destacó que mejorar el bienestar aporta beneficios difíciles de medir en dinero, como mitigar riesgos productivos y mejorar la aceptación social del proceso productivo, fortaleciendo la “licencia para operar” del productor (Ribas, Faria & Paranhos, 2023). Estos factores se traducen indirectamente en estabilidad económica: un sector porcino con alto bienestar es menos vulnerable a shocks como prohibiciones (ej. vetos comerciales por maltrato) o pérdidas de mercado por boycotts. Desde la óptica de costo-beneficio societal, las políticas de bienestar pueden ser vistas como inversiones que generan valor social, parte del cual retorna a los productores vía mercados más sólidos y consumidores fieles.

Comparación entre sistemas con y sin bienestar: varios estudios ofrecen comparaciones directas. Por ejemplo, Morgan et al. (2019) y Ortiz Galvis & Hoyos-Patiño (2023) compararon un sistema convencional (mutilaciones rutinarias, sin enriquecimiento) vs. uno de alto bienestar (sin mutilaciones, con enriquecimiento). Los resultados económicos favorecieron claramente al sistema de bienestar: menor mortalidad y mejor conversión significaron más kilos de cerdo producidos por madre, lo que a pesar de algún costo adicional, dejó más ganancia neta por animal. Otro ejemplo es la comparativa de Papanastasiou et al. (2021) donde los escenarios *con medidas de prevención de caudofagia se contrastan contra el escenario base sin prevención*: en todos los casos las medidas preventivas se justificaron económicamente cuando la incidencia de colas mordidas superaba cierto umbral, mientras que no hacer nada llevaba a pérdidas crecientes conforme empeoraba el problema. Esto subraya que no implementar bienestar también tiene un costo (“costo de no hacer nada”), a menudo oculto en forma de menor rendimiento o más gastos veterinarios. Algunos productores solo ven el costo inmediato de la mejora (por ejemplo, comprar materiales de enriquecimiento), pero no cuantifican el costo de continuar con malos indicadores de bienestar (bajas, medicaciones, menor crecimiento). La evidencia sugiere que cuando esos costos “ocultos” se sacan a la luz, invertir en bienestar resulta económicamente racional en la mayoría de los casos analizados.

Vacíos de investigación: A pesar del avance en la última década, persisten vacíos que futuros estudios deberían abordar. Primero, hace falta más investigación en contexto latinoamericano con datos locales de costos y beneficios de mejorar bienestar, dado que

la mayoría de estudios cuantitativos provienen de Europa, Asia o Norteamérica. Factores como clima, sistemas de producción y mercado de cada país podrían influir en los resultados económicos de prácticas de bienestar (por ejemplo, los beneficios de enfriar a los cerdos en climas tropicales podrían ser incluso mayores en productividad).

Segundo, se identificó la necesidad de evaluaciones integrales a nivel de granja: varios trabajos midieron un aspecto (p. ej., mortalidad de lechones) pero no siempre calcularon el efecto en la rentabilidad global de la granja. Modelos bioeconómicos holísticos, que integren múltiples variables (sanidad, reproducción, engorde) bajo distintos niveles de bienestar, serían valiosos para proyectar escenarios.

Tercero, faltan análisis de largo plazo: casi todos los datos se refieren a resultados dentro de uno o dos ciclos productivos. Sería importante examinar efectos económicos en la longevidad de las cerdas (p. ej., si el bienestar mejora la vida productiva de la cerda, reduciendo la tasa de reemplazo, ello ahorra costos a largo plazo). Asimismo, aspectos como **calidad de carne** ligada al bienestar (estrés pre-sacrificio, pH, incidencias de PSE/DFD) y su valorización de mercado merecen exploración económica. Finalmente, pocos estudios consideran el valor intangible o indirecto del bienestar (por ejemplo, en turismo rural, venta con denominaciones de origen, o beneficios ambientales asociados), lo cual podría subestimar los beneficios totales en los análisis tradicionales.

Implicaciones prácticas: para los productores porcinos, estos hallazgos ofrecen orientaciones claras: las prácticas de bienestar con mejor relación costo-beneficio inmediata son aquellas que inciden en la salud y comportamiento básicos de los animales (ambiente enriquecido, buen manejo del clima, densidades adecuadas, personal bien capacitado en trato animal). Inversiones moderadas en estas áreas suelen retornar en forma de animales más productivos y menores pérdidas, mejorando la eficiencia del sistema. Por otro lado, si bien adaptaciones mayores (como instalaciones nuevas) pueden ser costosas, los productores pueden buscar apoyos o implementarlas gradualmente, sabiendo que probablemente en el futuro cercano serán demandadas por regulaciones o mercados. La recomendación es anticiparse: granjas que adoptan estándares altos de bienestar de forma proactiva tienden a ganar reputación y asegurar contratos de suministro a mercados premium (por ejemplo, exportaciones a la UE o a clientes gourmet).

Para los formuladores de políticas, la evidencia sugiere que promover el bienestar animal en porcicultura no solo responde a consideraciones éticas, sino que puede fortalecer la sostenibilidad económica del sector a largo plazo, al reducir ineficiencias (muertes, enfermedades) y aumentar el valor agregado del producto. Políticas públicas como subsidios a mejoras de alojamiento, o pagos por certificaciones de bienestar, podrían verse compensadas por un sector más competitivo y con menor necesidad de antibióticos o intervenciones correctivas (con implicaciones positivas en salud pública, etc.).

Finalmente, para la academia, estos resultados reafirman la importancia de la investigación interdisciplinaria (economía animal, etología, ciencias veterinarias) para seguir optimizando sistemas de producción que sean *rentables y respetuosos con el animal*.

Identificar las “punto de equilibrio” óptimos –donde bienestar y productividad se potencien mutuamente– debería ser el objetivo de futuras innovaciones en la industria porcina.

El bienestar animal en la producción de cerdos no solo es éticamente deseable sino económico ventajoso en múltiples aspectos. Se pueden lograr sistemas porcinos más humanitarios sin sacrificar eficiencia; de hecho, la evidencia apunta a que pueden ser *más eficientes* en uso de insumos y producción de carne de calidad. Para capitalizar estos hallazgos, se recomienda: (1) promover programas de capacitación y extensión que muestren a productores los beneficios económicos de mejorar el bienestar, con ejemplos concretos; (2) desarrollar incentivos financieros (créditos blandos, certificaciones con plus de precio) que faciliten la transición a mejores prácticas; (3) continuar la investigación, especialmente en Latinoamérica, cuantificando resultados económicos de diferentes mejoras en distintas escalas de producción; y (4) fomentar una visión integral de la ganadería porcina sostenible, donde el bienestar animal, la rentabilidad y la aceptación social vayan de la mano. Aquellos productores que adopten prácticas de bienestar con respaldo científico probablemente verán recompensados sus esfuerzos, tanto en la rentabilidad de sus granjas como en la resiliencia de su negocio a futuro.

CONCLUSIONES

La revisión sistemática realizada confirma que mejorar el bienestar animal de los cerdos no está reñido con la rentabilidad, sino que suele potenciarla. En síntesis, las evidencias clave indican que:

- Prácticas de bienestar como la reducción del estrés (mediante enriquecimiento ambiental y buen manejo humano), la mejora del ambiente físico (temperatura, ventilación, espacio suficiente) y la atención a la salud preventiva conducen a animales más sanos y productivos, lo cual se traduce en mejores parámetros técnicos (más kilos destetados por cerda, mejor conversión alimenticia, menos decomisos) y **beneficios económicos netos** para el productor.
- Ciertas intervenciones específicas han demostrado alto retorno de inversión: por ejemplo, prevenir la caudofagia con enriquecimiento cuesta poco comparado con la pérdida por colas lesionadas; o invertir en bienestar de lechones (calor, cuidados al nacer) ahorra más dinero en lechones salvados que el costo de esas medidas.
- Las regiones que han implementado estándares de bienestar más altos (Europa, por regulación, y ciertos nichos en América) no han visto desaparecer su industria porcina; por el contrario, se reestructuró hacia mayor eficiencia y diferenciación de producto. Modelos económicos sugieren que los sobrecostos pueden compensarse con mejores precios de mercado y mayor bienestar social si se comunica adecuadamente al consumidor.
- La inversión en bienestar animal se justifica también desde un enfoque de riesgo y sostenibilidad: granjas con alto bienestar son menos propensas a brotes sanitarios

catastróficos (p. ej., menos estrés = mejor inmunidad) y tienen mayor probabilidad de cumplir con futuras exigencias comerciales. En términos de análisis costo-beneficio extendido, no implementar mejoras conlleva costos ocultos (pérdidas productivas, riesgo reputacional) que superan a menudo el costo de la mejora misma.

- Dicho esto, no todas las mejoras se traducen automáticamente en ganancia: es importante planificar caso por caso, priorizando aquellas acciones de bienestar con impacto comprobado en productividad, y evaluando las de alta inversión con estudios piloto y apoyo técnico-económico. La colaboración entre productores, investigadores y autoridades puede facilitar datos locales para tomar decisiones informadas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alonso Spilsbury, M. (2018). Argumentos científicos ante el dilema sobre el uso de jaulas para cerdas vacías y en gestación, y sus implicaciones en el bienestar animal. BM Editores. <https://bmeditores.mx/porcicultura/argumentos-cientificos-ante-el-dilema-sobre-el-uso-de-jaulas-para-cerdas-vacias-y-en-gestacion-y-sus-implicaciones-en-el-bienestar-animal-1328/>
- Alonso Pesado, F. A., & Rodríguez de Jesús, E. (2022). Producción y consumo mundial de carne de cerdo. BM Editores. <https://bmeditores.mx/porcicultura/produccion-consumo-mundial-de-carne-de-cerdo/>
- Barrientos-Monsalve Ender José, Sotelo-Barrios Mauricio Enrique y Hoyos-Patiño Johann Fernando (2023). METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN. Guía práctica para la formulación de proyectos de investigación con ejemplos en áreas de administración y diseño. Primera edición. Ocaña, Norte de Santander: Universidad Francisco de Paula Santander; Bogotá: Ecoe Ediciones, 100 páginas. ISBN 978-958-503-827-1 (impreso) -- 978-958-503-828-8 (digital) <https://n9.cl/36lba>
- 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(S1), 163–181. Recuperado a partir de <https://revistas.curn.edu.co/index.php/aglala/article/view/2128>
- Basulto Baker, Roberto. (2020). La castración inmunológica de los cerdos machos: estado actual. Revista de Producción Animal, 32(3), 40-56. Epub 10 de diciembre de 2020. Recuperado en 24 de julio de 2025, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-79202020000300040&lng=es&tlang=es.
- Baxter, E. M., & D'Eath, R. B. (2020). Tell Tail Signs: tecnología de imágenes para la detección precoz de caudofagia en cerdos. 3tres3 LATAM. https://www.3tres3.com/articulos/tecnologia-de-imagenes-para-la-deteccion-precoz-de-caudofagia_44961/
- Broom, Donald M. (2011). Bienestar animal: conceptos, métodos de estudio e in-

- dicadores. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias, 24(3), 306-321. Retrieved July 23, 2025, from http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-06902011000300010&lng=en&tlang=es.
- Castellanos, E. (2024). Mejora genética y su impacto en la producción de las granjas porcinas. MasPorcicultura. <https://masporcicultura.com/mejora-genetica-y-su-impacto-en-la-produccion-de-las-granjas-porcinas/>
- Čandek-Potokar, M., Batorek-Lukač, N., Tomažin, U., Škrlep, M., Monteiro, A. N. T. R., & Garcia-Launay, F. (2022). Welfare assessment of Krškopolje pigs reared in different production systems. Animal – Open Space, 1(1), 100021. <https://doi.org/10.1016/j.anopes.2022.100021>
- Fernandes, J. N., Hemsworth, P. H., Coleman, G. J., & Tilbrook, A. J. (2021). Costs and benefits of improving farm animal welfare. Agriculture, 11(2), 104. <https://doi.org/10.3390/agriculture11020104>
- Gasa, J., & Casanova, J. (2023). Efecto de secar y dar calor suplementario a los lechones al parto sobre la mortalidad en lactancia. 3tres3 LATAM. https://www.3tres3.com/latam/articulos/efecto-de-secar-y-dar-calor-suplementario-a-los-lechones-al-parto_16136/
- Herrera, A. (2023). Dimensiones del desarrollo sustentable: Áreas clave para un futuro equilibrado. Ecología Digital. <https://ecologiadigital.bio/cuales-son-dimensiones-del-desarrollo-sustentable/>
- Huertas Canén, Stella Maris. (2023). La importancia del bienestar animal en los sistemas de producción sostenibles. Veterinaria (Montevideo), 59(220), e101. Epub 01 de diciembre de 2023. <https://doi.org/10.29155/vet.59.220.1>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., ... & Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. bmj, 372. https://www.researchgate.net/publication/350468576_The_PRISMA_2020_statement_An_updated_guideline_for_reporting_systematic_reviews#:~:text=The%20Preferred%20Reporting%20Items%20for,details%20reporting%20recommendations%20for%20each
- Manteca, Xavier. (2011). Bienestar animal en explotaciones de porcino. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias, 24(3), 303-305. Retrieved July 23, 2025, from http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-06902011000300009&lng=en&tlang=es.
- Milera-Rodríguez, Milagros de la Caridad. (2022). Contribution of the management of grazing sows to the resilience of pig husbandry systems. Pastos y Forrajes, 45, . Epub 28 de mayo de 2022. Recuperado en 24 de julio de 2025, de <http://scielo.sld.cu/scielo>.

- php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942022000100009&lng=es&tlng=en.
- Morgan, L., Itin-Shwartz, B., Koren, L., Meyer, J. S., Matas, D., Younis, A., ... & Raz, T. (2019). Physiological and economic benefits of abandoning invasive surgical procedures and enhancing animal welfare in swine production. *Scientific Reports*, 9(1), 16093. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-52677-6>
- Mousten, V. A., Seddon, Y. M., & Hansen, M. J. (2023). Animal board invited review: The need to consider emissions, economics and pig welfare in the transition from farrowing crates to pens with loose lactating sows. *Animal*, 17(9), 100913. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2023.100913>
- Orihuela, A., & Ungerfeld, R. (2020). Prácticas zootécnicas dolorosas. Evaluación y alternativas para el bienestar animal. Universidad de la República de Uruguay. https://www.researchgate.net/publication/358990713_Practicas_zootecnicas_dolorosas_Evaluacion_y_alternativas_para_el_bienestar_animal
- Papanastasiou, D. K., Valros, A., Niemi, J. K., & Edwards, S. A. (2021). Cost-effectiveness analysis of seven measures to reduce tail biting lesions in fattening pigs. *Frontiers in Veterinary Science*, 8, 682330. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.682330>
- Ortiz Galvis, Astrid Jimena and Hoyos-Patiño, Johann Fernando, Model for the Diagnosis of Pig Production Systems (2023). Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=4417298> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4417298>
- Park, D. Y., Han, S. H., & Koo, S. (2024). The economic impact of mandatory group housing for pregnant sows in the pig industry. *Korean Journal of Agricultural Science*, 51(3), 261-270. <https://doi.org/10.7744/kjoas.510302>
- Ribas, Juliana, Faria Nagano, Ygor, & Paranhos da Costa, Mateus José R. (2023). Estrategias para mejorar el bienestar de los cerdos: Revisión bibliográfica. *Veterinaria (Montevideo)*, 59(220), e302. Epub 01 de diciembre de 2023. <https://doi.org/10.29155/vet.59.220.5>
- Rosas Leutenegger, Marco, & Villasana López, Pedro. (2022). Adopción de tecnologías en sistemas de producción agroalimentario: una revisión de literatura. *RIVAR (Santia-*go), 9(26), 177-190. <https://dx.doi.org/10.35588/rivar.v9i26.5575>
- Sossidou, E. N., Banias, G. F., Batsioulas, M., Termatzidou, S.-A., Simitzis, P., Patsios, S. I., & Broom, D. M. (2025). Modern Pig Production: Aspects of Animal Welfare, Sustainability and Circular Bioeconomy. *Sustainability*, 17(11), 5184. <https://doi.org/10.3390/su17115184>
- Stygar, A. H., Chantziaras, I., Maes, D., Mousten, V. A., De Meyer, D., Quesnel, H., Kyriazakis, I., & Niemi, J. K. (2022). Economic feasibility of interventions targeted at

decreasing piglet perinatal and pre-weaning mortality across European countries. Porcine Health Management, 8, Article 22. <https://doi.org/10.1186/s40813-022-00266-x>

Velarde, A., Dalmau, A., & Fàbrega, E. (2015). Material de enriquecimiento para combatir la caudofagia. 3tres3 LATAM. https://www.3tres3.com/latam/articulos/material-de-enriquecimiento-para-combatir-la-caudofagia_11714/



LA IMPORTANCIA ECONÓMICA DEL CULTIVO DE TRIGO PARA APOYAR LA CANASTA DE ALIMENTOS IRAQUÍ Y GARANTIZAR LA CONTINUIDAD DE LA CARTA DE RACIONAMIENTO

The Economic Importance Of Wheat Cultivation To Support The Iraqi Food Basket And Ensure The Continuity Of The Ration Card

Raji A.Alawadi¹

ID <https://orcid.org/0000-0002-0323-7957>

E-mail raji_ali_1961@yahoo.co.uk

¹Erciyes University, Agriculture faculty, Kayseri, Turkey

RESUMEN

Este estudio tiene como objetivo analizar la realidad agrícola de la producción de trigo en la región y establecer una línea base para evaluar el impacto del proyecto nacional de desarrollo del cultivo de trigo en los años posteriores y garantizar la continuidad de la tarjeta de racionamiento. La investigación se basó en un enfoque analítico descriptivo y un enfoque cuantitativo estándar basado en la econometría. El estudio se llevó a cabo en tierras de la región de Al-Numaniyah, sembradas con trigo durante siete temporadas agrícolas anteriores, desde 2015 hasta 2016. El cultivo de trigo en años anteriores arrojó resultados positivos aceptables desde una perspectiva económica, según lo medido mediante análisis estadístico. El valor actual neto fue de 12,7 con un factor de descuento del 8%, y la relación beneficio-costo fue de 1,1 con un factor de descuento del 8%. La tasa interna de retorno fue del 29,3%. Para predecir el estado actual del cultivo de trigo en la región para las temporadas posteriores, a partir del período 2022-2023, se utilizaron series de tiempo, apoyándose en la ecuación de regresión lineal estadística $Y = a + bx$. Según esto, las previsiones de producción de trigo fueron de 44, 48, 52 y 57 mil toneladas para los años siguientes, de 2026 a 2029. Los resultados del análisis revelaron una disminución en las asignaciones de apoyo a la tarjeta de racionamiento en Irak durante el período 2004-2023, lo que se reflejó en una reducción en los artículos de la tarjeta de racionamiento y en una disminución en el número de meses en que se recibió. Si bien la tasa de pobreza en Irak para el período 2004-2023 fue del

Cómo citar:

Fecha recepción: 24 de Junio de 2025 / Fecha Aprobación: 28 de Septiembre 2025 / Fecha Publicación: 27 de Noviembre 2025

Alawadi, R. A.(2025). *The Economic Importance Of Wheat Cultivation To Support The Iraqi Food Basket And Ensure The Continuity Of The Ration Card.* Revista. FAGROPEC. Vol. 17(2), ppt 40-55. <https://doi.org/10.47847/fagropec.v17n2a3>



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

21,7% y su promedio para los años 2020-2023 fue del 28%.

Palabras clave : Trigo, Factor de descuento, VPN, TIR, BCR, Tarjeta de racionamiento

ABSTRACT

This study aims to develop the agricultural reality of wheat production in the region and establish a baseline from which to assess the impact of the national wheat cultivation development project in subsequent years and ensure the continuity of the ration card. The research relied on a descriptive analytical approach and a standard quantitative approach based on econometrics. The study was conducted in the lands of the Al-Numaniyah region, which were planted with wheat for seven previous agricultural seasons, starting from 2015-2016. wheat cultivation in previous years yielded acceptable positive results from an economic perspective, as measured by statistical analysis. The net present value was 12.7 at a discount factor of 8%, and the benefit-to-cost ratio was 1.1 at a discount factor of 8%. The internal rate of return was 29.3% To predict the current state of wheat cultivation in the region for subsequent seasons, starting from 2022-2023, time series were used, relying on the statistical linear regression equation $Y = a + bx$. According to this, wheat production forecasts were 44 , 48 , 52 , and 57 thousand tons for the subsequent years, from 2026 – 2029. The results of the analysis revealed a decrease in ration card support allocations in Iraq for the period 2004-2023 which was reflected in a reduction in the ration card items and a decrease in the number of months the ration card was received , although the poverty rate in Iraq for the period 2004-2023 became 21.7% and its average for the years 2020-2023 is 28%

Keywords : Wheat, Discount factor , N P V, I R R , BCR , Ration card

INTRODUCTION

Wheat is a grain commodity that is of significance. It is the most significant crop in the world in terms of both importance and cultivated area, and it is a staple diet for over two-thirds of the global population. This is due to the fact that its grains contain carbohydrates and proteins in balanced amount [Al-Dhalmi et al.,2024]

Wheat is cultivated worldwide and is grown on an area of about 224.98 million hectares and production of about 735.5 million tonnes with productivity of 3.27 tonnes per hectare [Sabirjan Isaev et al.,2023]. China, India, the United States of America , Russia, France, Canada, Germany, Turkey, Australia, and Ukraine are the leading wheat-producing nations [Maninder Singh et al.,2024]

According to FAO about 30% of the irrigated area is suffer by salinity problems, which corresponds to an area of more than 100 million ha worldwide. Soil salinity, resulting from natural processes or from crop irrigation with saline water, occurs in many arid and semi-arid regions of the world [Meloni, & Marco Antonio Oliva ,2004].

We must think about growing wheat and maximizing its production by relying on the latest agricultural technology of seeds, fertilizers and irrigation methods. We must also face obstacles and impediments such as salinity by choosing seed varieties suitable for these soils.

Since the Iraqi Ministry of Agriculture has created a national program to develop wheat cultivation, it is necessary to complete a scientific introduction to evaluate the agricultural process of the wheat crop during the past seven years and the following years and to conduct an economic evaluation. This target will be achieved only, if global wheat production is increased by 2.5% per annum [Satyavir Singh et al .,2017]

In conclusion, improving water-use efficiency is an essential factor for ensuring food security in the face of climate change and water scarcity. By implementing innovative strategies and exploiting the power of technology, we can enhance WUE in agriculture, optimize crop production, conserve natural resources, and contribute to a more sustainable future [Saif Alharbi et al.,2024]. Sprinkler irrigation was superior to surface irrigation because it makes the moisture permanent in the root system and reduces the air temperature, and these results are consistent with what previous research has reached [Raji Ali Mousa & Abdullah Ulas.2022]. The concept of food security does not mean wheat production, but rather self-sufficiency in this crop and drawing up production, pricing and marketing policies in order to achieve a balance between the producer and the consumer [Zeina Khaled .2023].

Iraq has gone through a critical period with increased demand for food commodities, whose prices have risen globally, and the hostile deficit has increased with increased dependence on external sources to feed the population, and the per capita share of Iraqis in agricultural production has declined, which in turn has reduced its contribution to the gross domestic product [Ibrahim Harbi & Yasmine Hussein 2023]. So in 2008 the government returned to support farmers through the agricultural initiative by providing large interest-free loans [Al-Kaabi ,Talib Jas , 2025]

MATERIALS AND METHODS

The Numaniyah region was chosen as a study sample for wheat cultivation for seven agricultural seasons, starting from 2016 - 2022. This was based on the records of the Numaniyah City Agriculture Department.

The cultivated areas were identified as 40, 500, 520, 59, 77, 82, and 83 dunums, and the produced quantities were 12, 17, 28, 29, 26, 34, and 41 tons, respectively as shown in Table 1. which represents the cultivated areas and total production.

Agricultural season	Implemented area 1000 dunum*	Marketed production 1000 ton
2015-2016	40	12
2016-2017	50	17
2017-2018	52	28
2018-2019	59	29
2019-2020	77	26
2020-2021	82	34
2021-2022	83	41

One Iraqi dunam equals 2,500 m² *

STATISTICAL ANALYSIS

Time series and the linear regression equation

$Y = a + bx$ were used, and three statistical criteria were selected: net present value, benefit-to-cost ratio, and internal rate of return, using discount rates of 8% and 10% to eliminate the effect of time, as approved by the Economic Development Institute of the World Bank for Reconstruction and Development.

The Food Ration Card and the Poverty Rate in Iraq

Most Iraqi families rely on the food ration card program, which covers 96 percent of Iraq's population. We have observed a decline in the quantity and quality of food ration card items and their financial allocations. The number of beneficiaries in 2004 was 27 million, while in 2022 it reached 41 million. Spending on the ration card program reached 4.2% of total government spending, estimated at \$4.2 billion [Alaa Abbas & Shaima Rashid.2024]

Table 2.
Poverty rate table in Iraq for the period 2004-2023

Year	Poverty rate	Year	Poverty rate
2004	22	2014	22
2005	22	2015	19
2006	22	2016	18
2007	22	2017	20
2008	22	2018	21
2009	21	2019	24
2010	21	2020	32
2011	20	2021	31
2012	19	2022	26
2013	16	2023	23

22.5 % of the Iraqi population lives below the poverty line of 105 dinars per month, while this percentage reaches 40% in some areas, in addition to 30% of the population facing poverty and food insecurity [Yahya Muhammad & Nabil Mahdi.2023]

Table 3.
The Iraqi person's entitlement to wheat production

Years	Kg Person Year
1990	99.3
1995	72.0
2000	148.6
2005	132.1
2010	124.9
2015	108.3
2020	143.4

That's why the ration card, despite its limited vocabulary, remains an effective tool for controlling the prices of basic commodities and reducing food inflation [Ali Daadoush ,2025]

The Iraqi Ministry of Trade stated that "the graphic sequence of the ration card in the years 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, and 2011 showed that the financial allocations for the ration card ranged between 6 and 7 billion dollars, and its value decreased in 2018 and 2019 to 1.5 billion, but the card allocations declined significantly in the years 2020 and 2021 and beyond to less than 650 million Iraqi dinars".

Table 4.

Showing government support for the Twin Card for the period 2004-2012

years	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Support billion \$	6.0	6.0	4.5	3.9	6.985	4.2	3.5	3.5	4.0

Sources [Al-Zubaidi , 2012]

A study showed that more than 95% of Iraqi families would like to continue receiving their ration cards rather than replacing them with cash [UN World Food Programme,2005]

ECONOMIC ANALYSIS

The primary objective of economic analysis is to determine the expected returns from the project, which are represented by agricultural production on wheat farms, as well as the costs to be borne by farmers.

Since the items included in both returns and costs cannot be subjected to a unified scale, they were analyzed into monetary values through prices. From all of this, we conclude the concept of economic feasibility which is the study that aims to identify the expected returns on the amounts invested in this project and the extent of its profitability

COSTS

Calculating costs is a complex problem because their value varies from one farmer to another. Therefore, we used questionnaire forms based on the following model to distribute them across the agricultural sectors.

We found the average value to be 277,000 dinars per dunum. Plowing and harvesting costs amounted to 50% of the total cost, which is consistent with the findings of previous studies[. Al-Shammar, Karim Muhammad . 2018]. It increased to 313,000 dinars | dunums in 2020

Table 5.

Wheat production costs for cultivated areas

Agricultural season	The cost of wheat production billion Dinar
2015-2016	11
2016-2017	14
2017-2018	14
2018-2019	16

2019-2020	21
2020-2021	23
2021-2022	23

RETURNS

This refers to all cash generated for the project commitment. Returns are commonly referred to as external cash flows. The value of agricultural crops is estimated based on the quantities produced and the by-products at the prices at which they are sold. The value of agricultural products, such as wheat, was estimated based on the Iraqi Ministry of Trade's price, which was approximately 700,000 dinars per ton of wheat. By-products are derived from wheat harvest waste, which is typically used for livestock grazing.

After conducting personal interviews with some farmers and some intermediaries involved in selling wheat waste, the average price was 25,000 dinars per dunum. Using a simple mathematical method, the total annual return for each of the above-mentioned crops can be obtained by multiplying the achieved production by the selling price plus the return on waste. This can be obtained by dividing the waste selling price per dunum by the cultivated area of the crop.

Table 6.

Shows the returns on wheat production

Agricultural season	Th wheat returns / 1000 billion dinars		
	yield	straw	Total
2015-2016	9	1	10
2016-2017	12	1	13
2017-2018	19	1	20
2018-2019	20	1	21
2019-2020	18	2	20
2020-2021	24	2	26
2021-2022	29	2	31

Time preference criteria give weight to time, favoring returns received early over returns realized later. The same applies to costs, which give a degree of preference to what is spent later over what is spent early, i.e., preferring a dinar spent tomorrow over a dinar spent today.

This is achieved through what is known as the discount factor. As a general rule, we can adopt the following formula:

Future value of an amount = Present value × 1/(1 + the chosen interest rate)ⁿ
n denotes the number of years.

The Economic Development Institute of the World Bank has developed special tables for calculating these values. Through this mechanism, we will use the discount factor of 8% or 10%, as these are more appropriate and suitable for the economies of developing countries.

In this study, we will treat the total cash flows, whether costs or returns, with a discount factor of 8% first and 10% second to eliminate the effect of the time preference mentioned above regarding costs or returns, as follows

Table 7.

Shows Wheat at the price of 8% discount

Agricultural season	Wheat at the price of 8% discount			
	Returns One billion dinars	Discounted returns	Cost One billion dinars	Discounted cost
2015-2016	10	9	11	10
2016-2017	13	11	14	12
2017-2018	20	16	14	11
2018-2019	21	16	16	12
2019-2020	20	14	21	14
2020-2021	26	16	23	14
2021-2022	31	18	23	13
Total	141	100	122	86

Table 8.

shows Wheat at the price of 10% discount

Agricultural season	Wheat at the price of 10% discount			
	Returns One billion dinars	Discounted returns	Cost One billion dinars	Discounted cost
2015-2016	10	9	11	10
2016-2017	13	11	14	12
2017-2018	20	16	14	11
2018-2019	21	15	16	11
2019-2020	20	12	21	13
2020-2021	26	15	23	13
2021-2022	31	16	23	12
Total	141	94	122	82

EVALUATION CRITERIA NET PRESENT VALUE

This refers to the amount of benefits generated by a wheat cultivation project, measured in current monetary value, i.e., in the first year of project implementation, above the discount rate. Projects are usually ranked according to this criterion based on the result of subtracting negative discounted cash flows from positive discounted cash flows, giving preference to the project with the highest value.

It is well known that a project that achieves a net present value of zero does not mean that it does not generate returns on its investments. The economic evaluation of a wheat project according to this criterion, at a discount rate of 8%, is as follows:

Net Present Value = Total Discounted Returns - Total Discounted Costs

A- Wheat = $100,362 - 87,605 = 12,7$

At a discount rate of 10%, the net value was 11,5

From the above result, we note that the net present value is positive at the discount rate determined, which means that this project is commercially acceptable [Helena Gaspars-Wieloch.2019].

BENEFIT –COST RATIO

The Benefit-Cost Ratio (BCR) is a financial metric that helps evaluate the economic efficiency of an investment [Prince Kumar ,2023]. This criterion complements the previous criterion, whereby projects are weighted based on the realized return on invested capital. The World Bank adopted this criterion by dividing the total returns by the total costs. This criterion is based on the achieved ratio, giving priority to the project with the highest ratio, while projects with a ratio greater than one are accepted. In other words, projects with a ratio of benefits to costs greater than one (an integer).

According to this criterion, the result was as follows:

At a discount rate of 8%, the benefit-to-cost ratio was 1.145, meaning that one dinar yields 0.145 dinars.

At a discount rate of 10%, the benefit-to-cost ratio was 1.135, meaning that one dinar yields 0.135 dinars.

INTERNAL RATE OF RETURN (IRR)

The internal rate of return (IRR) represents the amount of returns a project generates per unit of allocated resources[Carlo Alberto Magni.2010]. It is calculated through trial and error, selecting multiple discount rates until the discount rate that reduces the present value to zero is reached. It represents the project's earning potential, i.e., the interest rate. If the IRR is 10%, this means that the funds will be invested at a 10% interest rate. This criterion is one of the most efficient. Finally, this criterion represents the weighting of the project's eligibility for projects that achieve the highest economic and social returns.

The mathematical formula for this standard is as follows:

$$\text{Internal rate of return} = S1 + Q1(S1 - S2) | Q2 - Q1$$

Q1: The higher discount price.

Q2: The discount price means the lowest.

S1: Means the net present value at the highest discount price.

S2: Means the net present value at the lowest discount price.

By applying the law to the net present value at the discount rates of 8% and 10%

The following results can be obtained:

$10 + 11.543 \times 2 | 12.757 - 11.543 = 29.39\%$ as a good economic return.

Return on Investment (ROI)

Expresses the percentage of profit or return an investment generates compared to the value of the investment itself. It is calculated by dividing the net profit by the capital and multiplying by 100 to obtain the percentage $\text{ROI} = \frac{\text{Returns} - \text{cost}}{\text{cost}} \times 100$ $141 - 122 | 122 \times 100 = 15.5\%$

Table 9.

Shows the results of the statistical analysis

Economic criteria	Result
Net benefit value discount factor 8 %	12.7
discount factor 10%	11.5
Benefit –Cost Ratio discount factor 8% dsicount factor 10%	1.1 1.1
Internal Rate of Return	29.3%
Return on Investment (ROI)	15.5

ESTIMATING AGRICURAL PRODUCTION BY USING THE LINEAR REGRESSION EQUATION

We can forecast future agricultural production using the time series method, which statisticians rely on in forecasting annual agricultural production and population studies. However, there is a difference in population studies, the series are positive (ascending) while in agricultural production studies, they are positive or negative (ascending or descending). However, what is important to us is that the general trend of the time series is a gradual change, not a sudden one.

The linear equation used by the following can be used:

$$Y = a + bx$$

$$B = \frac{N \sum XY - \sum X \sum Y}{N \sum X^2 - (\sum X)^2}$$

$$A = \frac{\sum Y}{N} - B \frac{\sum X}{N}$$

Since the number of points in the time series individually [Huber, P.J. 1964], so, the value of x at the middle time point is zero, and the value of x for the previous values is -1, -2, -3, whereas the value of x for the subsequent values will be 1, 2, 3, and note from the x values that each A positive value is offset by a negative value and the sum of the values of x is equal to zero.

The difference between two values at any two successive time points is equal to one, and this reflects the fact that the distances between the points, which are the years of life of the crop, are equal.

Table 10.

Shows the value and direction of the linear regression equation

Agricultural season	Marketed production / 1000 ton	X	Yx	X ²
2016-2017	12	-3	-36567	9
2017-2018	17	-2	-33592	4
2018-2019	28	-1	-27750	1
2019-2020	29	0	0	0
2020-2021	26	1	25794	1
2021-2022	34	2	67618	4
2022-2023	41	3	123861	9
Total	187			28

Since the sum of x equals zero, so the law for finding coefficients is in the following :

$$A = \frac{\sum Y}{N} = \frac{186792}{7} = 26684$$

$$B = \frac{\sum XY}{\sum X^2} = \frac{119364}{28} = 4263$$

Thus, the formula for the linear equation after finding the coefficients will be $Y = 26684.57 + 4263x$

The expected production for the subsequent years of the wheat crop can be estimated by relying on the base year 2019 through the following:

2024-2020= 4

2025-2020 = 5

2026-2020 = 6

2027-2020 = 7

Substituting the values of 4, 5, 6, and 7 into the linear equation with the value of x, we get the expected output from a crop, the wheat for the coming years is: 44 , 48, 52, 57 thousand tons, respectively for the mentioned future years, these obtained results can be compared by statistical methods. With the results of the national program for the development of wheat cultivation

CONCLUSION

- Wheat cultivation is increasing in area each subsequent year, followed by an increase in production without increasing yield.
- Production will increase for the next four seasons, based on the results of statistical analysis provided that weather conditions and other variables remain constant.
- We expect that National Wheat Cultivation Project to contribute to increasing wheat yields per unit area by adopting practical principles and providing agricultural requirements, including the use of micronutrients and biological control of broad- and narrow-leaved weeds, and overcoming all problems and obstacles.

RECOMMENDATIONS

Reducing the costs of wheat production by reducing the prices of production inputs such as seeds and fertilizers etc. Working to increase wheat productivity by securing high-yield seeds, spreading awareness and knowledge, and informing farmers of modern agricultural method. To address poverty and rising prices, it is necessary to continue using the ration card.

Acknowledgments

The author thanks everyone who helped him in conducting the research.

Authors contributions

All persons who meet the criteria for authorship are listed as authors, and all acknowledgments, including participation in the concept and design, data collection or processing, statistical analyses, and writing, review, and editing of the manuscript

Conflict of interest

There is no conflict of interest Funding declaration This work did not receive any funding, the resources belonged to the author

Funding Declaration

The author declare that they received no external funding for the research and preparation of this article

BIBLIOGRAPHIC REFERENCES

Al-Dhalmi ,Baneen Qassim Yaser . Haider Rezaq Leiby Al-Absawi and Flaieh Hammed

- Kassar. Effect of irrigation systems and planting spacing in growth and yield wheat.
Al-Muthanna J. For Agric Sci Print ISSN: 2226-4086 Vol. 11 , Issue 2. 2024
<http://doi.org/10.52113/mjas04/11.2/17>
- Al-Kaabi ,Talib Jas. An evaluative study of the impact of increasing the price policy on increasing wheat production in Iraq. Iraqi Journal of Agriculture, Issue 1, 2025
<https://democraticac.de/?p=91780>
- Alaa Abbas Hassan and Shaima Rashid. The Government Support Program and its Role in Poverty Alleviation in Iraq. Dijlah College Journal, Volume 7, Issue 3, 2024
<https://iasj.rdd.edu.iq/journals/uploads/2025/04/19/1d17cb68dfd2391b1d5445916a82c-ba5.pdf>
- Al-Zubaidi Hassan Latif 2012 Poverty and the Ration Card System Al-Ghari Journal of Economic Sciences Volume 8 Issue 22
<https://search.emarefa.net/detail/BIM-371799>
- Al-Shammar, Karim Muhammad Latif. 2018. Estimating the cost functions of wheat production in Iraq for the agricultural season -Wasit Governorate. Economics and Administrative Studies Journal (EASJ). EISSN: 3005-3625, PISSN: 2790-2560.
<https://kiqp.net/en/bibliography/47094>
- Ali Daadoush . Rationalizing Public Spending or Withholding Ration Card Items? Iraq. Iraqi Economists Network. 2025
- Carlo Alberto Magni.2010. Average Internal Rate of Return and Investment Decisions: A New Perspective. The Engineering Economist 55(006653)
DOI:10.1080/00137911003791856
- Huber,P.J.1964 . Robust Estimation of a Location Parameter .Annals of Mathematical Statistics 35:73-101.
<https://doi.org/10.1214/aoms/1177703732>
- Helena Gaspars-Wieloch.2019. Project Net Present Value estimation under uncertainty March 2019Central EuropeanJournal of Operations Research 27(1):179-197
DOI:10.1007/s10100-017-0500
- Ibrahim Harbi and Yasmine Hussein .2023.Food Security Policy in Iraq and the Challenges of Response.Tikrit Journal forPolitical Science (private issue) Conference of the College of Political Science (4) (2023) 287-314
DOI: <https://doi.org/10.25130/tjfps.v2i2.11>
- Maninder Singh, Arshdeep Singh, Anita Jaswal and Shimpy Sarkar.2024. System of Wheat Intensification: An Innovative and Futuristic Approach to Augment Yield of Wheat Crop. Nature Environment and Pollution Technology. An International Quarter-

Iy Scientific Journal. Vol. 23N1 pp 569-575 .
<https://doi.org/10.46488/NEPT.2024.v23i01.054>

Meloni, Gulotta, Martinez and Marco Antonio Oliva (2004) The effects of salt stress on growth, nitrate reduction and proline and glycine betaine accumulation in Prosopisalba. Braz. J. Plant Physiol 16: 39- 46.
DOI:10.1590/S1677-04202004000100006

Prince Kumar | Nov 7,2023. How to Calculate the Benefit-Cost Ratio (BCR) in Organic Farming. Economics and Marketing of Organic Produce.
<https://agriculture.institute/organic-produce-economics-marketing/calculate-benefit-cost-ratio-organic-farming>

Raji Ali Mousa, Abdullah Ulas.2022. The effect of some irrigation systems and the reduction of mineral fertilizers on soil salinity and the growth and yield of wheat crop.
DOI:10.26389/AJSRP.V10I121

Sabirjan Isaev, Azim Gofirov, Sunnat Tadjiyev, Perizat Bulanbayeva and Altingul Djumanazarova.2023. Effects of different salinity levels in topsoil on the growth, development and yield of winter wheat. BIO Web of Conferences 65, 04004
<https://doi.org/10.1051/bioconf/20236504004>

Satyavir Singh, Anuj Kumar, Sendhil Ramadas and G. P. Singh.2017. AICRP on Wheat and Barley | Progress Report 2016-17 (Social Sciences).
DOI:10.13140/RG.2.2.36530.30402

Saif Alharbi,Abrar Felemban, Ahmed Abdelrahim and Mohammed Al-Dakhil.2024. Agricultural and Technology-Based Strategies to Improve Water-Use Efficiency in Arid and Semiarid Areas. Journals Water Volume 16 Issue 13 10.3390/w16131842.
<https://doi.org/10.3390/w16131842>

UN World Food Programme, Central Bureau of Statistics, and Information Technology - Food Security, p. 34

Zeina Khaled .Geographical distribution of wheat production in Iraq Journal of Al-Isra University College Volume 5 Issue 9 Year 2023
<https://iasj.rdd.edu.iq/journals/uploads/2025/07/08/71d68137b471d1cf1e2c6db0dd-624dc6.pdf>

Yahya Muhammad and Nabil Mahdi.2023. The Reality and Performance of Iraqi Imports and Agricultural Production in the Iraqi Economy 2004 -2019 Al-Ghary Journal of Economic and Administrative Sciences Vol. 19 (No. 4) 2023 PP. 95- 117 2019.
<https://doi.org/10.36325/ghjec.v19i4.14826>



DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN Y CALIDAD NUTRICIONAL DE LAS PASTURAS ESTABLECIDAS EN LA PRODUCCIÓN BOVINA DOBLE PROPÓSITO AL NOROCCIDENTE DE LA REGIÓN AMAZÓNICA COLOMBIANA

Determination Of The Composition And Nutritional Quality Of Established Pastures For Dual-Purpose Cattle Production In The Northwest Of The Colombian Amazon Region

Geraldine Molina Macías¹

ID <https://orcid.org/0009-0005-4238-9055>

E-mail: ge.molina@udla.edu.co

César Augusto Zapata Ortíz³

ID <https://orcid.org/0000-0001-8618-8021>

E-mail: c.zapata@udla.edu.co

Fernando Casanoves²

ID <https://orcid.org/0000-0001-8765-938>

E-mail: casanoves@catie.ac.cr

¹Médico Veterinario Zootecnista, Universidad de la Amazonía

²Ingeniero Agrónomo, Magister en Biometría y PhD en Ciencias Agrarias. Programa de Doctorado en Ciencias Naturales y Desarrollo Sustentable, Facultad de Ciencias

Agropecuarias, Universidad de la Amazonía.

³Médico Veterinario Zootecnista, Especialista en Sistemas Sostenibles de Producción Pecuaria, Magister en Agroforestería, PhD en Ciencias Naturales y Desarrollo Sustentable

RESUMEN

La nutrición y alimentación es uno de los pilares del sistema de producción bovina, el cual, la principal fuente alimenticia, por su composición y costos, debe ser el forraje. La presente investigación, evaluó la calidad nutricional y composición florística de los pastos presentes en los municipios San Vicente del Caguán, Puerto Rico y El Doncello, ubicados en la zona norte del departamento del Caquetá. La composición florística se realizó utilizando el método Botanal y el análisis nutricional a partir de la técnica de espectroscopía de reflectancia en el infrarrojo cercano (Near Infrared Spectroscopy - NIRS). En relación a la composición florística, se demostró que es las gramíneas que predominan son del género Urochloa ($\bar{x} = 81,3\%$), siendo principalmente las especies de humidicola y decumbens, seguido de ausencia de material vegetativo (calvas) ($\bar{x} = 12,6\%$), arvenses ($\bar{x} = 4,3\%$), y por último, las leguminosas ($\bar{x} = 1,6\%$), siendo estas Calopogonium spp y Desmodium spp. Con respecto a la calidad nutricional, en el municipio de El Doncello,

Cómo citar: Fecha recepción: 3 de Julio de 2025 / Fecha Aprobación: 13 de Septiembre 2025 / Fecha Publicación: 27 de Noviembre 2025

Molina Macías, G., Casanoves, F. & Zapata Ortíz, C. A(2025). *Determinación De La Composición Y Calidad Nutricional De Las Pasturas Establecidas En La Producción Bovina Doble Propósito Al Noroccidente De La Región Amazónica Colombiana* Revista FAGROPEC. Vol. 17(2), ppt 56-72. <https://doi.org/10.47847/fagropec.v17n2a4>



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

se evidenció niveles moderados de proteína ($\bar{x}= 6.7\%$), seguido de San Vicente del Caguán ($\bar{x}= 6.5\%$) y Puerto Rico ($\bar{x}= 6.2\%$), sin embargo, con la materia seca (MS), se presentó en buen nivel en San Vicente del Caguán ($\bar{x}= 96.6\%$), seguido Puerto Rico ($\bar{x}= 93.1\%$), caso contrario, en El Doncello ($\bar{x}= 34.5\%$). Se concluye que el método NIRS es una técnica confiable, mostrando una eficiencia al correlacionar parámetros nutricionales, facilitando la toma de decisiones en la ganadería. Por otra parte, los factores ambientales y de manejo influyen significativamente en la composición, disposición y calidad forrajera, resaltando la necesidad de estrategias sostenibles para mejorar la productividad y competitividad.

Palabras clave: Análisis, NIRS, bovinos, pasturas, amazonia.

ABSTRACT

Nutrition and feeding are one of the pillars of the cattle production system, and forage must be the main food source, due to its composition and cost. This research evaluated the nutritional quality and floral composition of pastures in the municipalities of San Vicente del Caguán, Puerto Rico, and El Doncello, located in the northern part of the department of Caquetá. The floristic composition was carried out using the Botanal method and nutritional analysis from the near infrared reflectance spectroscopy technique (Near Infrared Spectroscopy - NIRS). In relation to the floristic composition, it was shown that the predominant grasses are of the genus Urochloa ($\bar{x}= 81.3\%$), being mainly the humidicola and decumbens species, followed by the absence of vegetative material (bald) ($\bar{x}= 12.6\%$), weeds ($\bar{x}= 4.3\%$), and finally, legumes ($\bar{x}= 1.6\%$), these being Calopogonium spp and Desmodium spp. Regarding nutritional quality, in the municipality of El Doncello, moderate levels of protein were evident ($\bar{x}= 6.7\%$), followed by San Vicente del Caguán ($\bar{x}= 6.5\%$) and Puerto Rico ($\bar{x}= 6.2\%$), however, with dry matter (DM), it was presented at a good level in San Vicente del Caguán ($\bar{x}= 96.6\%$), followed by Puerto Rico ($\bar{x}= 93.1\%$), otherwise, in El Doncello ($\bar{x}= 34.5\%$). It is concluded that the NIRS method is a reliable technique, showing efficiency when correlating nutritional parameters, facilitating decision-making in livestock. On the other hand, environmental and management factors significantly influence forage composition, disposition and quality, highlighting the need for sustainable strategies to improve productivity and competitiveness.

Keywords: Analysis, NIRS, cattle, pastures, Amazon.

INTRODUCCIÓN:

La producción ganadera es una actividad relevante para suprir el crecimiento mundial de la demanda de fuentes de proteína animal, en Colombia, la industria ganadera contribuye significativamente al sector agrícola y a la economía (Zapata et al., 2024). El ganado bovino, es una especie de producción importante, criada con múltiples propósitos, siendo estos, leche, carne, piel y en algunos lugares como tracción (Toro-Ospina et al., 2022).

El departamento de Caquetá se destaca por su gran potencial para la producción bovina, catalogándose, como el sector económico de mayor relevancia en la región, beneficiando a un gran número de familias en el área rural (Martínez-Moyano et al., 2024), sin embargo, las diferencias en las condiciones edafoclimáticas y las prácticas de manejo agropecuarias, influyen notablemente en la disponibilidad, composición y calidad nutricional de los forrajes, siendo este por sus estructuras y bajo costo, la principal fuente alimenticia, al ser parte de uno de los pilares en el sistema de producción como es la nutrición y alimentación (Vallejo et al., 2022), afectando la productividad y sostenibilidad de los sistemas ganaderos (Federación Colombiana de Ganaderos [FEDEGAN], 2022). Los forrajes usados para el consumo de bovinos son constituidos por gramíneas y leguminosas, jugando un papel clave en la producción eficiente de carne y leche, al proporcionar fibra y nutrientes esenciales para el ganado rumiante, lo que impacta directamente en su rendimiento productivo y salud (Instituto colombiano Agropecuario [ICA], 2025). Los sistemas ganaderos doble propósito en el Caquetá conforman una de las actividades económicas de mayor impacto en la región, siendo el quinto departamento con mayor población bovina en Colombia (ICA, 2025).

En este contexto, la evaluación de la calidad nutricional de los forrajes es esencial para optimizar la alimentación del ganado y la espectroscopía de infrarrojo cercano (NIRS) se presenta como una herramienta eficiente para medir componentes clave como la proteína cruda, fibra detergente neutra (FDN) y fibra detergente ácida (FDA) (Corporación colombiana de investigación agropecuaria [Agrosavia], 2021). La variabilidad en las necesidades específicas del ganado, prácticas de manejo, factores ambientales y las características del suelo influyen significativamente en la diversidad florística y en la calidad del forraje disponible, lo que limita el contenido nutricional para el ganado, a partir de este enfoque, nos permite comprender mejor las variaciones en la disponibilidad de biomasa y el aporte nutritivo de las diferentes coberturas vegetales en cada zona estudiada (Erazo, 2024). El estudio de agroecosistemas del Caquetá en sistemas de producción ganadera, muestra que las pasturas predominantes pertenecen al género *Urochloa*, con bajos niveles de tecnificación del sistema de enmiendas y fertilizaciones del suelo (Motta et al., 2018). Para optimizar la producción ganadera, es necesario un manejo eficiente de los recursos forrajeros, integrando factores genotípicos y ambientales (Campos et al., 2008; Moreno et al., 2007).

En la presente investigación se analizaron las diferencias de la cobertura vegetal y calidad nutricional de los forrajes en sistemas de producción ganadera doble propósito en tres municipios del departamento del Caquetá. Los resultados aportan información clave

para desarrollar estrategias orientadas al fomento de una mayor diversidad vegetal y optimizar la gestión de los recursos forrajeros, con el objetivo de mejorar tanto la productividad ganadera como la sostenibilidad y competitividad regional.

METODOLOGÍA

Descripción del área de estudio

El material forrajero se recolectó en los municipios de San Vicente del Caguán, Puerto Rico y El Doncello, ubicados en la zona norte del Caquetá, entre 00°42'17" y 00°20'41" de latitud norte, y 74°18'39" y 79°19'35" de longitud oeste (Motta, 2018; Motta et al., 2018). La región presenta una precipitación media anual de 3500 mm, con humedad relativa del 80.7% y altitudes entre 200 y 300 m s.n.m. los suelos, con pH entre 4.5 y 5.8, son ácidos, ricos en aluminio, con baja saturación de bases y fertilidad moderada (Corporación para el desarrollo sostenible del sur de la amazonía [Corpoamazonia], 2000; Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas [SINCHI] & Gobernación del Caquetá, 2021).

Diseño experimental

El estudio investigativo se realizó en el marco del proyecto de investigación “DESARROLLO EXPERIMENTAL EN GENÓMICA ANIMAL, PARA EL MEJORAMIENTO DE LAS CARACTERÍSTICAS PRODUCTIVAS DEL GANADO BOVINO EN EL DEPARTAMENTO DEL CAQUETÁ”.

Selección de unidades experimentales

Fueron seleccionadas 20 fincas por municipio, obteniendo un total de 60 beneficiarios de los que se obtuvieron la misma cantidad de muestras de pasturas. Los criterios de selección de potreros fueron:

- Destinados para la producción de leche.
- Tiempo de descanso.
- Representativo de los potreros de la finca.

Procedimiento de muestreo

Obtención de las muestras forrajeras: El muestreo se realizó recorriendo los potreros y clasificando la biomasa en cinco cuadrantes por potrero, donde se cortó el material vegetal por encima de los 15 cm para su análisis en laboratorio, siguiendo el método Botanal (Di Marco, 2011). Posteriormente, con marcos de PVC de 1x1 m, se lanzaron cuadrantes aleatorios y se clasificaron las áreas en gramíneas, leguminosas, arvenses y zonas sin vegetación (calva), evaluando la cobertura y altura promedio del componente predominante (Pornaro et al., (2019). Las distancias entre cuadrantes fueron ajustadas a la superficie del potrero, garantizando áreas representativas (Massara et al., 2020).

Método botanal: Según Pornaro et al (2019), se presenta el método botanal para su utilización en el análisis de la composición botánica de pastizales, dando una estimación de producción forrajera mediante la clasificación por peso seco. A raíz de las actualizacio-

nes, autores como Maduro et al (2024) afirman el uso del método botanal con el método NIRS del cual se complementan e incluyen a las nuevas tecnologías que surgen con el tiempo, con el aporte cuantitativo y cualitativo que permite una evaluación del forraje.

Secado de las muestras forrajeras: Las especies dominantes fueron colocadas en bolsas individuales y secadas en estufa a 60 °C, hasta alcanzar un peso constante (Massara et al., 2020). Con esta información, junto con la categorización obtenida del método botanal, se estimó la cantidad de biomasa para cada componente de la pastura en cada área muestreada, posteriormente convertida a kilogramos de Materia Seca por hectárea (Kg/MS/ha). Las muestras de MS fueron molidas y tamizadas con un filtro de 1 micra para obtener un polvo fino, que fue almacenado en bolsas plásticas herméticas (Apráez, 2020).

Análisis nutricional - Espectroscopia de Reflectancia Cercano (NIRS): Se contó con el con el equipo SpectraStar 2600 XTR (680 nm-2600 nm) el cual fue calibrado con las muestras representativas de la población investigada y que por medio de los parámetros generales interpuestos por el fabricante se realizaron estimaciones de los parámetros: Cenizas (%), Materia Seca (%), Digestibilidad in vitro de la materia seca (%DIVMS), Extracto Etéreo (EE), Fibra Detergente Ácida (FDA), Fibra Detergente Neutra (FDN), Lignina y Proteína.

Análisis estadístico

Se realizó un análisis de varianza [ANOVA] para evaluar las diferencias entre municipios y entre gramíneas principales sobre todas las variables nutricionales. El modelo lineal mixto contempló el efecto del municipio, de las especies y la interacción entre ambos como efectos fijos y el efecto aleatorio de productores. Las diferencias entre medias fueron evaluadas por el método de la diferencia mínima significativa [prueba LSD de Fisher] ($p<0,05$). Se realizó análisis multivariado a partir de componentes principales obtenidos de la prueba Fisher, este se usó para determinar el ordenamiento de las 60 muestras y su interrelación con los parámetros nutricionales. Todos los análisis mencionados se realizaron en el software InfoStat (Di Rienzo et al., 2020).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se realizó propuesta base para optimizar la interpretación de la alimentación ganadera y la evaluación de la sostenibilidad productiva (tabla 1).

Tabla 1.

Parámetros Nutricionales de Forrajes en Colombia

Parámetro	Descripción	Indicador de calidad	Autores
% de ceniza	Indica el contenido total de minerales en el forraje. Valores elevados pueden sugerir contaminación con tierra o polvo.	Ideal: ≤10% para evitar contaminación.	Anrique et al., 2014; Ariza et al., 2020; Cáceres et al., 2000; Calderón et al., 2023; Cuervo et al., 2019; Erazo, 2024; Guimarães et al., 2023; Hidalgo et al., 2020; Laredo, 1985; Maldonado et al., 2021; Villalobos, 2020.
MS	Representa la proporción del forraje que no es agua, esencial para determinar la cantidad real de nutrientes disponibles.	Ideal: 85%-90% en heno; 25%-35% en ensilajes.	
% DIVMS	Estima la fracción de la materia seca que puede ser digerida por los animales.	Ideal: ≥70% indica alta calidad.	
EE	Mide el contenido de grasas y lípidos en el forraje, aportando energía adicional a la dieta.	Ideal: 2%-5% en forrajes.	
FDA	Incluye componentes como celulosa y lignina; altos porcentajes suelen asociarse con menor digestibilidad del forraje.	Ideal: ≤40%, valores altos reducen la calidad.	
FDN	Comprende la pared celular total, incluyendo hemcelulosa, celulosa y lignina. Un contenido elevado puede reducir el consumo voluntario del forraje.	Ideal: ≤60%, valores altos limitan el consumo.	
Lignina	Sustancia indigerible que afecta negativamente la digestibilidad de otros componentes de la fibra. Es esencial para evaluar la calidad de la fibra en los forrajes.	Ideal: ≤5%, valores más altos reducen la digestibilidad general.	
Proteína	Indica el contenido total de proteínas, un componente esencial para el crecimiento, la producción y el mantenimiento animal.	Ideal: ≥15% para forrajes de alta calidad.	

Fuente: Autor.

Nota: MS: *Materia seca*; DIVMS: *Digestibilidad “In Vitro” de la Materia Seca*; EE: *Extracto etéreo*; FDA: *Fibra Detergente Ácida*; FDN: *Fibra Detergente Neutra*

La calidad del forraje depende de la metodología de evaluación, el manejo agronómico, el suelo y las condiciones geográficas (Lamela et al., 2024; Vásquez et al., 2024; Zurita, 2024), las cuales se evidenciaron en los resultados de la Tabla 2.

Tabla 2.

Calidad de forraje en los municipios muestreados de la investigación.

Municipio Parámetro	Doncello		Puerto Rico		San Vicente del Caguán	
	Rango Observado (%)	Interpretación	Rango Ob- servado (%)	Interpretación	Rango Observa- do (%)	Interpretación
% Cenizas	5 - 8	Mineral ade- cuado	7.2 - 9.6	Mineral alto	8.0 - 10.9	Mineral alto
% MS	33 - 36	Razonable (presencia de agua en el forraje)	91.5 - 94.7	Buen nivel (sin presencia de agua en el forraje)	94.6 - 98.7	Buen nivel (sin presencia de agua en el forra- je)
%DIVMS	54 - 57	Digestibilidad moderada, aceptable para el ganado	55.6 - 58.8	Digestibilidad moderada, aceptable para el ga- nado	54.2 - 57.3	Digestibilidad moderada, aceptable para el ganado
EE	1.7 - 3	Bajo conteni- do de grasas (normal en forrajes)	0.7 - 2.5	Bajo conteni- do de grasas (normal en forrajes)	0.8 - 1.9	Bajo contenido de grasas (nor- mal en forrajes)
FDA	32 - 36	Moderado (digestibilidad aceptable)	40.9 - 43.8	Moderado (digestibilidad aceptable)	41.1 - 44.5	Moderado (afecta la digestibilidad)
FDN	60 - 66	Elevado (limita el consumo al ganado)	59.6 - 67.1	Elevado (limi- ta el consumo al ganado)	66.2 - 44.6	Elevado (limita el consumo a ganado)
Lignina	4.8 - 7.5	Elevado (limita la digestibili- dad)	2.33 - 7.0	Elevado (afecta la di- gestibilidad)	5.2 - 8.3	Elevado (afecta la digestibilidad)
Proteína	6 - 7.5	Moderado (cu- brir necesida- des básicas)	3.5 - 8.9	Moderado/ varía (se ne- cesita en su- plementación en algunas muestras)	4.1 - 8.9	Moderado/varía (se necesita en suplementa- ción en algunas muestras)

Fuente: Autor.

Nota: MS: Materia seca; DIVMS: Digestibilidad “In Vitro” de la Materia Seca; EE: Extracto etéreo; FDA: Fibra Detergente Ácida; FDN: Fibra Detergente Neutra.

Distribución de coberturas

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2022), las coberturas permanentes del suelo, esenciales en la agricultura de conservación, ofrecen beneficios como protección, reciclaje de nutrientes, y control de malezas. En los tres municipios evaluados, predomina la producción de gramíneas, siendo mayor en San Vicente del Caguán (85%), seguido de Doncello (82%) y Puerto Rico (77%). La

cobertura de leguminosas es baja, alcanzando su mayor proporción en El Doncello (3%) y solo 1% en Puerto Rico y San Vicente del Caguán. Las arvenses presentan una distribución uniforme en El Doncello y San Vicente del Caguán (4%), mientras que en Puerto Rico alcanzan un 5%. Finalmente, las áreas calvas son más extensas en Puerto Rico (17%), comparadas con Doncello (11%) y San Vicente del Caguán (10%) (Tabla 3).

Tabla 3.

Proporciones de las coberturas estimadas por municipio.

Municipio	Gramíneas	Leguminosas	Arvenses	Calvas
El Doncello	82%	3%	4%	11%
Puerto Rico	77%	1%	5%	17%
San Vicente del Caguán	85%	1%	4%	10%

Fuente: Autor.

En El Doncello, *Urochloa humidicola* predomina con un 36%, seguida de *U. decumbens* (31%) y *P. notatum* (10%), mientras que *P. maximum* y *Megathyrsus maximus* presentan menores proporciones (4-5%). En Puerto Rico, *U. decumbens* lidera con un 40%, seguida de *U. humidicola* (20%), *U. brizantha ‘Marandú’* y *P. maximum* (10% cada una). En San Vicente del Caguán, *U. humidicola* domina con un 28%, seguida de *U. decumbens* (21%) y *U. humidicola-dictyoneura* (20%), mientras que *M. maximus* y *U. brizantha ‘Marandú’* alcanzan un 5% cada una (tabla 4). Estos resultados evidencian la variabilidad en la dominancia de gramíneas, con mayor presencia de *U. humidicola* y *U. decumbens* en todos los municipios.

Tabla 4.

Proporción de gramíneas dominantes por municipio.

Municipio	Gramínea	Proporción
El Doncello	<i>U. humidicola</i>	36%
	<i>U. decumbens</i>	31%
	<i>P. notatum</i>	10%
	<i>U. brizantha ‘marandu’</i>	9%
	<i>P. maximum</i>	5%
	<i>U. plantaginea</i>	5%
Puerto Rico	<i>Megathyrsus maximus</i>	4%
	<i>U. decumbens</i>	44%
	<i>U. humidicola</i>	20%
	<i>U. dictyoneura</i>	10%
	<i>U. brizantha ‘marandu’</i>	10%
	<i>P. maximum</i>	10%
	<i>U. plantaginea</i>	5%

San Vicente del Caguán	<i>U. humidicola</i>	40%
	<i>U. decumbens</i>	28%
	<i>U. dictyoneura</i>	21%
	<i>Megathyrsus maximus</i>	5%
	<i>U. brizantha 'marandú'</i>	5%

Fuente: Autor.

Según Olaya et al. (2021), la colonización de áreas con bosques primarios se desarrolló a través de la implementación de manejos basados en tala y siembra de pasturas, permitiendo la incorporación de especies forrajeras del género *Urochloa*, el cual, se destacan por su adaptabilidad y rendimiento, siendo adecuadas para las condiciones edáficas en el Caquetá, sin embargo, están supeditado en gran medida a la disposición y calidad del suelo (Dereje et al., 2024). Estos resultados confirman lo encontrado con Motta et al. (2018), el cual, señalan que el género *Urochloa* predomina en el sistema de producción bovina en el departamento del Caquetá.

Con respecto a la presencia de especies leguminosas herbáceas (tabla 5), en el Municipio de El Doncello, predomina *Calopogonium* sp. (33%), seguida de *Stylosanthes* sp. (32%), *Desmodium* sp. (31%) y en menor proporción *A. pintoi* (4%). En Puerto Rico, *Desmodium* sp. domina con un 63%, mientras que *Calopogonium* sp. alcanza el 30% y *P. phaseoloides* un 7%. En San Vicente del Caguán, *Desmodium* sp. lidera con un 45%, seguido de *Calopogonium* sp. (34%), *Stylosanthes* sp (10%) , *A. pintoi* (6%) y *P. phaseoloides* (5%). Según Motta et al. (2018) y Crespo et al. (2024), el uso de leguminosas como fuente proteica adicional mejora la ganancia de peso y el crecimiento del ganado, además de potenciar el contenido de pigmentos fotosintéticos en gramíneas (Romero, 2024).

Tabla 5.
Proporción de leguminosas dominantes.

Municipio	Leguminosa Dominante	Proporción
El Doncello	<i>Calopogonium</i> sp.	33%
	<i>Desmodium</i> sp	31%
	<i>Stylosanthes</i> sp.	32%
	<i>Arachis pintoi</i>	4%
Puerto Rico	<i>Desmodium</i> sp	63%
	<i>Calopogonium</i> sp.	30%
	<i>Pueraria phaseoloides</i>	7%
San Vicente del Caguán	<i>Desmodium</i> sp.	45%
	<i>Calopogonium</i> sp.	34%
	<i>Stylosanthes</i> sp.	10%
	<i>Arachis pintoi</i>	6%
	<i>Pueraria phaseoloides</i>	5 %

Fuente: Autor.

Producción media y calidad de forraje (Kg MS/ha)

Aunque los datos sobre la producción de forrajes en el Caquetá son limitados, se postula que sus valores están influenciados por el sistema ganadero y la diversidad de las fincas (Blanco et al., 2022; Olaya et al., 2021; Motta et al., 2018; Mur et al., 2016). San Vicente del Caguán registra la mayor producción media (2002.27 kg MS/ha), con variaciones entre 424.36 kg MS/ha y 4112.78 kg MS/ha, mostrando estabilidad en niveles altos. En El Doncello, la producción promedio alcanza 1614.10 kg MS/ha, pero con alta variabilidad (475.44-8598.85 kg MS/ha), reflejando condiciones cambiantes. Puerto Rico presenta la menor producción (1304.62 kg MS/ha), con un rango de 196.96 a 3418.59 kg MS/ha, indicando menor rendimiento comparado con los otros municipios.

Tabla 6.

Producción de materia seca de los forrajes (kg MS/ha).

Municipio	Media	Var(n-1)	Mínimo	Máximo
El Doncello	1614.10	2996857.06	475.44	8598.85
Puerto Rico	1304.62	637500.09	196.96	3418.59
San Vicente del Caguán	2002.27	983471.34	424.36	4112.78

Fuente: Autor.

Nota: Se consideró forraje a la suma de biomasa de gramíneas y leguminosas.

Determinación de calidad de forraje

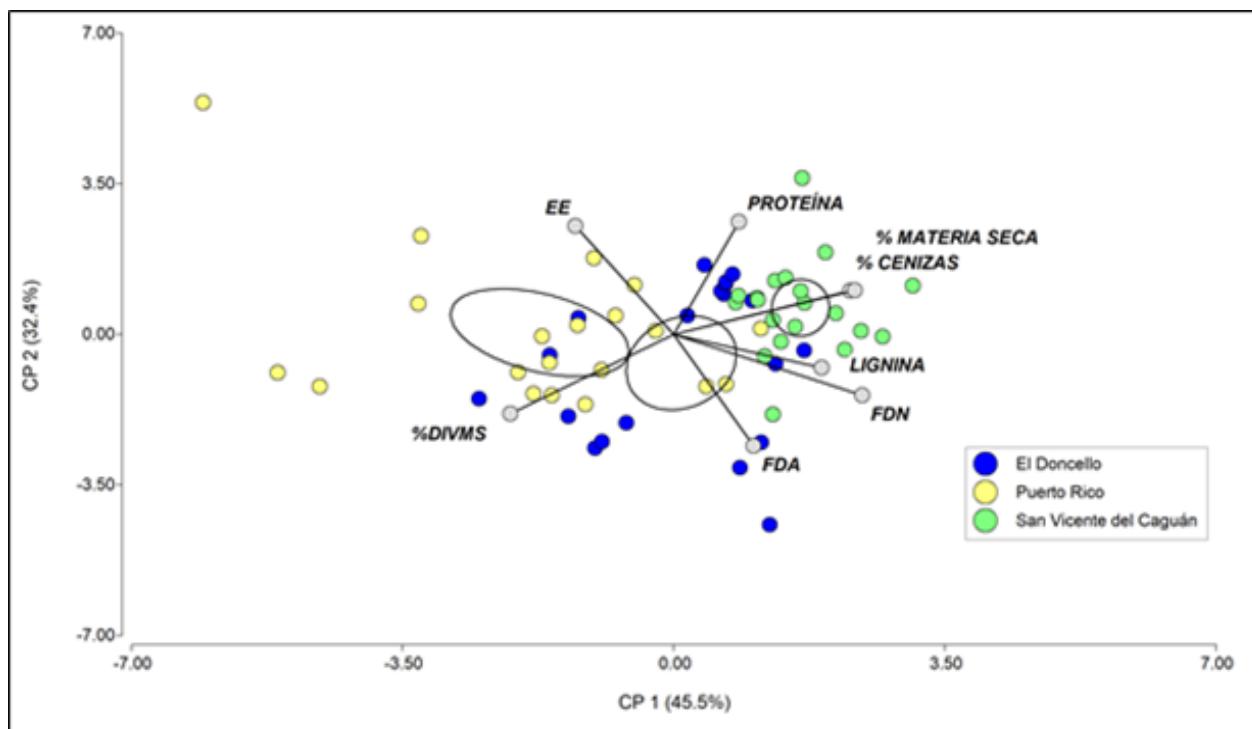
La calidad del forraje es clave para la evaluación de la productividad ganadera en el Caquetá, siendo un indicador del manejo y desarrollo sostenible de las fincas (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2019). En este artículo se realiza publicación de los análisis, representados en una gráfica biplot explicó el 77.9% de la variabilidad total, distribuida en dos componentes principales (CP1: 45.5%; CP2: 32.4%). San Vicente del Caguán, mostró mayor homogeneidad y altos valores de materia seca, cenizas y proteína, mientras que Doncello presentó valores intermedios para todas las variables. En contraste, Puerto Rico fue el más heterogéneo, con bajos niveles de proteína y altos contenidos de EE y DIVMS. Estos resultados reflejan diferencias significativas en las características nutricionales de los forrajes entre municipios.

Los forrajes de alta calidad, con más del 70% de DIVMS, alcanzan una digestibilidad elevada, aunque factores como el contenido de FDN (50%) y proteína bruta (15%) también son determinantes en su valor nutricional (Di Marco, 2011). En San Vicente del Caguán, los resultados indican altos niveles de materia seca y proteína, reflejando la mejor calidad nutricional entre los municipios evaluados. En Doncello, las características de los forrajes se relacionan principalmente con mayores niveles de FDN y FDA, lo que podría limitar la digestibilidad. Puerto Rico, en cambio, presenta mayores concentraciones de lignina y cenizas, asociadas a una menor calidad nutricional por la presencia de compuestos menos digeribles. Estas diferencias subrayan el impacto de las condiciones locales sobre la calidad de los forrajes.

Este estudio destacó la predominancia de gramíneas como *U. humidicola* en San Vicente del Caguán (85%), favorecida por alta precipitación y suelos ácidos, en línea con Dereje et al. (2024). En Doncello (82%), la cobertura de gramíneas, atribuida a sistemas silvo-pastoriles, beneficia a especies como *U. brizantha*. Sin embargo, la baja proporción de leguminosas (3%) indica prácticas de manejo subóptimas que afectan la calidad proteica, como sugieren Álvarez et al. (1991) y Ríos et al. (2024). Puerto Rico refleja impacto negativo del manejo intensivo en suelos, alineado con Castañeda et al. (2016) y Estrada (2023). Estos hallazgos refuerzan la necesidad de prácticas que diversifiquen especies y optimicen la calidad forrajera en sistemas tropicales.

Figura 1.

Ordenamiento de las fincas con componentes principales y su relación con las variables nutricionales.



Fuente: Autor.

La dominancia de gramíneas y la baja diversidad de leguminosas, evaluadas mediante NIRS, reflejan limitaciones nutricionales en Puerto Rico, como lo sugieren Chaves de Campos et al. (2024), destacando la necesidad de diversificar especies para mejorar los niveles proteicos. Estudios como los de Shaghaleh et al. (2024) y Tolleson (2024) resaltan que NIRS permite identificar deficiencias nutricionales de forma precisa, optimizando decisiones para incrementar la productividad ganadera. Asimismo, Reddy et al. (2023) respaldan la eficacia de esta herramienta para mejorar el manejo de recursos forrajeros. Estos hallazgos confirman la relevancia de NIRS en la evaluación forrajera y la optimización de dietas tropicales.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en los tres municipios evidencian disponibilidad de biomasa con aportes nutricionales en los forrajes. En El Doncello, se destaca un mayor potencial para diversificar prácticas de manejo, como los sistemas silvopastoriles, aunque se recomienda incrementar la proporción de leguminosas para enriquecer el perfil nutricional. En Puerto Rico, la baja diversidad florística y las áreas descubiertas (calvas), indican la necesidad de implementar estrategias de rotación y mayor incorporación de especies nativas para mejorar la calidad del suelo y del forraje. San Vicente del Caguán presenta alta cobertura de gramíneas y suelos fértiles, pero requiere un balance con leguminosas para aumentar la heterogeneidad y calidad nutricional.

En general, estas variaciones respaldan la hipótesis sobre la influencia de las condiciones locales en la calidad de los forrajes, destacando que El Doncello y San Vicente sobresalen por su calidad más balanceada, mientras que Puerto Rico refleja un manejo menos favorable.

AGRADECIMIENTOS

A los profesionales de la Universidad de la Amazonía vinculados al proyecto de investigación “DESARROLLO EXPERIMENTAL EN GENÓMICA ANIMAL, PARA EL MEJORAMIENTO DE LAS CARACTERÍSTICAS PRODUCTIVAS DEL GANADO BOVINO EN EL DEPARTAMENTO DEL CAQUETÁ” identificado con el código BPIN 2018000100120, de igual manera, al Laboratorio de Alimentos Balanceados ubicado en el Centro de Investigaciones Amazónicas Macagual - CESAR AUGUSTO ESTRADA GONZÁLEZ de la Universidad de la Amazonía.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agrosavia - Corporación colombiana de investigación agropecuaria (2021). Toma de muestras de recursos forrajeros para análisis de la composición química utilizando la tecnología NIRS. Gestión de la agenda corporativa.

Alvarez, E., & Maldonado, G. (1991). Distancia y distribución de siembra en el establecimiento de tres especies de Brachiaria asociadas con leguminosas. *Pasturas Tropicales*, 13, 11–14. http://ciat-library.ciat.cgiar.org/articulos_ciat/Vol13_rev3_a%C3-B1o91_art3.pdf

Anrique, R., Molina, X., Alfaro, M., & Saldaña, R. (2014). COMPOSICIÓN DE ALIMENTOS PARA EL GANADO BOVINO Colaboradores (Universidad Austral de Chile & Ministerio de Agricultura [INIA], Eds.; Cuarta). Consorcio lechero.

Apáez Guerrero, J. E. (2020). Análisis químico de alimentos para animales (1st ed., Vol. 1). Editorial Universidad de Nariño.

Ariza Nieto, C., Mayorga Mogollón, O. L., Guadrón Duarte, L., Valencia Echavarría, D. M., Mestra Vargas, L. I., Santana Rodríguez, M. O., Ortiz Cuadros, R. E., Pérez Almario, N., Camargo Hernández, D. B., Carvajal Bazurto, C. T., Parra Forero, D. M., & Sierra Alarcón, A. M. (2020). Alimento: El valor nutricional de recursos forrajeros de Colombia. Sistema de información (J. E. Beltrán, Ed.). Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Agrosavia). <https://doi.org/10.21930/agrosavia.brochure.7403824>

Blanco Rodriguez, J. C., Bahamón Cabrera, C. E., & Montilla Rodríguez, M. A. (2022). Degradación de pasturas y Carga animal, una analogía del analfabetismo ganadero. Revista FAGROPEC, 14(1), 124–123. <https://editorial.uniamazonia.edu.co/index.php/fagropec/article/view/432>

Cáceres, O., & González García, E. (2000). Metodología para la determinación del valor nutritivo de los forrajes tropicales (Vol. 23, Issue 2). <https://hal.science/hal-01190063v1>

Calderón Bedoya, V. M., López de Mesa Torres, O. A., Arcila Cruz, S., Ortiz Acevedo, A., Velásquez Arboleda, O. H., Castaño Benítez, M. Á., & Giraldo Soto, M. C. (2023). Caracterización Nutricional de Forrajes en la Producción Bufalina Colombiana (Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid & Asociación Colombiana de Criadores de Búfalos., Eds.; Primera). Editorial Corporación Universitaria Americana.

Campos G, R., & Hernández, É. A. (2008). Relación nutrición fertilidad en Bovinos: Un Enfoque Bioquímico y Fisiológico.

Castañeda Álvarez, N., Álvarez Carrillo, F., Arango, J., Chanchy, L., Garcia, G. F., Sánchez, V., Solarte, A., Sotelo, M., & Zapata, C. (2016). Especies vegetales útiles para sistemas silvopastoriles del Caquetá, Colombia. www.ciat.cgiar.org

Chaves de Campos, R. L., Marçal de Oliveira, R. H., Motta Macedo, M. C., & da Costa Gomes, R. (2024, September). Predicción del valor nutricional de forrajes tropicales mediante espectroscopia de reflectancia en el infrarrojo cercano (NIRS). [Predicting the nutritional value of tropical forages by Near Infrared Reflectance Spectroscopy (NIRS).]. Embrapa, 1–5. <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/1167309/1/Predicting-nutritional-value-2024.pdf>

Corporación para el desarrollo sostenible del sur de la amazonia [Corpoamazonia]. (2000). Departamento del Caquetá, Geología y sus suelos. https://www.corpoamazonia.gov.co/region/caqueta/Caq_Natural.htm

Cuervo Vivas, W. A., Santacoloma Varón, L. E., & Barreto de Escobar, L. (2019). Análisis histórico de la composición química de forrajes tropicales en Colombia entre 1985 – 2015. I - Gramíneas Forrajeras. Revista de Investigación Agraria y Ambiental, 10(2), 89–114. <https://doi.org/10.22490/21456453.2415>

Dereje, F., Mengitsu, A., Geleti, D., Diba, D., Feyissa, F., Beriso, Y., Tesfaye, B., & Dejene, M. (2024). Rendimiento agronómico y valor nutritivo de las especies Urochloa, Desho y Rhodes cultivadas en el subhúmedo centro de Etiopía [Agronomic performance and nutritive value of Urochloa species, Desho and Rhodes grass grown in sub-humid central Ethiopia]. Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales, 12(3), 154–161. [https://doi.org/10.17138/tgft\(12\)154-161](https://doi.org/10.17138/tgft(12)154-161)

Di Marco, O. (2011). Estimación de calidad de los forrajes. Composición de Los Alimentos y Requerimientos de Los Animales. www.produccion-animal.com.ar

Di Rienzo, J. A., Casanoves, F., Balzarini, M. G., Gonzalez, L., Tablada, M., & Robledo, C. W. (2020). InfoStat (software para análisis estadístico de aplicación general desarrollado bajo la plataforma Windows). <https://www.infostat.com.ar/>

Erazo Pérez, D. A. (2024). Estudio del contenido de proteína, minerales, vitaminas y materia seca en los forrajes más utilizados como alimento para bovinos en la costa ecuatoriana.

Estrada Cely, S. A. (2023). Modelo de eficiencia productiva: ordenamiento del suelo rural productivo en el Caquetá. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/86510>

FEDEGAN - Federación Colombiana de Ganaderos. (2022). Precio de ganado tiende a estabilizarse, preocupa el sacrificio y el consumo | Fedegán. <https://www.fedegan.org.co/noticias/precio-de-ganado-tiende-estabilizarse-preocupa-el-sacrificio-y-el-consumo>

Guimarães, I. C. da S. B., da Silva, T. H., Picchi, C. C., & Fukushima, R. S. (2023). Evaluación de la repetibilidad y fiabilidad de NIRS para predecir valores nutricionales y evaluar dos métodos de lignina en gramíneas de Urochloa spp. [Assessing the Repeatability and Reliability of NIRS to Predict Nutritional Values and to Evaluate Two Lignin Methods in Urochloa spp. Grasses]. Grasses, 2(2), 112–126. <https://doi.org/10.3390/grasses2020010>

Hidalgo L., V., & Valerio C., H. (2020). Digestibilidad y energía digestible y metabolizable del gluten de maíz, hominy feed y subproducto de trigo en cuyes (*Cavia porcellus*). Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú, 31(2), 1–7. <https://doi.org/10.15381/rivep.v31i2.17816>

Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). (2025). Censos Pecuarios Nacional. <https://www.ica.gov.co/areas/pecuaria/servicios/epidemiologia-veterinaria/censos-2016/censo-2018>

Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas [SINCHI], & Gobernación del Caquetá. (2021). Plan Integral de Gestión del Cambio Climático Territorial del departamento del Caquetá.

Laredo C., M. A. (1985). Tabla de contenido nutricional en pastos y forrajes de Colombia (Instituto Colombiano Agropecuario [ICA], Ed.).

Lamela Arteaga, G. P., Estelrich, H. D., Etel Suarez, C., Ernst, R. D., Denda, S. S., Morici, E. F., Castaldo, A. O., Pariani, A. O., Hecker, F. L., & Fernandez, L. (2024). Calidad nutricional de los rebrotos de un pajonal (*Amelichloa brachychaeta*) sometido a altas presiones instantáneas de pastoreo. Ciencia Veterinaria, 26(2), 77–95. <https://doi.org/10.19137/cienvet202426201>

Maduro Dias, C., Nunes, H., & Borba, A. (2024). Espectroscopia del infrarrojo cercano en nutrición animal: Perspectivas históricas, principios técnicos y aplicaciones prácticas [Near-Infrared Spectroscopy in Animal Nutrition: Historical Insights, Technical Principles, and Practical Applications]. Analytica, 5(4), 481–498. <https://doi.org/10.3390/analytica5040033>

Maldonado Quiñonez, H., Carrete Carreón, F. O., Reyes Estrada, O., Sánchez Arroyo, J. F., Murillo Ortiz, M., & Araiza Rosales, E. E. (2021). RENDIMIENTO Y VALOR NUTRICIONAL DEL PASTO MARALFALFA (*Pennisetum sp.*) A DIFERENTES EDADES. Revista Fitotec, 44.

Martínez-Moyano, Edgar, Hernández-Aya, Danna Brigitte, Hernández-Guerrero, Kevin Alejandro, Arias-Betancourth, Jaime Julián, Zapata-Ortíz, Cesar Augusto, & Rojas-Peña, Oscar Raúl. (2024). EVALUACIÓN DE LOS MEDIOS DE VIDA SOSTENIBLES Y LA APLICACIÓN DE LOS CAPITALES DE LA COMUNIDAD: ESTUDIO DE CASO DE FAMILIAS GANADERAS DE EL DONCELLO, CAQUETÁ-COLOMBIA. Investigación y Desarrollo , 32 (2), 185-209. Publicación electrónica del 6 de septiembre de 2024. <https://doi.org/10.14482/indes.32.02.986.765>

Massara Paletto, V., & Buono, G. (2020). Métodos de Evaluación de Pastizales en Patagonia Sur (Ediciones INTA, Ed.).

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2019). Cifras sectoriales de la Cadena cárnica bovina. In Dirección de cadenas pecuarias pesqueras y acuícolas.

Moreno Osorio, F., & Molina Restrepo, D. (2007). Manual: Buenas Prácticas Agropecuarias –BPA- en la Producción de Ganado Doble Propósito Bajo Confinamiento, con Caña Panelera como Parte de la Dieta. (CTP Print Ltda, Cur.; Primera). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación - FAO. <https://www.fao.org/publications/card/es/c/dab7d342-f9ab-580f-b59f-914bec18fa01/>

Motta Delgado, P. A. (2018). Evaluación de la sostenibilidad de pasturas Braquiarias para alimentación bovina en hatos del trópico húmedo, Caquetá. Universidad de la Amazonia.

Motta Delgado, P. A., & Ocaña Martínez, H. E. (2018). Caracterización de subsistemas de pasturas braquiarias en hatos del trópico húmedo, Caquetá, Colombia. Ciencia y Agricultura, 15(1), 81–92. <https://doi.org/10.19053/01228420.v15.n1.2018.7759>

Mur Cardona, A. A., & Molano Molina, J. P. (2016). Buenas prácticas ganaderas: ¿Mito, inconsciencia ganadera o falta de apoyo estratégico? Revista Facultad De Ciencias Agropecuarias -FAGROPEC, 1. <https://editorial.uniamazonia.edu.co/index.php/fagropec/article/view/330>

Pornaro, C., Basso, E. y Macolino, S. (2019). Composición botánica de pasturas y calidad del forraje a escala de explotación: Un estudio de caso. Revista Italiana de Agronomía , 14 (4), 1480.

Olaya Montes, A., Polanía Hincapie, K. L., Balanta Martínez, V. J., & Celis Parra, G. A. (2021). Impacto de la ganadería sobre la calidad del suelo y pasturas en el Caquetá.

Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura [FAO]. (2022). Agricultura de Conservación. <https://www.fao.org/conservation-agriculture/in-practice/soil-organic-cover/es/>

Reddy, P. B., Harani, M., Rathode, K. N., Das, T., & Namdeo, S. (2023). Técnicas analíticas avanzadas en nutrición animal [Advance Analytical Techniques in Animal Nutrition] (Dr. A. P. Bansod, Dr. R. M. Khandare, & Dr. P. R. Jadhao, Eds.; Vol. 1). AkiNik Publications. <https://doi.org/10.22271/ed.book.2443>

Ríos Ruiz, W. F., Castro Tuanama, R., Valdez Nuñez, R. A., Torres Bernal, L., Jave Concepción, H. G., Daza Pérez, A. C., Barrera Lozano, M., & Archentti Reátegui, F. (2024). La co-inoculación de bacterias solubilizadoras de fosfato y rizobios aumenta la disponibilidad de fósforo y favorece el desarrollo de leguminosas forrajeras [Co-Inoculation of Phosphate-Solubilizing Bacteria and Rhizobia Increases Phosphorus Availability and Promotes the Development of Forage Legumes]. Agronomy, 14(11), 2493. <https://doi.org/10.3390/agronomy14112493>

Shaghaleh, H., AlGarawi, A. M., Okla, M. K., Sheteiw, M. S., Elsadek, E. A., & Alhaj Hamoud, Y. (2024). Variaciones en los metabolitos primarios y secundarios de *Panicum maximum* en diversas condiciones de contaminación por aguas residuales [Variations in Primary and Secondary Metabolites of *Panicum maximum* under Diverse Wastewater Pollution Conditions]. Water, 16(19), 2795. <https://doi.org/10.3390/w16192795>

Tolleson, D. R. (2024). Aplicar la física y las matemáticas para describir la química y la biología en la interfaz planta/animal [Applying physics and math to describe chemistry and biology at the plant/animal interface]. Journal of Animal Science, 102(Supplement_3), 196–197. <https://doi.org/10.1093/jas/skae234.230>

Toro-Ospina, AM, Herrera Rios, AC, Pimenta Schettini, G., Vallejo Aristizabal, VH, Biza-

rría dos Santos, W., Zapata, CA, & Ortiz Morea, EG (2022). Identificación de corridas de islas de homocigosidad y valores de consanguinidad estimados genómicos en ganado criollo caqueteño (Colombia). *Genes* , 13 (7), 1232. <https://doi.org/10.3390/genes13071232>

Vallejo Aristizabal, Viviana Helena; Zapata Ortiz, Cesar Augusto; Toro Ospina, Alejandra Maria; Ortiz Morea, Fausto Andres & Ortiz Morea, Edna Gicela. (2022). Pilares de la ganadería bovina. ISBN (Digital): 978-958-5484-62-7. Editorial Universidad de la Amazonia. 103 pp.

Vásquez Aguilar, N. C., Morales, L. J., Segura Carmona, J. E., & Bernal Barragán, H. (2024). Valor nutricional y energético de cuatro especies de pastos de agostaderos del noreste de México. *Revista Ciencia UANL*, 27(125), 42–51. <https://doi.org/10.29105/cienciauanl27.125-6>

Villalobos, L. (2020). Fichas de forrajes (piso, corte, arbustivas). <https://acortar.link/SW-vXOn>

Zapata, CA, Morea, EGO, Mora-Motta, DA, Ojeda, DMM, Quiceno-Mayo, EJ, Toro, DA y Ortiz-Morea, FA (2024). Caracterización y dinámica estacional de poblaciones de garrapatas en sistemas de producción de ganado lechero del noroeste de la Amazonía colombiana. *Ciencias Veterinarias* , 11 (6), 244. <https://doi.org/10.3390/vetsci11060244>

Zurita Morejón, D. G. (2024). Uso de forrajes en la alimentación de interés zootécnico. <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/16284>



PREVALENCIA DE PARÁSITOS GASTROINTESTINALES EN BOVINOS ADULTOS EN PASTOREO DEL DEPARTAMENTO DEL CAQUETÁ, COLOMBIA

*Prevalence Of Gastrointestinal Parasites In Grazing Adult Cattle From
The Caquetá State, Colombia*

Angie Liseth Muñoz Murcia¹

ID <https://orcid.org/0000-0003-1777-016X>

E-mail: aenegeje-ansas@hotmail.com

Erika Paola Rojas Vargas²

ID <https://orcid.org/0000-0003-4654-9368>

E-mail: rojasvargasmva@gmail.com

Wilmer Herrera Valencia¹

ID <https://orcid.org/0000-0001-9263-8711>

E-mail: wilmer_br@yahoo.com.br

Pablo Andres Motta Delgado³

ID <https://orcid.org/0000-0001-8820-5542>

E-mail: pmotta@agrosavia.co

¹Misión Verde Amazonia: Corporación para el desarrollo sostenible y mitigación del cambio climático. Florencia, Caquetá, Colombia.

²Gobernación del Caquetá. Florencia, Caquetá, Colombia.

³Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria – AGROSAVIA, Centro de Investigación Nataima sede Florencia, Florencia, Colombia

RESUMEN

Los parásitos gastrointestinales (PGI) son una limitante en los sistemas ganaderos tropicales, al afectar la salud animal, reducir la productividad y generar pérdidas económicas. El objetivo de este estudio fue determinar la prevalencia y frecuencia de PGI en bovinos adultos en pastoreo en nueve municipios del departamento del Caquetá, Colombia. Se realizó un estudio transversal, donde se muestrearon 967 bovinos adultos en 99 hatos de doble propósito. Las muestras fecales fueron transportadas a temperatura de 4 a 8 °C y se analizaron empleando la técnica coprológica de McMaster para identificar y cuantificar huevos de PGI. La prevalencia se analizó mediante tablas de contingencia y Chi-cuadrado, para determinar la frecuencia de los géneros de parásitos se usó la prueba Kruskal-Wallis, y para la prevalencia por municipio se empleó análisis de varianza con prueba Skott-Knott al 95% de significancia. La prevalencia general de PGI fue del 45,09%. No se halló diferencia significativa ($p=0,2434$) entre la prevalencia en machos (51,22%)

Cómo citar: Fecha recepción: 3 de Julio de 2025 / Fecha Aprobación: 13 de Septiembre 2025 / Fecha Publicación: 27 de Noviembre 2025

Muñoz Murcia, A. L., Rojas Vargas, E. P., Herrera Valencia, W. & Motta Delgado, P. A.(2025). *Prevalencia De Parásitos Gastrointestinales En Bovinos Adultos En Pastoreo Del Departamento Del Caquetá, Colombia*. Revista. FAGROPEC. Vol. 17(2), ppt 73-90. <https://doi.org/10.47847/fagropec.v17n2a5>



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

y hembras (44,52%), ni entre los municipios muestreados ($p=0,0928$). Los géneros más frecuentes fueron *Eimeria* spp. (59,9%), y *Trichostrongylus* (33,5%), estos dos representan el 93,4% de las identificaciones, mostrando una frecuencia significativamente mayor ($p<0,0001$) que los demás géneros encontrados (*Strongyloides*, *Moniezia*, *Trichuris*, *Nematodirus*, *Bunostomum*). La infestación mixta se presentó en el 23,11% de los animales positivos. La prevalencia de parásitos gastrointestinales en los bovinos adultos en pastoreo en el departamento del Caquetá es moderada, siendo los parásitos de mayor frecuencia protozoos como la *Eimeria* spp., y nemátodos del género *Trichostrongylus*.

Palabras clave: cestodos, coccidias, enfermedad parasitaria, nematodos gastrointestinales, parasitología animal (MeSH)

ABSTRACT

Gastrointestinal parasites (GIPs) are a major constraint in tropical livestock systems, adversely affecting animal health, reducing productivity, and generating economic losses. This study aimed to determine the prevalence and frequency of GIPs in grazing adult cattle across nine municipalities in the Caquetá state, Colombia. A cross-sectional study was carried out, where 967 adult cattle from 99 dual-purpose herds were sampled. Fecal samples were transported at 4 to 8 °C and analyzed using McMaster's coprological technique to identify and quantify GIPs eggs. Prevalence was assessed using contingency tables and the Chi-square test; parasite genus frequencies were evaluated with the Kruskal-Wallis test, and prevalence by municipality was analyzed through analysis of variance with the Skott-Knott test at 95% significance level. The overall prevalence of GIPs was 45.09%. No significant difference ($p=0.2434$) was found between the prevalence in males (51.22%) and females (44.52%), nor among the sampled municipalities ($p=0.0928$). The most frequent genera were *Eimeria* spp. (59.9%) and *Trichostrongylus* (33.5%), together accounting for 93.4% of all identifications, with a significantly higher frequency ($p < 0.0001$) compared to the other genera detected (*Strongyloides*, *Moniezia*, *Trichuris*, *Nematodirus*, *Bunostomum*). Mixed infestations were observed in 23.11% of positive animals. The prevalence of gastrointestinal parasites in grazing adult cattle in the Caquetá state is considered moderate, with the most frequently encountered parasites being protozoa such as *Eimeria* spp., and nematodes of the genus *Trichostrongylus*.

Key words: animal parasitology, cestodes, coccidia, gastrointestinal nematodes, parasitic disease (MeSH)

INTRODUCCIÓN

Los parásitos gastrointestinales (PGI) constituyen una de las principales limitantes para la producción en los sistemas ganaderos bovinos a nivel mundial, especialmente en las regiones tropicales, donde su impacto se ve exacerbado por condiciones climáticas que favorecen la proliferación de estos patógenos generando pérdidas económicas significativas y comprometiendo el bienestar animal (Nouri et al., 2022; Springer et al., 2021; Strydom et al., 2023), pero la magnitud del problema varía según factores ambientales, epidemiológicos y de manejo (Frias et al., 2023; Khan et al., 2021), y en muchos territorios la información disponible es escasa, fragmentada o desactualizada, dificultando el diseño de estrategias de control efectivas y sostenibles (Bautista-Garfias et al., 2022; Frias et al., 2023). Por tanto, es fundamental realizar estudios epidemiológicos regionales que determinen la prevalencia, frecuencia y distribución de estos parásitos, aportando evidencia científica que oriente a ganaderos, técnicos y profesionales para diseñar e implementar estrategias de control adaptadas a las condiciones locales reduciendo riesgos como resistencia a antihelmínticos (Ninditya et al., 2024; Rose Vineer et al., 2020; Rufino-Moya et al., 2024).

En las regiones tropicales los PGI son el problema más común en los sistemas tradicionales de producción animal, desencadenando pérdidas económicas tanto por los costos de tratamiento y control, como por la disminución de la eficiencia productiva debido al declive en la producción de carne y leche, así como la salud y el bienestar de los animales, provocando signos clínicos que pueden derivar incluso en la muerte (Flota-Biurgos et al., 2023; Krishna Murthy & D'Souza, 2016). Estas pérdidas se deben a que los PGI afectan la absorción de nutrientes y ganancia de peso, a causa de los daños en el abomaso e intestinos (Fernández et al., 2015), que generan pérdidas de proteínas plasmáticas, alteraciones enzimáticas y cuadros de gastroenteritis caracterizados por diarrea, debilidad, hemorragias y deshidratación (Mawatari et al., 2014; Tariq, 2015).

La mayoría de las parasitosis gastrointestinales en bovinos son causadas por protozoarios como *Giardia* y *Eimeria*, y helmintos de los grupos nemátodos, trematodos y cestodos (Figueroa et al., 2018; Pinilla et al., 2019; Pulido-Medellin et al., 2022); es así como los géneros de mayor importancia a nivel mundial en rumiantes tanto domésticos como salvajes pertenecen a las familias *Trichostrongylidae* (Arbabi et al., 2020), *Ancylostomidae*, *Ascarididae*, *Strongylidae* y *Trichuridae* (Colina et al., 2014), los géneros *Trichostrongylus* y *Nematodirus* (Bresciani et al., 2017), y las infecciones por *Eimeria* spp., que suelen suceder de forma mixta, involucrando otras especies de parásitos lo cual dificulta medir de forma correcta las pérdidas causadas por una especie de parásito en particular (Maia & Mattos, 2020).

No obstante, la infestación, el grado de daño y prevalencia de nematodos gastrointestinales dependen de factores ambientales, principalmente temperatura y humedad (Zulfikar et al., 2019), así como condiciones propias del hospedero como edad, estado de salud y susceptibilidad genética (Tesfaye, 2021; Wangboon et al., 2024). Dentro del grupo de los helmintos, los nemátodos gastrointestinales son de gran importancia patológica y epi-

miológica en zonas templadas y cálidas , y se consideran el mayor problema de salud en la cría de ganado en pastoreo (Charlier et al., 2023; Velde et al., 2018). El control de estos PGI en los bovinos es importante, puesto que, aunque en ocasiones no se presenten signos clínicos, la productividad disminuye afectando negativamente la rentabilidad del sistema de producción (Rodrigues et al., 2015), con pérdidas estimadas a nivel global en 445 millones de dólares por año (Pulido-Medellin et al., 2022).

En relación con los PGI el género *Trichostrongylus* representa los nemátodos más frecuentes en bovinos y destaca por su potencial zoonótico (Bhat et al., 2023), por su parte, el género *Strongylus* tiene amplia distribución y predomina en el cinturón ecuatoriano, en zonas templadas y cálidas (Klimova et al., 2021); los animales que pastorean normalmente se infectan con nemátodos del orden *Strongylidae* (Reyes-Guerrero et al., 2021). Otros géneros como *Bunostomum* y *Trichuris*, son de gran importancia en la producción ganadera. Las infestaciones con *Eimeria* spp., ocurren principalmente en animales menores de un año e inmunosuprimidos (Peter et al., 2015), causan diarrea, deshidratación, pérdida de peso, reducción en el consumo de alimento y de la eficiencia alimenticia (Rodríguez-Vivas et al., 2017) y constituyen uno de los PGI más difíciles de controlar, con al menos 12 especies reportadas en bovinos (Ekawasti et al., 2019).

La prevalencia de nemátodos gastrointestinales del orden *Strongylida* en rumiantes de América Latina llegan hasta el 70% (Flota-Biurgos et al., 2023), de otro lado en el contexto colombiano, se han reportado altas prevalencias de PGI en diversos departamentos (Chaparro et al., 2016; Garcia et al., 2018; Pinilla et al., 2018a; Pulido-Medellin et al., 2022; Sierra et al., 2016), sin embargo, la información para el departamento del Caquetá es escasa y desactualizada; en estudios previos hechos en una vereda específica del municipio de Florencia en el departamento del Caquetá, se reportó la presencia de *Trichuris*, *Bunostomum*, *Eimeria*, *Strongyloides* y *Oesophagostomum* como los parásitos gastrointestinales con mayor presencia en la población bovina muestreada (Rodríguez et al., 2010). Para implementar prácticas control adecuadas es vital el conocimiento de las especies parasitarias, incluyendo su estado epidemiológico; dado que la información sobre parasitosis gastrointestinales en el departamento del Caquetá es limitada y en su mayoría desactualizada, se planteó como objetivo de este estudio determinar la prevalencia de parásitos gastrointestinales en bovinos adultos en pastoreo de nueve municipios del departamento del Caquetá.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

Se realizó un estudio transversal en nueve municipios del departamento del Caquetá, que en conjunto albergan aproximadamente el 80% del inventario bovino regional. Los municipios muestreados, distribuidos de norte a sur fueron: San Vicente del Caguán, Puerto Rico, El Doncello, El Paujil, Cartagena del Chairá, La Montañita, Milán, San José del Fragua y Albania. El departamento del Caquetá, ubicado en la Amazonia Colombia, presenta las siguientes características geográficas y climáticas (Motta-Delgado & Ocaña-Martínez, 2018): está ubicado en las coordenadas 00°42'17" de latitud sur hasta 02°04'13" de la-

titud norte y desde los $74^{\circ}18'39''$ hasta $79^{\circ}19'35''$ de longitud al oeste de Greenwich; su superficie es de 88.965 Km², con una altitud promedio de 182 metros sobre el nivel del mar, precipitación promedio de 3.800 mm/año, temperatura que oscila entre los 18 y 36 °C, y humedad relativa superior al 80%.

Determinación del tamaño de la muestra poblacional

Para determinar la prevalencia de Parásitos Gastrointestinales (PGI) en bovinos adultos, se realizó un estudio en sistemas de doble propósito, que por condiciones de manejo tanto en el periodo de gestación y posteriormente durante la lactancia, los animales en estos sistemas reciben menor frecuencia de tratamientos con antihelmínticos. Con base en los datos de las evaluaciones agropecuarias de la Secretaría de Agricultura Departamental, se estimó una población total de 374.317 hembras bovinas mayores de 36 meses, distribuidos en 11.128 hatos de los nueve municipios. El tamaño de la muestra para hembras se calculó utilizando la siguiente ecuación para poblaciones finitas:

$$n = \frac{N \times Z_a^2 \times p \times q}{[d^2 \times (N - 1) + Z_a^2 \times p \times q]}$$

Fueron empleados los siguientes parámetros partiendo de una población conocida:

- n= tamaño de la muestra.
- N= tamaño de la población (374.317).
- Z = nivel de confianza (1,96 para un p<0,05).
- p = probabilidad de éxito (0,5).
- q = probabilidad de falla (0,5).
- d = precisión (0,033 ó 3,3%).

Aplicando estos valores, se estimó un tamaño mínimo de la muestra de 880 hembras mayores de 36 meses de edad.

Para determinar el tamaño de la muestra de hatos de producción doble propósito, se aplicó la misma ecuación con los siguientes parámetros:

- N = tamaño de la población (11.128 hatos).
- Z = nivel de confianza (1,96 para un p <0,05).
- p = probabilidad de éxito (0,5).
- q = probabilidad de falla (0,5).
- d = precisión (0,1 o 10%).

Una vez aplicados estos valores a la ecuación el tamaño mínimo de la muestra de hatos de doble propósito fue de 95.

Selección de hatos para muestreo

Un total de 99 hatos fueron seleccionados para el estudio a partir de la base de datos del proyecto “Implementación y validación de modelos alternativos de producción ganadera

en el departamento del Caquetá”, los criterios de inclusión, adaptados de (Muñoz Murcia et al., 2020), fueron: a) hatos de doble propósito con mínimo 10 vacas en ordeño, b) la disponibilidad de los propietarios para participar en la investigación y c) acceso vial a las fincas que permitiera un pronto traslado de las muestras al laboratorio.

Aspectos éticos

La recolección de muestras fue realizada por profesionales veterinarios bajo la supervisión del ICA, que fue la entidad que desarrolló los análisis de las muestras; este procedimiento se realizó en estricto cumplimiento de la Ley 84 de 1989 de Colombia sobre investigación con animales. Se garantizó la confidencialidad de los hatos muestreados cuyos animales resultaron positivos a PGI.

Toma de muestras de materia fecal

Entre enero y marzo de 2016, correspondiente a la época seca de la región, se muestearon 967 animales clínicamente sanos en 99 hatos doble propósito; la muestra incluyó 885 hembras y 82 machos adultos.

De cada animal se recolectaron aproximadamente 30 g de heces, obtenidas directamente del recto, utilizando un guante de exploración obstétrica (Figueroa et al., 2018). Cada muestra se mantuvo en el mismo guante, el cual sirvió como recipiente primario para su transporte. Las muestras se mantuvieron refrigeradas a una temperatura de 4 a 8 °C en contenedores isotérmicos de poliestireno expandido y se etiquetaron con la siguiente información para posterior envío al laboratorio: identificación del animal, sexo, edad, identificación del hato y fecha de muestreo.

Todas las muestras fueron transportadas al laboratorio de diagnóstico veterinario del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) en Florencia capital del departamento del Caquetá. El análisis coprológico se realizó mediante la técnica de McMaster, la cual permite la identificación y cuantificación de los huevos de helmintos y ooquistes de protozoos. Se registró la presencia o ausencia de parásitos, clasificando cada muestra como positiva o negativa. En los casos positivos a PGI, la carga parasitaria se estimó y expresó como el número de huevos por gramo de heces (hpg).

Análisis de datos

La información recolectada fue tabulada en una hoja de cálculo de Excel® y analizada mediante el paquete estadístico Infostat (Di Rienzo, 2020). La prevalencia general, por sexo y asociaciones de parásitos gastrointestinales (PGI), se evaluaron utilizando tablas de contingencia y la prueba Chi-cuadrado de Pearson. Dado que los datos de carga parasitaria (hpg) no siguieron una distribución normal (verificado mediante la prueba de Shapiro-Wilk), la distribución y frecuencia de los géneros de parásitos encontrados se analizó mediante la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis a un nivel de significancia del 95%. Finalmente, para evaluar la prevalencia de PGI entre municipios, se utilizó un análisis de varianza seguido de la prueba de comparación de media Scott-Knott con un $\alpha = 0,05$.

Resultados y discusión

Se encontró una prevalencia general de parásitos gastrointestinales (PGI) del 45,09% (436/967). La prevalencia en machos fue mayor (51,22%) que en hembras (44,52%), sin embargo, no se halló asociación significativa entre el sexo y la prevalencia a PGI mediante Chi Cuadrado de Pearson ($p=0,2434$), lo que indica que el sexo no es un factor determinante de la infestación en esta población de estudio.

Al analizar la distribución por municipios, la prevalencia de PGI varió entre el 35,93% (Puerto Rico) y el 68,89% (El Paujil) (tabla 1). A pesar de esta variabilidad numérica, el análisis de varianza seguido de la prueba de Scott-Knott no mostró diferencias estadísticamente significativas entre los municipios ($p = 0,0928$), agrupándolos a todos en una sola categoría homogénea; esto sugiere que, aunque existen diferencias apreciables a simple vista, los factores de riesgo para la infestación parasitaria son probablemente similares en toda la región estudiada, superando cualquier variación local.

Tabla 1.

Prevalencia por municipio de parásitos gastrointestinales en bovinos adultos en pastoreo del departamento del Caquetá, Colombia.

Municipio	Medias*	n	E.E.
Puerto Rico	35,93	12	6,66 A
San Vicente del Caguán	39,17	20	5,16 A
San Jose del Fragua	40,33	10	7,29 A
Albania	41,00	10	7,29 A
Cartagena del Chairá	43,09	9	7,69 A
La Montañita	44,00	10	7,29 A
Milán	48,75	10	7,29 A
Doncello	49,68	9	7,69 A
El Paujil	68,89	9	7,69 A

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Fuente: elaboración propia

Así mismo de los 437 animales positivos, 336 (76,9%) presentaron infestación simple (un parásito) y 101 (23,1%) infestación mixta (dos o más parásitos). El género con mayor frecuencia de observación fue *Eimeria* spp. (59,9%), seguido por *Trichostrongylus* (33,5%); estos dos géneros en conjunto representaron el 93,4% de todos los PGI observados. La prueba de Kruskal-Wallis confirmó que la frecuencia de *Eimeria* y *Trichostrongylus* fue significativamente mayor ($p<0,0001$) en comparación con los demás géneros de PGI detectados (*Strongyloides*, *Moniezia*, *Trichuris*, *Nematodirus* y *Bunostomum*), entre los cuales no hubo diferencias significativas (Tabla 2).

Tabla 2.

Frecuencias y ANAVA no paramétrica de géneros de parásitos gastrointestinales encontrados en bovinos adultos en pastoreo del departamento del Caquetá, Colombia.

Género del parásito	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa (%)	Ranks*
<i>Bunostomum</i>	1	0,2	513,04 A
<i>Nematodirus</i>	1	0,2	514,02 A
<i>Trichuris</i>	2	0,4	515,91 A
<i>Moniezia</i>	13	2,4	550,32 A
<i>Strongyloides</i>	19	3,5	551,47 A
<i>Trichostrongylus</i>	184	33,5	823,87 B
<i>Eimeria</i>	329	59,9	944,87 B

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Fuente: elaboración propia

Aunque la mayor prevalencia numérica en machos coincide con lo reportado en la literatura, donde las hormonas sexuales pueden suprimir la respuesta humorar y celular, lo que reduce la capacidad del organismo para combatir infecciones parasitarias; esto se traduce en una mayor prevalencia e intensidad de infecciones en machos adultos en comparación con hembras (Bupp & Jorgensen, 2018; de Araújo Albuquerque et al., 2021; Forsyth et al., 2024; Wesolowska, 2022), no obstante, la falta de significancia estadística en nuestro estudio sugiere que este efecto podría estar enmascarado por otros factores de mayor peso en los sistemas de producción evaluados, como el manejo, rusticidad o la edad.

La prevalencia general del 45,09% de PGI hallada en bovinos adultos del departamento del Caquetá puede considerarse moderada en el contexto nacional e internacional. Diferentes estudios relacionados a parásitos gastrointestinales (PGI) en bovinos en Colombia evidencian una prevalencia similar o mayor a la reportada en el presente estudio, por ejemplo, en el departamento del Caquetá también halló una alta presencia de *Eimeria* (53,62%) y similar de *Strongyloides* (4,85%) (Rodríguez et al., 2011); prevalencias similares fueron reportadas en el departamento de Santander (36,7%) con predominancia del género *Eimeria* (19,4%) (Pinilla et al., 2019); mientras que se han reportado altas prevalencias en los departamentos de Boyacá con el 95,6%, para Trichostrongylidae el 53,8% y para Eimeriidae 47,1% (Pulido-Medellin et al., 2022) y en el departamento del Cesar con 83,2% de prevalencia, evidenciando valores altos para los géneros *Eimeria*, *Strongyloides*, *Haemonchus* y *Trichostrongylus* spp (Pinilla et al., 2018a; Sierra et al., 2016), mientras que en el departamento de Antioquia, fue reportada prevalencia del 31,6, 36,7 y 8,4% para *Strongyloides*, coccidias y cestodos respectivamente (Chaparro et al., 2016).

De igual manera, la prevalencia general de PGI en bovinos se encuentra dentro del rango reportado en otros países de América y África, por ejemplo, en un estudio desarrollado en Mérida Venezuela se halló una prevalencia similar entre el 31,03 y 50,36% (González-Ramírez et al., 2016); altas prevalencias fueron reportadas en México: en Guerrero

del 96,6% (Figueroa et al., 2018), 88,5% en Michoacán (Valdovinos Calderon et al., 2018) y 83,3% en Sonora (Munguía-Xóchihua et al., 2019). De igual manera en un estudio hecho en Brasil, los autores reportan que el 82,4% de los animales muestreados eran positivos a PGI (Ferraz et al., 2019). En Perú un estudio encontró una prevalencia del 67,5% (Colina et al., 2014) mientras que en Etiopía se reporta del 49% (Berihu Haftu, 2014).

Las marcadas diferencias en la prevalencia de parásitos gastrointestinales entre regiones, como sistemas de producción similares, refuerzan la influencia determinante de factores locales, como las prácticas de manejo sanitario (frecuencia y calidad de la desparasitación), la carga animal, edad, estado fisiológico del huésped, tipo de pasturas, y las condiciones microclimáticas específicas de cada zona (Colina et al., 2013). Es así que las condiciones climáticas de las zonas tropicales como altos porcentajes de humedad y temperatura (Valdovinos Calderon et al., 2018), característico en el departamento del Caquetá, facilitan la propagación y supervivencia de los estadios parásitos externos, favoreciendo su transmisión, por lo que una prevalencia moderada podría indicar la implementación de prácticas de control relativamente eficaces en los hatos muestreados, o una subestimación debido a la baja sensibilidad de la técnica coprológica para detectar infestaciones leves o por parásitos de bajo conteo de huevos, por ejemplo, en un estudio realizado en el departamento del Meta, se encontró que el 71% de los animales jóvenes muestreados, inusualmente no excretaron huevos de parásitos de la familia Trichostrongylidae, lo cual atribuyen a un sobreuso de antihelmínticos (Bardales et al., 2017).

El predominio de *Eimeria* spp., y *Trichostrongylus* spp., concuerda con la literatura regional. La alta prevalencia de *Eimeria* (59,9%), un parásito típicamente asociado a animales jóvenes, en un rebaño adulto puede deberse a que los bovinos adultos actúan como portadores asintomáticos diseminando ooquistes en el ambiente y manteniendo la presión de infección para los terneros (Peter et al., 2015; Rodríguez-Vivas et al., 2017). Por otro lado, la alta frecuencia de *Trichostrongylus* spp., (33,5%), uno de los nematodos más comunes y patógenos en bovinos a nivel mundial (Bhat et al., 2023), confirma su adaptación a las condiciones tropicales. La asociación más frecuente entre estos dos géneros sugiere un posible sinergismo, o más probablemente una exposición simultánea a ambientes con ambos tipos de parásitos como por ejemplo aguas superficiales contaminadas con heces.

En cuanto a protozoos, diferentes estudios en bovinos reportan la prevalencia para coccidias del género *Eimeria*, por ejemplo para el departamento del Caquetá se reportó altos valores (53,62%) (Rodríguez et al., 2011); en otros departamentos de Colombia, se reporta alta prevalencia de *Eimeria*: del 77,9% (Pinilla et al., 2018a), y 74,27% (Sierra et al., 2016) en Santander y Cesar respectivamente, contrastando con el 36,7 y 19,4% reportados por (Chaparro et al., 2016) y (Pinilla et al., 2019), en Antioquia y Santander respectivamente. Alta prevalencia de *Eimeria* ha sido reportada en la región de Amazonas en Perú, siendo del 61,3% en vacas adultas (Bardales et al., 2017). En contraste, un estudio en Etiopía encontró el 2,9% de prevalencia (Berihu Haftu, 2014).

Los demás géneros parasitarios (*Bunostomum*, *Moniezia*, *Nematodirus*, *Strongyloides*,

Trichuris), se presentaron con frecuencias bajas (<4%), lo que es consistente con lo reportado en otros estudios colombianos (Chaparro et al., 2016; Pinilla et al., 2018a, 2018b; Sierra et al., 2016) y de Brasil (Ferraz et al., 2019).

En el caso de *Bunostomum*, existe un reporte de prevalencia en Caquetá del 19,49% (Rodríguez et al., 2010), mientras que en Brasil encontraron el 2,63% (Ferraz et al., 2019), y el 4,4% en Etiopía (Berihu Haftu, 2014). Para *Moniezia* se han reportado prevalencias entre 1,2 a 8,4% en Colombia (Chaparro et al., 2016; Pinilla et al., 2018a; Sierra et al., 2016) y del 4,12% en Brasil (Ferraz et al., 2019). En cuanto a *Nematodirus* en Colombia se reportaron bajas prevalencias siendo inferiores a 0,8% (Pinilla et al., 2018a; Sierra et al., 2016), al igual que las reportadas en un estudio hecho en Brasil entre 2015 y 2017 con prevalencia de 0,13% (Ferraz et al., 2019), siendo más baja que la reportada en este estudio.

Para el género *Strongyloides*, se reportó 4,85% de incidencia a nivel de Caquetá (Rodríguez et al., 2011); otros estudios desarrollados en Colombia han encontrado prevalencias que van desde 3,1 al 30,5% (Pinilla et al., 2018a; Sierra et al., 2016), particularmente se reportan prevalencias de 1% (Pinilla et al., 2019), 2,3% (Chaparro et al., 2016) y 10,8% (Pinilla et al., 2018a). Por otro lado, en Brasil para pequeños rumiantes se reporta el 1,2% (Ferraz et al., 2019); en Etiopía fue reportada prevalencia de 3,6% para el género *Strongyloides* (Berihu Haftu, 2014), valor similar al hallado en el presente estudio.

Sobre *Trichuris* en un estudio en el departamento del Caquetá encontraron prevalencia del 7,3% de (Rodríguez et al., 2010), siendo más alta que la reportada en este estudio, mientras que en otras regiones de Colombia hay reportes que van desde 0,3% (Pinilla et al., 2018a; Sierra et al., 2016) hasta el 2,3% (Chaparro et al., 2016); de igual manera, en Brasil reportan el 1,5% de frecuencia (Ferraz et al., 2019).

Brotes mixtos de parásitos gastrointestinales fueron reportados en el 42% de los animales muestreados (Berihu Haftu, 2014), mientras que en el presente estudio fue hallado que la proporción de infestación mixta fue del 23,11%, lo que puede reflejar una menor diversidad parasitaria en la región o de nuevo el efecto de las prácticas de control. Se han encontrado asociaciones entre los géneros *Trichostrongylus*, Cooperia, Ostertagia, *Strongyloides*, *Nematodirus* y *Oesophagostomum* (Oliveira et al., 2017), mientras que en este estudio las principales asociaciones se dieron entre *Eimeria* y *Trichostrongylus* y en menor medida con parásitos de los géneros *Bonostomum*, *Moniezia*, *Nematodirus* y *Trichuris*.

Los resultados de este estudio subrayan que la parasitosis gastrointestinal sigue siendo un problema relevante en la ganadería del Caquetá. La identificación de *Eimeria* y *Trichostrongylus* como los géneros predominantes es crucial para orientar estrategias de control. Un sistema de manejo sanitario basado en estudios epidemiológicos locales como este puede minimizar el uso indiscriminado de antiparasitarios, contribuyendo a un manejo sostenible, y reduciendo el riesgo de desarrollar resistencias. Esto, junto con prácticas de manejo como la rotación de potreros para romper el ciclo biológico de los parásitos, la alternancia de moléculas activas de los antihelmínticos, la integración de

varias especies de rumiantes en el pastoreo y el uso de productos a base de plantas con propiedades parasitidas.

CONCLUSIONES

La prevalencia de parásitos gastrointestinales en los bovinos adultos en pastoreo en el departamento del Caquetá se clasifica como moderada dentro del contexto de la ganadería tropical. Se identificó que los protozoos del género *Eimeria* y nemátodos del género *Trichostrongylus* fueron los parásitos predominantes, representando en conjunto más del 90% de las infestaciones registradas. No se encontró una asociación estadísticamente significativa entre la prevalencia de PGI y el sexo del animal, aunque se observó una tendencia numérica mayor en los machos. Si bien la prevalencia varió numéricamente entre municipios, estas diferencias no fueron estadísticamente significativas, lo que sugiere que los factores de riesgo son homogéneos en la región estudiada. Los hallazgos destacan la necesidad de implementar programas de control parasitario dirigidos especialmente a *Eimeria* y *Trichostrongylus*, promoviendo el uso racional de antihelmínticos basado en diagnósticos coprológicos para evitar el desarrollo resistencia por los parásitos. Se recomienda que futuros estudios monitoreen la dinámica de estos parásitos incluyendo la época de lluvias, evalúen la frecuencia e impacto en terneros y animales jóvenes (grupos etarios más susceptibles), e investiguen la eficacia de prácticas de manejo sostenible como la rotación de potreros en las condiciones específicas del Caquetá.

Agradecimientos

Los autores expresan su gratitud a la Gobernación del Caquetá y a Misión Verde Amazonia por el apoyo brindado para la ejecución del proyecto BPIN 2013000100164 “Implementación y validación de modelos alternativos de producción ganadera en el departamento del Caquetá”, el cual fue financiado por el Fondo de Ciencia, Tecnología e Innovación del Sistema General de Regalías. Asimismo, extienden un agradecimiento muy especial a los ganaderos por su disposición y colaboración para el muestreo de sus animales; Finalmente, el cuarto autor agradece de manera particular a AGROSAVIA por el tiempo y los recursos proporcionados para el análisis de los datos y la redacción final del manuscrito.

Conflictos de intereses

Los autores declaran que no se presentan conflictos de intereses en la elaboración y publicación del presente estudio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arbabi, M., Hooshyar, H., Lotfinia, M., & Bakhshi, M. A. (2020). Molecular detection of *Trichostrongylus* species through PCR followed by high resolution melt analysis of ITS-2 rDNA sequences. *Molecular and Biochemical Parasitology*, 236, 111260. <https://doi.org/10.1016/j.molbiopara.2020.111260>

Bardales, J., Bardales, W., Briceño, Y., & Gonzales, J. (2017). Prevalencia de *Eimeria* sp. en bovinos de la cuenca ganadera de Florida - Pomacochas, Región Amazonas. INDES Revista de Investigación para el Desarrollo Sustentable, 3(2), 55–59. <https://doi.org/10.25127/indes.20153.208>

Bautista-Garfias, C. R., Castañeda-Ramírez, G. S., Estrada-Reyes, Z. M., Soares, F. E. de F., Ventura-Cordero, J., González-Pech, P. G., Morgan, E. R., Soria-Ruiz, J., López-Guillén, G., & Aguilar-Marcelino, L. (2022). A Review of the Impact of Climate Change on the Epidemiology of Gastrointestinal Nematode Infections in Small Ruminants and Wildlife in Tropical Conditions. En Pathogens (Vol. 11, Número 2). <https://doi.org/10.3390/pathogens11020148>

Berihu Haftu, A. B. (2014). Study on Prevalence of Gastrointestinal Nematodes and Coccidian Parasites Affecting Cattle in West Arsi zone, Ormia Regional State, Ethiopia. Journal of Veterinary Science & Technology, 05(05). <https://doi.org/10.4172/2157-7579.1000207>

Bhat, A. H., Tak, H., Malik, I. M., Ganai, B. A., & Zehbi, N. (2023). Trichostrongylosis: a zoonotic disease of small ruminants. Journal of Helminthology, 97, e26. <https://doi.org/10.1017/S0022149X2300007X>

Bresciani, K. D. S., Coelho, W. M. D., Gomes, J. F., de Matos, L. S., dos Santos, T. R., Suzuki, C. T. N., Lima, L. G. F., & Kaneto, C. N. (2017). Aspects of epidemiology and control of gastrointestinal nematodes in sheep and cattle – Approaches for its sustainability. Revista de Ciências Agrárias, 40(3), 664–669. <https://doi.org/10.19084/RCA16028>

Bupp, M. R. G., & Jorgensen, T. N. (2018). Androgen-induced immunosuppression. En Frontiers in Immunology (Vol. 9, Número APR). <https://doi.org/10.3389/fimmu.2018.00794>

Chaparro, J. J., Ramírez, N. F., Villar, D., Fernandez, J. A., Londoño, J., Arbeláez, C., López, L., Aristizabal, M., Badel, J., Palacio, L. G., & Olivera, M. (2016). Survey of gastrointestinal parasites, liver flukes and lungworm in feces from dairy cattle in the high tropics of Antioquia, Colombia. Parasite Epidemiology and Control, 1(2), 124–130. <https://doi.org/10.1016/j.parepi.2016.05.001>

Charlier, J., Hoste, H., & Sotiraki, S. (2023). COMBAR -Combatting anthelmintic resistance in ruminants. En Parasite (Vol. 30). <https://doi.org/10.1051/parasite/2023006>

Colina, J. C., Mendoza, G. A., & Jara, C. A. (2014). Prevalencia e intensidad del parasitismo gastrointestinal por nematodos en bovinos, Bos taurus, del Distrito Pacanga (La Libertad, Perú). Revista Científica de la Facultad de Ciencias Biológicas. <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/faccbiol/article/view/559>

Colina, Juan. C., Mendoza, Gicelly. A., & Jara, C. (2013). Prevalencia del parasitismo por

Eimeria en bovinos, Bos taurus, del Distrito Pacanga (La Libertad, Perú) y su relación con factores sociodemográficos y ambientales. Revista Científica de Estudiantes Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional de Trujillo, 1(2). <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/ECCBB/article/view/480>

de Araújo Albuquerque, L. P., da Silva, A. M., de Araújo Batista, F. M., de Souza Sene, I., Costa, D. L., & Costa, C. H. N. (2021). Influence of sex hormones on the immune response to leishmaniasis. En Parasite Immunology (Vol. 43, Números 10–11). <https://doi.org/10.1111/pim.12874>

Di Rienzo, J. A. (2020). InfoStat, version 2020. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba Argentina. <https://www.infostat.com.ar/>

Ekawasti, F., Nurcahyo, W., Wardhana, A. H., Shibahara, T., Tokoro, M., Sasai, K., & Matsubayashi, M. (2019). Molecular characterization of highly pathogenic *Eimeria* species among beef cattle on Java Island, Indonesia. Parasitology International, 72, 101927. <https://doi.org/10.1016/j.parint.2019.101927>

Fernández, A., Arieta, R., Graillet, E., Romero, D., Romero, M., & Felipe, I. (2015). Prevalence Nematode Gastroenteric of Double Purpose Cattle Ranch of Hidalgotitlan Veracruz, Mexico. Abanico veterinario, 5(2). <https://abanicoacademico.mx/revistasabanico/index.php/abanico-veterinario/article/view/85>

Ferraz, A., Angonesi de Castro, T., Ança Evaristo, T., Lúcia Coelho Recuero, A., Renata Joanol Dallmann, P., Freitas Motta, J., & Quintana Nizoli, L. (2019). Levantamento de Parasitos Gastrintestinais Diagnosticados em Ovinos pelo Laboratório de Doenças Parasitárias da Universidade Federal de Pelotas (Brasil), nos Anos de 2015 a 2017. Revista Brasileira de Zoociências, 20(1), 1–7. <https://doi.org/10.34019/2596-3325.2019.v20.24786>

Figueroa, A., Pineda, S., Godínez, F., Vargas, D., & Rodriguez, E. (2018). Parásitos gastrointestinales de ganado bovino y caprino en Quechultenango. Agroproductividad, 11(6). <https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/438>

Flota-Biurgos, G. J., Rosado Aguilar, J. A., Rodriguez-Vivas, R. I., Borges-Argaez, R., & Gamboa-Angulo, M. (2023). Avances sobre el uso de ocho plantas tropicales para el control de garrapatas y nemátodos gastrointestinales en bovinos, equinos y caninos. Tropical and Subtropical Agroecosystems, 27(1). <https://doi.org/10.56369/tsaes.4921>

Forsyth, K. S., Jiwrajka, N., Lovell, C. D., Toothacre, N. E., & Anguera, M. C. (2024). The conneXion between sex and immune responses. En Nature Reviews Immunology (Vol. 24, Número 7). <https://doi.org/10.1038/s41577-024-00996-9>

Frias, H., Maraví, C., Arista-Ruiz, M. A., Yari-Briones, D. I., Paredes-Valderrama, J. R.,

- Bravo, Y. R., Cortez, J. V., Segura, G. T., Ruiz, R. E., Lapa Lopez, R. M., & Valderrama, N. L. M. (2023). Prevalence, coinfection, and risk factors associated with Fasciola hepatica and other gastrointestinal parasites in cattle from the Peruvian Amazon. Veterinary World, 16(3). <https://doi.org/10.14202/vetworld.2023.546-553>
- Garcia, D., Díaz, A. M., & Pulido, M. O. (2018). Prevalencia y factores de riesgo asociados a la presencia de parásitos gastrointestinales en bovinos del municipio de Ventaquemada (Boyacá). Revista Infometric@-Serie Ingeniería, Básicas y Agrícolas. 1(1). <https://infometrica.org/index.php/syh/article/view/16>
- González-Ramírez, L. C., Martínez, A., Assouad, M., Álvarez, J., Gil-Gómez, F., Castro-Vera, T., Pérez de Pablos, C., & Dávila, C. (2016). Fasciolosis y parásitos gastrointestinales en becerros de la Estación Experimental “El Joque” Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela. Revista Farmacia, 58(1), 11–22. <http://www.saber.ula.ve/handle/123456789/42921>
- Khan, T., Nasreen, N., Shater, A. F., Khan, W., Khan, A., Kamal, M., Vinuezza, R., Leon, R., Alhimaidi, A. R., & Al-Jabr, O. A. (2021). Risk factor analysis for the prevalence of gastrointestinal parasites found in large ruminants in Lower Dir Khyber Pakhtunkhwa Pakistan. Saudi Journal of Biological Sciences, 28(12). <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2021.07.078>
- Klimova, E. S., Reshetnikova, A. D., Babintseva, T. V., & Krylova, T. G. (2021). Structure of parasite cenosis of endoparasitoses of ruminants. BIO Web of Conferences, 36. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20213606046>
- Krishna Murthy, C. M., & D'Souza, P. E. (2016). Prevalence of gastrointestinal parasites in bovines in Bangalore district, Karnataka. Journal of Parasitic Diseases, 40(3). <https://doi.org/10.1007/s12639-014-0548-x>
- Maia, D., & Mattos, M. J. T. de. (2020). Nematodeoses gastrintestinais em bovinos no Brasil: revisão de artigos publicados no período de 2012 a 2020. Revista Agraria Academica, 3(3), 296–307. <https://doi.org/10.32406/v3n32020/296-307/agrariacad>
- Mawatari, T., Hirano, K., Ikeda, H., Tsunemitsu, H., & Suzuki, T. (2014). Surveillance of diarrhea-causing pathogens in dairy and beef cows in Yamagata Prefecture, Japan from 2002 to 2011. Microbiology and Immunology, 58(9), 530–535. <https://doi.org/10.1111/1348-0421.12174>
- Motta-Delgado, P. A., & Ocaña-Martínez, H. E. (2018). Caracterización de subsistemas de pasturas braquiarias en hatos de trópico húmedo, Caquetá, Colombia. Ciencia y Agricultura, 15(1), 81–92. <https://doi.org/10.19053/01228420.v15.n1.2018.7759>
- Munguía-Xóchihua, J., Leal-Franco, I., Medina-Chu, M., Reyna-Granados, J., & Muñoz-Cabrera, J. (2019). Frecuencia de parásitos gastrointestinales en bovinos del sur

de Sonora, México. Abanico Veterinario, 9. <https://doi.org/10.21929/abavet2019.919>

Muñoz Murcia, A. L., Motta-Delgado, P. A., Herrera, W., Polania, R., & Cháves, L. C. (2020). Prevalencia del virus de la rinotraqueitis infecciosa bovina en el departamento del Caquetá, Amazonia Colombiana. Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia, 67(1), 9–16. <https://doi.org/10.15446/rfmvz.v67n1.87675>

Ninditya, V. I., Ekawasti, F., Prastowo, J., Widiyono, I., & Nurcahyo, W. (2024). Prevalence of gastrointestinal parasites in cattle in Indonesia: A meta-analysis and systematic review. Veterinary world, 17(11), 2675–2687. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2024.2675-2687>

Nouri, N. V., Rahmatian, R., & Salehi, A. (2022). Prevalence of Helminthic Infections in the Gastrointestinal Tract of Cattle in Mazandaran Province (Northern Iran). Journal of Parasitology Research, 2022. <https://doi.org/10.1155/2022/7424647>

Oliveira, P. A. de, Ruas, J. L., Riet-Correa, F., Coelho, A. C. B., Santos, B. L., Marcolongo-Pereira, C., Sallis, E. S. V., & Schild, A. L. (2017). Doenças parasitárias em bovinos e ovinos no sul do Brasil: frequência e estimativa de perdas econômicas. Pesquisa Veterinária Brasileira, 37(8), 797–801. <https://doi.org/10.1590/s0100-736x2017000800003>

Peter, G. S., Gitau, G. K., Mulei, C. M., Vanleeuwen, J., Richards, S., Wichtel, J., Uehlinger, F., & Mainga, O. (2015). Prevalence of Cryptosporidia, *Eimeria*, Giardia, and *Strongyloides* in pre-weaned calves on smallholder dairy farms in Mukurwe-ini district, Kenya. Veterinary World, 8(9), 1118–1125. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2015.1118-1125>

Pinilla, J. C., Flórez, P., Sierra, M., Morales, E., Sierra, R., Vásquez, M. C., Tobon, J. C., Sánchez, A., & Ortiz, D. (2018a). Prevalencia del parasitismo gastrointestinal en bovinos del departamento Cesar, Colombia. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú, 29(1), 278–287. <https://doi.org/10.15381/rivep.v29i1.14202>

Pinilla, J. C., Flórez, P., Sierra, M. T., Morales, E., Sierra, R., Vásquez, M. C., Tobon, J. C., Sánchez, A., & Ortiz, D. (2018b). Point prevalence of gastrointestinal parasites in double purpose cattle of Rio de Oro and Aguachica municipalities, Cesar state, Colombia. Veterinary Parasitology: Regional Studies and Reports, 12. <https://doi.org/10.1016/j.vprsr.2018.01.003>

Pinilla, J. C., Uribe Delgado, N., & Florez, A. A. (2019). Fasciola hepatica y otras parasitosis gastrointestinales en bovinos de doble propósito del municipio Sabana de Torres, Santander, Colombia. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú, 30(3), 1240–1248. <https://doi.org/10.15381/rivep.v30i3.16607>

Pulido-Medellin, M.-O., Lopez-Buitrago, H.-A., Bulla-Castañeda, D.-M., García-Corredor, D.-J., Díaz-Anaya, A.-M., Giraldo-Forero, J.-C., & Higuera-Piedrahita, R.-I. (2022). Diagnosis of Gastrointestinal Parasites in Bovines of the Department of Boyacá, Co-

Iombia. Revista Científica, 44(2), 272–281. <https://doi.org/10.14483/23448350.18500>

Reyes-Guerrero, D. E., Olmedo-Juárez, A., & Mendoza-de Gives, P. (2021). Control y prevención de nematodosis en pequeños rumiantes: antecedentes, retos y perspectivas en México. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias, 12, 186–204. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v12s3.5840>

Rodrigues, P., Santos, D., Sampaio Baptista, A. A., Da, L., Leal, S., Moletta, J. L., Abdallah, R., & Rocha, D. (2015). Nematódeos Gastrintestinais De Bovinos – Revisão. Revista Científica De Medicina Veterinária, 24. http://faef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/6ip3TskItLRFleO_2015-3-24-14-54-43.pdf

Rodríguez, J. G., Ocaña, H. E., & Vargas, M. (2010). Determinación de presencia de enfermedades infecciosas en hatos doble propósito, Vereda Balcanes, Florencia, Caquetá. Facultad de Ciencias Agropecuarias, 2(2). <https://editorial.uniamazonia.edu.co/index.php/fagropec/article/view/132>

Rodríguez, J., Ocaña, M. H. E., & Vargas, H. (2011). Determinación de presencia de enfermedades parasitarias en fincas del área de influencia de la granja Balcanes de la Universidad de la Amazonía. Florencia, Caquetá-Colombia. Revista Facultad de Ciencias Agropecuarias -FAGROPEC, 3(2), 19–26. <https://editorial.uniamazonia.edu.co/index.php/fagropec/article/view/303>

Rodríguez-Vivas, R. I., Grisi, L., Pérez de León, A. A., Silva Villela, H., Torres-Acosta, J. F. de J., Fragozo Sánchez, H., Romero Salas, D., Rosario Cruz, R., Saldierna, F., & García Carrasco, D. (2017). Potential economic impact assessment for cattle parasites in Mexico. Review. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias, 8(1), 61–74. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v8i1.4305>

Rose Vineer, H., Morgan, E. R., Hertzberg, H., Bartley, D. J., Bosco, A., Charlier, J., Chartier, C., Claerebout, E., De Waal, T., Hendrickx, G., Hinney, B., Höglund, J., Jez Ek, J. I., Kašný, M., Keane, O. M., Martínez-Valladares, M., Mateus, T. L., McIntyre, J., Mickiewicz, M., ... Rinaldi, L. (2020). Increasing importance of anthelmintic resistance in European livestock: Creation and meta-analysis of an open database. Parasite, 27. <https://doi.org/10.1051/parasite/2020062>

Rufino-Moya, P. J., Zafra Leva, R., Gonçalves Reis, L., Acosta García, I., Ruiz Di Genova, D., Sánchez Gómez, A., García García, F., & Martínez-Moreno, F. J. (2024). Prevalence of Gastrointestinal Parasites in Small Ruminant Farms in Southern Spain. Animals, 14(11), 1668. <https://doi.org/10.3390/ani14111668>

Sierra, M., Flórez, P., Morales Ramírez, E., Vásquez, M. C., Calle, M., & Sierra Barcarcel, R. F. (2016). Determinación de la carga parasitaria gastrointestinal en Bovinos de la zona rural de Rio de Oro y el Municipio de Aguachica, Cesar por la técnica de McMaster. Revista Facultad de Ciencias de la Salud UDES, 3(1. S1), 20. <https://bit.ly/4I7YKII>

- Springer, A., Jordan, D., Kirse, A., Schneider, B., Campe, A., Knubben-Schweizer, G., Müller, K. E., Hoedemaker, M., & Strube, C. (2021). Seroprevalence of major pasture-borne parasitoses (Gastrointestinal nematodes, liver flukes and lungworms) in german dairy cattle herds, association with management factors and impact on production parameters. *Animals*, 11(7). <https://doi.org/10.3390/ani11072078>
- Strydom, T., Lavan, R. P., Torres, S., & Heaney, K. (2023). The Economic Impact of Parasitism from Nematodes, Trematodes and Ticks on Beef Cattle Production. En *Animals* (Vol. 13, Número 10). <https://doi.org/10.3390/ani13101599>
- Tariq, K. A. (2015). A Review of the Epidemiology and Control of Gastrointestinal Nematode Infections of Small Ruminants. *Proceedings of the National Academy of Sciences, India Section B: Biological Sciences*, 85(2), 693–703. <https://doi.org/10.1007/s40011-014-0385-9>
- Tesfaye, T. (2021). Prevalence, species composition, and associated risk factors of small ruminant gastrointestinal nematodes in South Omo zone, South-western Ethiopia. *Journal of Advanced Veterinary and Animal Research*, 8(4). <https://doi.org/10.5455/javar.2021.h550>
- Valdovinos Calderon, P., Molina Mercado, V., Tinoco Magaña, J., & Herrera Camacho, J. (2018). Análisis retrospectivo de la prevalencia de parásitos gastroentericos en ganado bovino de leche en cuatro municipios de Michoacán. En J. Herrera Camacho, A. J. Chay Canul, F. Casanova Lugo, Á. Piñeiro Vázquez, L. Márquez Benavides, E. Santillán Ferreyra, & J. Arce Menocal (Eds.), *Avances de la Investigación Sobre Producción Animal y Seguridad Alimentaria en México* (Primera, pp. 1211–1216). Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. <https://bit.ly/4evKE13>
- Valdovinos Calderon, P., Molina Mercado, V., Tinoco Magaña, J., & Herrera Camacho, J. (2018). Análisis retrospectivo de la prevalencia de parásitos gastroentericos en ganado bovino de leche en cuatro municipios de Michoacán. En J. Herrera Camacho, A. J. Chay Canul, F. Casanova Lugo, Á. Piñeiro Vázquez, L. Márquez Benavides, E. Santillán Ferreyra, & J. Arce Menocal (Eds.), *Avances de la Investigación Sobre Producción Animal y Seguridad Alimentaria en México* (Primera, pp. 1211–1216). Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. https://www.researchgate.net/profile/Fernando-Casanova-Lugo/publication/325807244_Avances_de_la_investigacion_sobre_produccion_animal_y_seguridad_alimentaria_en_Mexico/links/5b578a9e0f7e9bc79a609bc8/Avances-de-la-investigacion-sobre-produccion-animal-y-seguridad-alimentaria-en-Mexico.pdf
- Velde, F. Vande, Charlier, J., & Claerebout, E. (2018). Farmer behavior and gastrointestinal nematodes in ruminant livestock-uptake of sustainable control approaches. En *Frontiers in Veterinary Science* (Vol. 5, Número OCT). <https://doi.org/10.3389/fvets.2018.00255>

Wangboon, C., Martviset, P., Jamklang, M., Chumkiew, S., Penkhruue, W., Rangdist, S., Jirojwong, R., Phadungsil, W., Chantree, P., Grams, R., Krenc, D., Piyatadsananon, P., & Geadkaew-Krenc, A. (2024). Microscopic and molecular epidemiology of gastrointestinal nematodes in dairy and beef cattle in Pak Chong district, Nakhon Ratchasima province, Thailand. *Veterinary world*, 17(5), 1035–1043. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2024.1035-1043>

Wesołowska, A. (2022). Sex-the most underappreciated variable in research: insights from helminth-infected hosts. En *Veterinary research* (Vol. 53, Número 1). <https://doi.org/10.1186/s13567-022-01103-3>

Zulfikar, Umar, S., Ferasyi, T. R., & Tafsin, M. (2019). The prevalence and risk factor of gastrointestinal nematode infestation in cattle based on the environmental conditions of the farming locations in Aceh Province. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 287(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/287/1/012011>



ESQUEMA ESTRATÉGICO DE DESARROLLO LOCAL PARA LA SUSTENTABILIDAD AMBIENTAL, CADEREYTA DE MONTES, QUERÉTARO, MÉXICO

Strategic Framework for Local Development towards Environmental Sustainability, Cadereyta de Montes, Querétaro, Mexico

Esquema Estratégico De Desenvolvimento Local Para A Sustentabilidade Ambiental, Cadereyta De Montes, Querétaro, México

Jehu daniel Reséndiz Martínez¹

<https://orcid.org/0000-0001-9042-4111>

jehudaniel.resendiz@uag.mx

José Fernando Vasco Leal²

<https://orcid.org/0000-0003-2503-1332>

jose.vasco@uag.mx

¹Doctor, Unidad Académica Cadereyta, Universidad Autónoma de Querétaro

²Doctor, Facultad de Contaduría y Administración, Universidad Autónoma de Querétaro

Juan Camilo Cardona Castaño³

<https://orcid.org/0000-0002-9631-9870>

juan.cardona@uag.edu.mx

³Doctorando, Facultad de Ciencias Políticas y Sociales, Campus Cadereyta de Montes, Universidad Autónoma de Querétaro

RESUMEN

Antecedentes: los modelos de desarrollo local permiten la toma de decisiones en términos de sustentabilidad y conservación del ambiente. Objetivo: plantear un esquema estratégico para el desarrollo local desde el conocimiento de los jóvenes universitarios, con el fin de promover la sustentabilidad ambiental en el municipio de Cadereyta de Montes, Querétaro, México. Metodología: fue un estudio cualitativo de tipo caso, enmarcado en un proceso exploratorio. Se trabajó con jóvenes universitarios y se realizaron tres talleres de co-creación del esquema de desarrollo local. Posteriormente, la información se sistematizó. Resultados: hubo una respuesta contundente: los participantes consideran que el ambiente y la sustentabilidad deben ser factores integrados en el desarrollo local del municipio de Cadereyta de Montes. Asimismo, se detectó que es necesario buscar la intersectorialidad para impulsar un desarrollo local desde abajo, planificado por las comunidades según las necesidades territoriales. Los jóvenes universitarios consideran que

Cómo citar:

Fecha recepción: 8 de Agosto de 2025 / Fecha Aprobación: 6 de Octubre 2025 / Fecha Publicación: 27 de Noviembre 2025

Reséndiz Martínez, J. D., Vasco Leal, J. F & Cardona Castaño, J. C.(2025). *Esquema Estratégico De Desarrollo Local Para La Sustentabilidad Ambiental, Cadereyta De Montes, Querétaro, México*. Revista. FAGROPEC. Vol. 17(2), ppt 91-111. <https://doi.org/10.47847/fagropec.v17n2a6>



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

los aspectos políticos y sociales son importantes para desarrollar acciones en pro del ambiente y la conservación de aspectos culturales e identitarios. Se identificaron tres estrategias de desarrollo local, las cuales fueron: formación de responsabilidad social empresarial, programas de capacitación en emprendimiento y fortalecimiento en prácticas empresariales sostenibles. Conclusiones: esta investigación muestra cómo el desarrollo local es todavía un proceso incipiente en Cadereyta de Montes, pese a que se percibe como una necesidad que debe apuntar hacia la sustentabilidad y la conservación del medio ambiente.

Palabras clave: gestión local; juventud; participación ciudadana; responsabilidad social empresarial; territorio; toma de decisiones.

ABSTRACT

Background: Local development models enable decision-making in terms of sustainability and environmental conservation. Objective: To propose a strategic framework for local development based on the knowledge of university students, with the aim of promoting environmental sustainability in the municipality of Cadereyta de Montes, Querétaro, Mexico. Methodology: This was a qualitative case study framed within an exploratory process. Work was carried out with university students through three co-creation workshops for the local development framework. Subsequently, the information was systematized. Results: A strong response was observed: participants considered that the environment and sustainability should be integrated factors in the local development of Cadereyta de Montes. It was also identified that intersectoral collaboration is necessary to foster bottom-up local development, planned by communities according to territorial needs. University students emphasized that political and social aspects are important to develop actions in favor of the environment and the preservation of cultural and identity elements. Three local development strategies were identified: fostering corporate social responsibility, implementing entrepreneurship training programs, and strengthening sustainable business practices. Conclusions: This research shows that local development is still an incipient process in Cadereyta de Montes, even though it is perceived as a pressing need that must move toward sustainability and environmental conservation.

Keywords: local management; youth; citizen participation; corporate social responsibility; territory; decision-making.

RESUMO

Antecedentes: Os modelos de desenvolvimento local permitem a tomada de decisões em termos de sustentabilidade e conservação do meio ambiente. Objetivo: Propor um esquema estratégico para o desenvolvimento local a partir do conhecimento dos jovens universitários, com o objetivo de promover a sustentabilidade ambiental no município de Cadereyta de Montes, Querétaro, México. Metodologia: Trata-se de um estudo qualitativo do tipo estudo de caso, enquadrado em um processo exploratório. O trabalho foi realizado com jovens universitários por meio de três oficinas de co-criação do esquema de desenvolvimento local. Posteriormente, as informações foram sistematizadas. Resultados: Houve uma resposta contundente: os participantes consideram que o meio ambiente e a sustentabilidade devem ser fatores integrados no desenvolvimento local do município de Cadereyta de Montes. Também foi identificado que é necessário buscar a intersectorialidade para impulsionar um desenvolvimento local de base comunitária, planejado pelas comunidades de acordo com as necessidades territoriais. Os jovens universitários consideram que os aspectos políticos e sociais são importantes para desenvolver ações em prol do meio ambiente e da conservação dos aspectos culturais e identitários. Foram identificadas três estratégias de des-

envolvimento local: formação em responsabilidade social empresarial, programas de capacitação em empreendedorismo e fortalecimento de práticas empresariais sustentáveis. Conclusões: Esta pesquisa mostra como o desenvolvimento local ainda é um processo incipiente em Cadereyta de Montes, apesar de ser percebido como uma necessidade que deve apontar para a sustentabilidade e a conservação do meio ambiente.

Palavras-chave: gestão local; juventude; participação cidadã; responsabilidade social empresarial; território; tomada de decisão.

INTRODUCCIÓN

La gestión para el desarrollo local con un enfoque en la sustentabilidad ambiental se ha consolidado como una tendencia clave en América Latina (Ruiz-Real et al., 2019). Los países que han adoptado este mecanismo, como México, han creado alternativas locales y comunitarias que ejecuten acciones de protección ambiental y armonicen con los servicios eco sistémicos, la seguridad hídrica, el territorio y la identidad (Ocampo y Titelman, 2023).

Partiendo de lo anterior, el objeto de estudio de la presente investigación es la construcción de un esquema estratégico de desarrollo local orientado a la sustentabilidad ambiental del municipio de Cadereyta de Montes, un territorio estratégico por sus actividades basadas en la agricultura y de extracción de minerales en el Estado de Querétaro. La relevancia de esta investigación radica en la exploración de las necesidades percibidas por la población joven universitaria sobre el rumbo del desarrollo local. Asimismo, aporta un discurso de sustentabilidad desde una perspectiva local y ascendente, en contraposición a enfoques globales, tal como sugieren González Insua et al. (2025).

La innovación de esta propuesta reside en la esquematización de estrategias que sirvan de base para futuras investigaciones y conduzcan a procesos efectivos de participación ciudadana y política pública. Se evidencian cómo la gestión participativa permite a los jóvenes diseñar estrategias y contribuir a la construcción social de un mejor territorio.

Para ello, se utiliza el modelo de la Quíntuple Hélice como marco de desarrollo local, dado que considera la influencia e interacción de cinco actores clave como lo son: la política, sociedad, medio ambiente, empresas y el sector académico. La integración de estos actores constituye un elemento fundamental de cohesión, intersectorialidad, sinergia dinamización territorial.

Bajo esta perspectiva, la problemática de estudio se aborda desde sus diversas causas interrelacionadas, las cuales afectan el crecimiento económico, la calidad de vida y el desarrollo integral sostenible. Esta problemática es multidimensional e incluye factores: ambiental (deterioro de áreas naturales, vulnerabilidad hidrológica, contaminación de agua, suelo y aire, etc.), sociales (pobreza, desigualdad, tensión y descontento ciudadano, etc.), económicos (falta de crecimiento, baja diversificación económica, lento desarrollo económico, etc.), políticos (falta de consensos, conflictos por intereses, polarización política, etc.) y académicos (desvinculación con la sociedad, influencia de factores externos, falta de investigación aplicada, etc.)

En consecuencia, esta investigación examina cuestiones perceptuales críticas desde las experiencias de los participantes y su concepción del desarrollo local. El objetivo de esta investigación fue plantear un esquema estratégico para el desarrollo local desde el conocimiento de los jóvenes universitarios, con el fin de promover la sustentabilidad ambiental en el municipio de Cadereyta de Montes, Querétaro, México.

Marco conceptual y antecedentes

Investigaciones recientes, como la de Leite et al. (2023), demuestran que los procesos de desarrollo local, al consolidarse como mecanismos de generación de ideas y participación comunitaria, derivan en estrategias que contribuyan a la sustentabilidad y la conservación del ambiente. En un sentido similar, O'Hara et al. (2023) plantean que la gestión de estrategias enfocadas en políticas públicas y mecanismos de participación ciudadana facilita la toma decisiones consultivas, lo que resulta en un desarrollo rural y local.

Ante el contexto actual de globalización, resulta imperativo examinar cómo, desde la acción colectiva de las comunidades, es posible diseñar políticas y esquemas de gestión de desarrollo local. Estos elementos pueden ser gestionados desde una base política, social y teórica para integrar la realidad local en un discurso de sustentabilidad orgánica y comunitaria (Palmieri et al., 2023).

Esta visión constituye también un ejercicio de democratización. El desarrollo local, entendido como un proceso endógeno y exógeno, actúa en direcciones que permiten el afianzamiento de las comunidades a través de dinámicas políticas internas y externas (Covarrubias-Melgar et al., 2022). Asimismo, las acciones de gobernanza y la democratización de los recursos naturales funcionan como catalizadores para dinamizar el territorio en beneficio del bien común. Esto se alinea con investigaciones que sitúan a la justicia social y el desarrollo local como ejes centrales de la sustentabilidad ambiental (Galán-Castro et al., 2021).

El desarrollo local

El desarrollo local facilita procesos de integración comunitaria e intergubernamental orientadas al crecimiento económico, social, ambiental y político, respondiendo a las necesidades fundamentales de una sociedad (Bortz et al., 2024). Este enfoque prioriza el bienestar territorial y se centra en el aprovechamiento de las capacidades, potencialidades y recursos naturales que el espacio común ofrece. Para ello, es indispensable vincular estas dinámicas a procesos de participación local, donde la implementación de proyectos se base en las necesidades y aspiraciones de las personas (Almaguer-Torres et al., 2020).

El uso racional de los recursos naturales implica evaluar su disponibilidad y optimizar su potencial para generar justicia social y fortalecimiento de capacidades. En este sentido, la población debe diseñar estrategias para diversificar la economía sin perder sus aspectos culturales e identitarios. Dicha perspectiva apunta hacia una gobernanza local donde las comunidades, empresas y ciudadanos generen acciones propicias para sostener y desarrollar el territorio en armonía con el ambiente (Tang et al., 2021; Sili et al., 2022).

Sin embargo, el desarrollo local enfrenta limitaciones significativas, especialmente en planificación de políticas y el crecimiento económico bajo discursos de progreso y desarrollo sostenible (Nygren, 1999; Cai et al., 2024). Aunque el desarrollo sostenible y el desarrollo local han parecido discursos opuestos, en el contexto actual de globalización tienden a converger. Esta convergencia permite que los territorios generen procesos de autoges-

tión y gobernanza alineados con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, enmarcados en sus sistemas productivos (Feng et al., 2025).

Finalmente, es importante reconocer que esta limitación afecta a ciertos territorios debido a la polarización y la extracción de recursos naturales a gran escala. En estos casos, el desarrollo local no ha logrado frenar determinadas hegemonías ni garantizar un enfoque comunitario deseado (Lu y Tao, 2024).

Sustentabilidad

En esta investigación, la sustentabilidad se aborda desde una perspectiva latinoamericana. Se concibe como un proceso que implica el mantenimiento de los recursos naturales y la generación progresiva de dinámicas de autogestión, gobernanza y gobernabilidad (Covarrubias-Melgar et al., 2022). Asimismo, enfrenta el desafío de armonizar el modelo económico imperante con las necesidades específicas del territorio.

Desde esta base teórica, el ambiente surge como una estructura mutable, sujeta a transformaciones dictadas por las necesidades económicas, los sistemas de poder y los intereses institucionales. El ambiente es, en esencia, una construcción social definida por la comunidad que lo habita (Kurbanov et al., 2023). Esta concepción distingue entre el ambiente natural y el ambiente antropogénico, el cual se ha consolidado como el sistema de vida donde convergen necesidades, cultura, modelos económicos, formas de vida, educación, salud, vivienda y todo aquello que delimita a la comunidad o municipio (Santos, 1990). Estos aspectos del ambiente son sumamente relevantes en términos de desarrollo local, ya que determinan hasta qué punto se puede gestionar el desarrollo y el crecimiento en una sociedad (Behera, 2023).

Además, existen elementos que pueden influir en este proceso, como la participación ciudadana y comunitaria. Ambos elementos surgen como catalizadores de las fuerzas polarizantes y politizantes que pueden existir en un territorio en relación con las decisiones económicas, políticas y las estrategias ambientales necesarias para mantener la sustentabilidad (Covarrubias-Melgar, 2024). Dicho enfoque integra la justicia social, el aprovechamiento eficiente de los recursos y la identidad del territorio, aspectos que funcionan como articuladores del desarrollo local y que requieren una interacción sinérgica (Zuluaga-Aldana et al., 2021).

El modelo de la Triple Hélice

El modelo de la triple hélice, propuesto Etzkowitz y Leydesdorff (1995) en la década de 1990, abrió el camino para examinar la innovación a través de las relaciones dinámicas entre la academia, el gobierno y el sector empresarial. Este enfoque evolucionó posteriormente hacia la Cuádruple Hélice, incorporando aspectos sociales, y finalmente hacia la Quíntuple Hélice, que integra la dimensión ambiental y ecológica.

Estas adaptaciones permiten analizar el rol de diversos actores: academia, gobierno, sector económico y sociedad civil, relacionados con los modelos productivos y la innovación. En la actualidad, como el de Lima-Vargas et al. (2025) destacan la importancia de

involucrar a estos actores para alcanzar la sustentabilidad. El objetivo es crear un modelo de desarrollo local estrechamente vinculado a las necesidades ciudadanas, el territorio y el sistema productivo, basándose en la conservación ambiental.

Según Castillo-Vergara (2020), la Quíntuple Hélice facilita la interacción y el análisis de los actores involucrados para abordar problemas de innovación en sus dimensiones sociales, políticas, económicas, científico-técnicas y ambientales. Su propósito es identificar aquellos actores capaces de aportar estrategias que conduzcan al mejoramiento continuo de un territorio o empresa. Esta perspectiva coincide con Etzkowitz (2008) respecto a la aplicación de la Quíntuple Hélice en la sustentabilidad, ya que esta última requiere la respuesta multisectorial para mitigar los impactos del crecimiento económico desmedido y los patrones de consumo insostenibles actuales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Tipo de investigación: El estudio adopta un enfoque cualitativo y exploratorio, centrado en la percepción de jóvenes universitarios de las licenciaturas de Derecho, Administración y Contaduría, del campus Cadereyta de Montes de la UAQ. La metodología de la investigación siguió lo planteado por Mosqueira-Campos y Lavaggi, (2020).

Área de estudio: Se seleccionó el municipio de Cadereyta de Montes, el municipio más extenso del Estado de Querétaro, México. Este territorio posee una economía diversificada que depende de la agricultura y la extracción de minerales (grava, piedras machacadas y basaltos). En 2023, esta actividad extractiva representó 1.22 millones de dólares, con un crecimiento del 7.33 % respecto al año anterior (Data México, 2023). Este contexto económico permite analizar el impacto ambiental y asociar la sustentabilidad territorial a la investigación. Demográficamente, el 30 % de su población está compuesta por personas de entre 20 y 39 años (INEGI, 2020), lo que convierte a la conexión entre la academia y el municipio en un agente clave para el desarrollo local.

Sujetos de estudio: La muestra estuvo conformada por 180 estudiantes universitarios del campus Cadereyta de Montes, con edades comprendidas entre 18 y 30 años, pertenecientes a las licenciaturas de Derecho, Administración y Contaduría. La participación fue voluntaria y el muestreo se realizó mediante el método de bola de nieve.

Talleres: Se desarrollaron diversos talleres. En el primero, con la asistencia de 180 estudiantes, se formuló el modelo de la quíntuple hélice para analizar los actores que contribuyen a la rentabilidad, el desarrollo local y el ambiente. En el segundo taller, con 80 asistentes, se llevó a cabo una sesión de co-creación de estrategias basadas en los hallazgos previos.

- **Quíntuple hélice:** Se utilizó el modelo de la Quíntuple Hélice como herramienta gestión para analizar procesos de innovación mediante la interacción de múltiples actores. Siguiendo a Castillo-Vergara, (2020), se consideraron las hélices empresarial, académica, social, política (gobierno) y ambiental. Esta herramienta permitió un an-

lisis integral y holístico de la problemática territorial abordada.

Análisis de la información: Se sistematizaron los resultados y experiencias compiladas en diario de campo y notas, básicamente. El análisis se focalizó principalmente en los productos derivados de las actividades, a los cuales se les aplicó análisis de contenido.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La presente investigación revela el proceso de co-creación de un esquema estratégico para el desarrollo local y la sustentabilidad ambiental.

La gestión colaborativa

Fue un elemento clave en el co-diseño de las estrategias. Los jóvenes universitarios participantes identificaron oportunidades claras de crecimiento empresarial y contribución al desarrollo local. Los hallazgos plantean nuevos escenarios de participación que involucran al poder municipal, la empresa privada, las iniciativas locales de emprendimiento, y a los jóvenes como motores de crecimiento económico y social. Estos resultados coincidieron con lo planteado por Aillón-Valverde et al., (2020), quienes destacan la importancia de estas sinergias.

Lo anterior permitió establecer una conexión directa entre la gestión empresarial y el territorio, entendiendo este último como una construcción social donde los ciudadanos deben mejorar sus condiciones de vida, aprovechar sus recursos naturales de manera sostenible y solucionar las problemáticas locales.

Quíntuple hélice: La visión de los jóvenes universitarios

Para el diseño co-participativo de las estrategias, fue necesario la aplicación de la herramienta de la “Quíntuple Hélice” (figura 1), la cual permitió representar las oportunidades del ecosistema percibidas por los jóvenes. Este análisis aproximó la integración de la dimensión ambiental en las estrategias de desarrollo local, basándose en la percepción de los participantes y buscando su integración efectiva en las comunidades del municipio.

De acuerdo con lo expresado por los participantes, el análisis consideró los ejes económico, político, social, ambiental y académico como pilares estratégicos. A continuación, se detalla el análisis de cada hélice (Reséndiz-Martínez et al., 2025).

- **Hélice política y de gobierno:** Los participantes articularon los procesos de gestión empresarial local mediante políticas públicas y el fomento de la Responsabilidad Social Empresarial (RSE) en el clúster empresarial de Cadereyta de Montes. Esto representa una oportunidad significativa para mejorar la infraestructura, generar procesos de capacitación, promover el diálogo comunitario, aumentar la tasa de empleabilidad juvenil y reducir el impacto ambiental causado por las industrias locales (Vergel-Ortega et al., 2020).
- **Hélice social:** Se enfoca en el acompañamiento y la propuesta de soluciones desde la base social, contribuyendo a que las políticas gubernamentales y empresariales

sean tangibles y representativas. Implica un proceso de vigilancia que considere los conocimientos locales y fomente la participación activa de los jóvenes. Cómo señala Ávila-López et al. (2018), el factor social es determinante para el desarrollo local sustentable.

Figura 1.
Esquema del Quíntuple Hélice.



Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de los talleres y la participación de los universitarios.

- **Hélice medio ambiente:** La responsabilidad ambiental fue un elemento que dio cuenta, tanto de las empresas como los líderes políticos en la protección del entorno, así como el rol pasivo de la academia. Para los participantes, la problemática ambiental no es individual, sino de orden multiactoral y multisectorial. En este contexto, los jóvenes emergen como una población capaz de transformar el panorama ambiental y visión compartida Rivas y Lechuga (2019).
- **Hélice empresarial:** La colaboración entre diversos actores permite generar propuestas integrales que aborden las necesidades de la ciudadanía y generen estrategias alineadas con el desarrollo local. Según Almaguer-Torres et al. (2020), es fundamental reconocer que las empresas no solo desempeñan un rol financiero, sino que también forman parte del tejido social, lo que las convierte en un agente activo en la resolución de necesidades locales.

Hélice academia: La academia actúa como eje vertebral de la cohesión social. Su rol incluye capacitar para el emprendimiento, proporcionar asistencia técnica a las empresas y aportar al desarrollo de políticas públicas. Preparar a los jóvenes como capital humano cualificado fomenta la creación de nuevas empresas y contribuya al aumento del empleo y la calidad de vida. Para, Alencastro Guerrero et al. (2020), es esencial generar nuevas herramientas para atraer recursos tanto a nivel federal como internacional.

El co-diseño de estrategias para el desarrollo local

Las estrategias fueron co-diseñadas con el propósito de responder a las necesidades locales previamente identificadas a nivel local, y que los jóvenes participantes ven como factibles. En el mismo sentido, según Armendáriz et al. (2024), estas estrategias van desde un proceso de sensibilización ambiental hasta las buenas prácticas de sustentabilidad, enfocándose en cómo la juventud puede responder a la necesidad de conservación del ecosistema en articulación con las necesidades empresariales futuras.

El aspecto fundamental de este co-diseño radica en las propias comunidades proponen las soluciones que requieren. Como explican Custodio y Martins (2024), las fortalezas de estos procesos investigativos es la generación de nuevo conocimiento para la construcción teórica de modelos de gestión ambiental empresarial para el desarrollo local. Esta investigación está en función de dicho planteamiento, presentando estrategias situadas particularmente en el contexto del municipio de Cadereyta de Montes.

Primera estrategia: formación de responsabilidad social empresarial

Desde la perspectiva de los participantes, la Responsabilidad Social Empresarial (RSE) es una estrategia común y transversal para el desarrollo local y empresarial de las comunidades (Tabla 1). Esta estrategia va en función de articular a los actores locales con las empresas, mediante una formación integral en emprendedores, microempresarios, empresarios y la comunidad en general, con el fin de suplir la necesidad de formación humana que actualmente existe. Además, se integra al actor gobierno y a las instituciones del municipio, con el fin de fomentar esta responsabilidad social y convertir a las comunidades en gestoras ambientales, según Foote et al. (2021), esto genera un proceso de empoderamiento, que de ser orientado puede generar procesos de transformación social y ambiental.

Tabla 1.

Formación de responsabilidad social empresarial

Estrategia	Formación de responsabilidad social empresarial
Nombre de la estrategia	“Hacia un municipio con empresas socialmente responsables”
Objetivo específico	Formar a los actores locales en conocimientos sobre la responsabilidad social empresarial para dinamizar el desarrollo local
Acciones a implementar	<ol style="list-style-type: none">1. Capacitación sobre la importancia de la responsabilidad social empresarial.2. Comités de vigilancia sobre RSE.3. Articulación a problemas institucionales.4. Generación de herramientas de evaluación para la RSE.

Indicadores de desempeño	1. Número de capacitaciones. 2. Número de personas capacitadas. 3. Número de empresas vinculadas al proceso de capacitación
Temporalidad	2024-2025
Actores involucrados	1. Jóvenes. 2. Emprendedores. 3. Comerciantes. 4. Ejidatarios. 5. Secretarías. 6. Empresarios. 7. Políticos. 8. Población en general.
Monitoreo	1. Revisar el cumplimiento de acciones por parte de las empresas. 2. Mantener capacitaciones continuas. 3. Divulgación a la comunidad sobre informes empresariales. 4. Divulgación de acciones en pro de lo social y lo ambiental.
Desafíos	Dentro de los desafíos para concretar esa estrategia de responsabilidad social empresarial se encuentran: la poca participación de las empresas, que no tomen un papel relevante, y la falta de acción del gobierno en la promoción y el cumplimiento de las prácticas de RSE. Otro desafío es que la gestión involucre más a la comunidad y a los diversos grupos de actores.

Fuente: elaboración propia a través de los talleres y los encuentros con los jóvenes universitarios

Segunda estrategia: programas de capacitación en emprendimiento

La segunda estrategia permitió identificar que la capacitación del capital humano es un aspecto necesario y debe ser enfocado en la población joven. Para Rojas Casarrubias et al. (2025) son acordes con los resultados, la participación de los jóvenes ha mostrado un interés de emprender y liderar para abordar las necesidades ambientales territoriales (Tabla 2). Los resultados arrojan que la capacitación de una población joven funcionaría como una estrategia de desarrollo local, ya que puede sentar las bases no solo desde el punto de vista empresarial, sino también, de comunidades con una visión sustentable y ambientalmente responsables. Con todo y ello, la estrategia se focaliza en proporcionarles a los participantes que deseen emprender, los instrumentos de apoyo a nivel institucional, como el asesoramiento técnico y el fomento del crecimiento de las empresas a nivel territorial y ambiental.

Tabla 2.

Programas de capacitación en emprendimiento

Estrategia	Programa de capacitación en emprendimiento
Nombre de la estrategia	“Emprendamos juntos”
Objetivo específico	Educar sobre el emprendimiento y el fortalecimiento de las ideas de negocios.

Acciones a implementar	<ol style="list-style-type: none"> 1. Formar para el emprendimiento. 2. Construir la idea de negocio. 3. Identificar los factores que influyen en la idea de negocios dentro del municipio de Cadereyta de Montes. 4. Buscar fuentes de financiamiento.
Indicadores de desempeño	<ol style="list-style-type: none"> 1. Número de capacitaciones. 2. Número de personas capacitadas. 3. Número de ideas de negocios emprendidos. 4. Número de emprendimientos asesorados.
Temporalidad	2024-2025
Actores involucrados	<ol style="list-style-type: none"> 1. Jóvenes. 2. Emprendedores. 3. Ejidatarios. 4. Población en general.
Monitoreo	<ol style="list-style-type: none"> 1. Asistencia técnica en los primeros meses de creación del negocio. 2. Asistencia técnica para emprender (incubadora de negocios).
Desafíos	Dentro de los aspectos que se contemplan para concretar esta estrategia es la falta de capacidades tecnológicas y el capital humano necesario para brindar asistencia técnica y ofrecer un entrenamiento adecuado a los jóvenes o personas involucradas que quieren desarrollar sus ideas de negocio y convertirse en emprendedores.

Fuente: elaboración propia a través de los talleres y los encuentros con los jóvenes universitarios

Tercera estrategia: fortalecimiento de prácticas ambientales empresariales

La estrategia de fortalecimiento en prácticas empresariales sustentables ofrece una visión amplia a tener en cuenta para el desarrollo local (Tabla 3). Esta estrategia, titulada “La sustentabilidad del camino”, para Qin et al. (2019), también es un llamado de los participantes para que las empresas se involucren más en las comunidades, atiendan las necesidades territoriales/ambientales, y fortalezcan los vínculos con el sector productivo y el capital humano. La estrategia pretende llevar a los empresarios a tomar decisiones frente a la sustentabilidad de los municipios de Cadereyta de Montes, Tolimán, Ezequiel Montes y Colón, convertirlo en un escenario propicio para la sustentabilidad de los negocios y su aporte al medio ambiente. Esto también es propuesto por Solís-Lozano et al. (2022), quienes concluyen qué es importante impulsar el desarrollo local a través de la producción agrícola en función del aprovechamiento de las ventajas estratégicas y competitivas, así como, el trabajo en equipo entre los actores locales como las Instituciones de Educación Superior, Asociaciones Civiles, Centros de Investigación, Empresas Privadas y Dependencias Gubernamentales.

Tabla 3.

Fortalecimiento en prácticas empresariales sostenibles

Estrategia	Fortalecimiento de prácticas ambientales empresariales
Nombre de la estrategia	“La sustentabilidad es el camino”
Objetivo específico	Educar sobre la importancia de tener empresas sustentables en el municipio de Cadereyta de Montes.

Acciones a implementar	<ol style="list-style-type: none"> 1. Realizar un diagnóstico de la sustentabilidad en las micro, pequeñas, medianas y grandes empresas. 2. Cada empresario exponga las necesidades de su organización. 3. Capacitar a los empresarios para tomar decisiones sustentables a nivel organizacional.
Indicadores de desempeño	<ol style="list-style-type: none"> 1. Número de capacitaciones. 2. Número de personas capacitadas. 3. Número de empresas vinculadas al proceso de capacitación
Temporalidad	2024-2025
Actores involucrados	<p>Jóvenes. Emprendedores. Comerciantes. Secretarías. Empresarios.</p>
Monitoreo	<ol style="list-style-type: none"> 1. Revisar si a nivel organizacional existen estrategias. 2. Reuniones de empresarios periódicamente para tener un balance de la sustentabilidad. 3. Balances de sustentabilidad empresarial.
Desafíos	Dentro de los desafíos que se encuentran para esa estrategia está la poca vinculación empresarial. El clúster empresarial en el municipio de Cadereyta de Montes puede ser muy apático a la hora de revelar cifras y construir estrategias de gestión sustentable, así como a divulgarlas. Además, sentar a los diferentes empresarios y motivarlos puede ser un desafío en sí mismo. Sin embargo, esto plantea la posibilidad y necesidad de una política pública en esta estrategia.

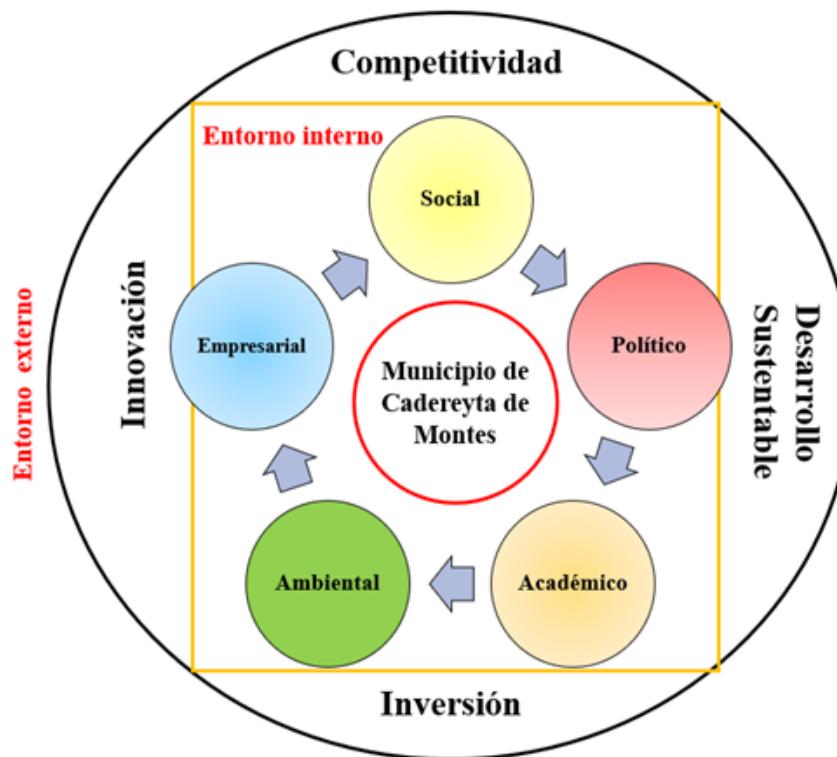
Fuente: elaboración propia a través de los talleres y los encuentros con los jóvenes universitarios

Esquema de desarrollo local, para la sustentabilidad y el medio ambiente desde la perspectiva de los jóvenes.

En esencia, el esquema propuesto desde los aspectos de la Quíntuple Hélice busca fomentar el desarrollo local para un ambiente sustentable (figura 2). Se propone, como una plataforma para futuros estudios que contribuyan al crecimiento tanto local como social y la conservación ambiental de las comunidades del área de estudio. De tal forma, el esquema contempla perspectivas que, incluyeron enfoques como el desarrollo local, el desarrollo endógeno y la sustentabilidad, los cuales contribuyeron a la fundamentación y comprensión del estudio. Uno de los hallazgos novedoso de la co-construcción del esquema, es que los jóvenes situaron como centro para una futura aplicación al municipio de Cadereyta de Montes, dicho hallazgo se comparte con el estudio de (Fedorenko, 2023; Rogerson, 2002).

Figura 2.

Modelo de gestión empresarial para el desarrollo local.



Fuente: elaboración propia con datos sistematizados de los objetivos.

Enfoque de desarrollo local

El esquema se sustenta en el enfoque de desarrollo local, ya que está centrado en una visión comunitaria y pertinente a nivel de estrategias que promuevan el crecimiento económico y social del sector, manteniendo el recurso natural como un elemento que puede convivir con la dimensión socioeconómica. Esto, a su vez, puede traer procesos de mejora en el bienestar de los individuos y el reconocimiento de las necesidades locales para mantener la sustentabilidad del recurso natural y del desarrollo local, algo que también examina (Gori y Sodini 2020; Silva et al., 2023). El esquema no se concibe como una medida política o económica, ni como una forma de gestionar el ambiente de forma sustentable en respuesta a unas necesidades, sino como un sentir social de los participantes de las diversas comunidades, que requieren atención por parte de la academia, el gobierno, la empresa, los agentes de financiamiento externos e internos, y el activismo.

Sustentabilidad

La sustentabilidad fue un eje crucial en el esquema que plantearon los participantes, integrando la relación adecuada con el medio ambiente desde las perspectivas económica, social y académica. Abordar el territorio desde una mirada ecológica ofrece una vía para

reinventar la producción y el uso de recursos naturales, redefiniendo así la percepción de la sustentabilidad. Este enfoque es validado por el estudio realizado por Vera y Romero (2022).

Enfocar la sustentabilidad en las comunidades del municipio de Cadereyta de Montes y sus procesos de desarrollo local, mediante la gestión de actores locales, podría posicionar al municipio en términos de competitividad. Esto se lograría a través de elementos sustanciales como la participación local activa y el compromiso de los actores en la toma de decisiones ambientales y de sustentabilidad. Además, este enfoque establecería un modelo de sustentabilidad basado en las necesidades locales, destacando especialmente la participación de la población juvenil.

Limitaciones del esquema

Dentro de las limitaciones encontradas en la propuesta esquemática se encuentra ¿el cómo integrar a los diversos actores que confluyen en el municipio de Cadereyta de Montes? esto podría permitir un crecimiento en términos de cohesión comunitaria y social, donde los aspectos políticos y de poder no interfieran en el desarrollo de acciones basadas en la sustentabilidad y la protección del medio ambiente. Sin embargo, la percepción de los participantes sigue siendo bastante crítica al respecto. Los cambios políticos y los movimientos partidistas son factores que deben considerarse en cualquier implementación y acción estratégica orientada al desarrollo local. Es necesario que las autoridades del municipio diseñen e implementen más acciones directas para la conservación del agua, reducir las emisiones y mitigar el impacto ambiental. Otra limitación es que el desarrollo local no debe verse como un proceso de política pública que se puede activar por intereses políticos sino más bien por unas políticas públicas claras, orientadas a resolver problemas concretos y construidas con participación ciudadana. Las agendas sociales son otra limitación que debe abordarse, especialmente en cuanto a cómo involucrar a la comunidad desde el fortalecimiento y los liderazgos comunitarios. Esto también está presente y sugerido en los estudios de Nóbrega et al. (2021) y Mélega et al. (2025), donde se plantea cómo el desarrollo local permite ciertos encadenamientos de procesos de participación y construcción de políticas públicas enfocadas y afianzadas hacia un bienestar colectivo y ambiental.

CONCLUSIONES

Se alcanzó el objetivo principal de la investigación de crear el esquema de desarrollo local sustentable, mediante un proceso participativo centrado en el conocimiento, vivencias y las perspectivas de un grupo de jóvenes participantes.

Es relevante crear e implementar estrategias desde el conocimiento local que apuntalen a la sustentabilidad y la mitigación de los problemas ambientales asociados a los diversos sectores económicos del municipio de Cadereyta de Montes. Los participantes, fueron contundentes y propusieron tres estrategias para el desarrollo local sustentable, entre los cinco actores del modelo Quíntuple Hélice, que promuevan la responsabilidad am-

biental, la gestión ambiental comunitaria y la participación ciudadana.

También se recomienda empezar a determinar y medir los índices de sustentabilidad de Cadereyta de Montes, dado que su economía está en ascenso en el estado de Querétaro y cuenta con un potencial humano importante en términos de capacidades y personas con formación universitaria. Esto forma parte de las estrategias de desarrollo local que deben considerarse desde una perspectiva comunitaria y territorial. Un punto clave al que llegó este ejercicio investigativo es que ninguna estrategia o esquema de gestión de desarrollo local puede ser tan satisfactorio como aquel que se genera desde las necesidades locales, territoriales y comunitarias. Plantear una estrategia requiere más que un proceso burocrático, es un proceso de intervención social, y esta investigación da cuenta de ello.

Finalmente, la estrategia de la Quíntuple Hélice fue un elemento que permitió entender la complejidad del desarrollo local. Elementos catalizadores como la participación de la sociedad, los jóvenes y la necesidad de generar espacios de diálogo y debate sobre la sustentabilidad del municipio son aspectos que deben seguir desarrollándose. Los universitarios deberían apropiarse de estos espacios para formular estrategias ambientalmente sustentables.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aillón Valverde, O. E., Daza Bernal, J. A., y Pantoja Terán, J. L. (2020). Desarrollo empresarial, gestión ambiental y calidad de vida en el municipio de Sucre. *Revista Investigación y Negocios*, 13(21), 77-85. <https://doi.org/10.38147/inv&neg.v13i21.84>
- Alencastro Guerrero, A. P., Castañón Rodríguez, J., Quiñonez Cabeza, M. R., y Egas Moreno, F. (2020). Planificación estratégica para el desarrollo territorial de la Provincia Esmeraldas en Ecuador. *Revista de Ciencias Sociales (Ve)*, XXVI (3), 130-147.
- Almaguer-Torres, R. M., Pérez-Campaña, M., y Aguilera-García, L. O. (2020). Procedimiento para la gestión integrada y por procesos de proyectos de desarrollo local. *Retos de la Dirección*, 14(1), 89-115. <http://www.scielo.sld.cu/pdf/rdir/v14n1/2306-9155-rdir-14-01-89.pdf>
- Armendáriz, A. M., Torres, V. G. L., y Concha, J. C. P. (2024). Tourist Destinations with Asymmetrical Local Development: The ‘Integrally Planned Tourist Centres’ of los Cabos and Loreto, Baja California Sur (México). *Revista de Gestão Social e Ambiental*, 18(1), e07283. <https://doi.org/10.24857/rgsa.v18n1-200>
- Ávila-López, C. M., Pinkus-Rendón, M. J. (2018). Teorías económico-ambientales y su vínculo con la dimensión social de la sustentabilidad en Áreas Naturales Protegidas. *CienciaUAT*, 13(1), 108-122. <https://doi.org/10.29059/cienciauat.v13i1.960>
- Behera, D. K. (2023). Promoting Sustainable Development Through Environmental Po-

- licy, Green Technologies, and Effective Waste Management: A Comprehensive Review. *Journal of Multidisciplinary Science: MIKAILALSYS*, 1(2), 179-198. <https://doi.org/10.58578/mikailalsys.v1i2.1675>
- Bortz, G., Garrido, S. (2024). Nuevas herramientas para analizar dinámicas de participación en proyectos de desarrollo local. *Revista Reflexiones*, 103(1), 1-19. <https://doi.org/10.15517/rr.v103i1.50707>
- Cai, J., Chen, Q., y Zhang, Z. (2024). Balancing Environmental Sustainability and Economic Development: Perspectives from New Structural Economics. *Sustainability*, 16(3), 1124. <https://doi.org/10.3390/su16031124>
- Castillo-Vergara, M. (2020). La teoría de las N-hélices en los tiempos de hoy. *Journal of technology management & innovation*, 15(3), 3-5. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-27242020000300003>
- Covarrubias Melgar, F. (2024). Gobernanza para la ciudad: El poder de decisión de los ciudadanos. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales – Relacis*. V.3 (1). <https://zenodo.org/records/14788155>
- Covarrubias Melgar, F., Rodríguez Herrera, A. L., Galán Castro, E. A., Ruz Vargas, M. I., & Reyes Umaña, M. (2022). La participación y gobernanza en la planeación urbana de Acapulco. *Regions and Cohesion*, 12(3), 110-133. Retrieved Sep 16, 2025, from <https://doi.org/10.3167/reco.2022.120306>
- Custodio, L. L. P., & Martins, M. de F. (2024). Municipal Governance Model Aligned with the Sdgs: Monitoring Proposal in Municipalities. *Revista De Gestão - RGSA*, 18(2), e04888. <https://doi.org/10.24857/rgsa.v18n2-090>
- Data México. (2023). Cadereyta de Montes: Economía, empleo, equidad, calidad de vida, educación, salud y seguridad pública. Data México. <https://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/geo/cadereyta-de-montes>
- Etzkowitz, Henry and Leydesdorff, Loet, The Triple Helix -- University-Industry-Government Relations: A Laboratory for Knowledge Based Economic Development (January 1, 1995). EASST Review, Vol. 14, No. 1, pp. 14-19, 1995, Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=2480085>
- Etzkowitz, H. (2008). The triple helix: University-industry-government innovation in action. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203929605>
- Fedorenko, T. (2023). A system for managing the local economic development of communities. *Scientific Bulletin of Mukachevo State University. Series "Economics"*, 4(10). <https://doi.org/10.52566/msu-econ4.2023.76>
- Feng, Y., Chen, R., y Xu, G. (2025). Sustainability of the Rural Environment Based on a

- Tripartite Game Among Government, Enterprises, and Farmers Under the Prisoner's Dilemma. *Sustainability*, 17(2), 436. <https://doi.org/10.3390/su17020436>
- Foote, J., Midgley, G., Ahuriri-Driscoll, A., Hepi, M., y Earl-Goulet, J. (2021). Systemic evaluation of community environmental management programmes. *European Journal of Operational Research*, 288(1), 207-224. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2020.05.019>
- Galán-Castro, E. A. G., Rodríguez-Herrera, A. L., y Rosas-Acevedo, J. L. (2021). Gobernanza hídrica como securitización socioambiental en la subcuenca La Sabana-Tres Palos, Acapulco. *Regions and Cohesion*, 11(1), 49-72. <https://doi.org/10.3167/reco.2021.110104>
- González Insua, M., Zulaica, M.L. (2025). Valorización de reciclables y evaluación de la sustentabilidad: Propuesta metodológica para una ciudad intermedia argentina. *Revista de Ciencias Ambientales*, 59(1), 1-2. <https://doi.org/10.15359/rca.59-1.8>
- Gori, L., y Sodini, M. (2020). Endogenous labour supply, endogenous lifetime and economic development. *Structural Change and Economic Dynamics*, 52, 238-259. <https://doi.org/10.1016/j.strueco.2019.11.006>
- INEGI, (Instituto Nacional de Geografía y Estadística). (2020). Censo de Población y Vivienda 2020. <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/>
- Kurbanov, S., Meshchangina, E., y Stefanova, N. (2023). Environmental economics and sustainable development. *E3S Web of Conferences*, 451, 01010. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202345101010>
- Leite, F. S., Sousa, I. F. de, y Costa, J. S. F. (2023). Agenda Ambiental na Administração Pública: Uma análise da adesão da UFS às diretrizes propostas pela A3P. *Revista Brasileira de Meio Ambiente*, 11(2), 2. <https://www.revistabrasileirademedioambiente.com/index.php/RVBMA/article/view/1426>
- Lima Vargas, Álvaro E., Sánchez Gallardo, A. M., & Cardona Castaño, J. C. (2025). Destinos turísticos y políticas hídricas: la percepción de la población frente al uso del agua. *Perspectiva Científica*, 2(1), 34-61. <https://doi.org/10.64385/PRDT4105>
- Lu, X., y Tao, X. (2024). Local Government Environmental Attention and Urban Land Green Use Efficiency in China: The Intermediary Role of Industrial Restructuring. *Land*, 13(1), 21. <https://doi.org/10.3390/land13010021>
- Mélega, J. C., Barros, J. D., Arcoverde, G. F. B., y Henrique, R. (2025). A percepção da paisagem como subsídio para Políticas Públicas: Uma análise crítica a partir da bacia do rio Paraíba do Sul, porção paulista. *Revista Brasileira de Meio Ambiente*, 13(1), 1. <https://www.revistabrasileirademedioambiente.com/index.php/RVBMA/article/view/1782>

Mosqueira Campos, A., & Lavaggi, M. (2020). Diagnóstico participativo de calidad de agua como herramienta para la gestión ambiental. El caso del Municipio de Vichadero, Rivera, Uruguay. *Tekoporá*. Revista Latinoamericana De Humanidades Ambientales Y Estudios Territoriales. ISSN 2697-2719, 2(1), 74-97. <https://doi.org/10.36225/tekopora.v2i1.32>

Nóbrega, D. N. da, Monteiro, B. E. F., Limeira, M. C. A., Melo, A. L. T. M. de, Nunes, D. M., Silva, R. A. F., Alves, G. C., Silva, R. F., Oliveira, I. N., Paulino, L. R. S., Monteiro, P. F. F., y Carvalho, R. de C. X. (2021). Estudos de Etnozoologia Realizados nas Comunidades Pesqueiras no Nordeste do Brasil: Revisão Sistemática. *Revista Brasileira de Meio Ambiente*, 9(3). <https://www.revistabrasileirademedioambiente.com/index.php/RVBMA/article/view/914>

Nygren, A. (1999). Local Knowledge in the Environment–Development Discourse: From dichotomies to situated knowledges. *Critique of Anthropology*, 19(3), 267-288. <https://doi.org/10.1177/0308275X9901900304>

Ocampo, J. A., y Titelman, D. (2023). Rethinking Development in Latin America. *Journal of Human Development and Capabilities*. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/19452829.2023.2264005>

O'Hara, S., Ahmadi, G., Hampton, M., y Dunson, K. (2023). Telling Our Story—A Community-Based Meso-Level Approach to Sustainable Community Development. *Sustainability*, 15(7), 5795. <https://doi.org/10.3390/su15075795>

Palmieri, S., Bisson, M., Palomba, R., Ianniello, A., y Botta, L. (2023). Enhance local communities through Design: A holistic approach to regenerate rural environments. *Strategic Design Research Journal*, 16(1). <https://doi.org/10.4013/sdrj.2023.161.16>

Qin, Y., Harrison, J., y Chen, L. (2019). A framework for the practice of corporate environmental responsibility in China. *Journal of Cleaner Production*, 235, 426-452. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.06.245>

Reséndiz-Martínez, J., Cardona-Castaño, J. C., Ortiz-Nieto, G., Quevedo-Martínez, E. A., y Vasco-Leal, J. F. V.-L. (2025). Gestión estratégica para el desarrollo empresarial: Diagnóstico de las necesidades locales. Caso Municipio de Cadereyta de Montes (México). *Brazilian Journal of Development*, 11(2), e77882-e77882. <https://doi.org/10.34117/bjdv11n2-065>

Rivas Castillo, C., & Lechuga Cardozo, J. I. (2019). Marco jurídico internacional y latinoamericano de la responsabilidad ambiental empresarial. *Cuaderno Jurídico Y Político*, 5(13), 20–35. <https://doi.org/10.5377/cuadernojurypol.v5i13.11129>

Rogerson, C. M. (2002). Planning local economic development: Policy challenges from

- the South African experience. *Africa Insight*, 32(2), 39-45. <https://doi.org/10.4314/ai.v32i2.22286>
- Rojas Casarrubias, C., Aparicio López, J. L., Rodríguez Alviso, C., Castro Bello, M., y Villerías Salinas, S. (2025). Community Environmental Leadership and Sustainability: Building Knowledge from the Local Level. *Sustainability*, 17(8), 3626. <https://doi.org/10.3390/su17083626>
- Ruiz-Real, J. L., Uribe-Toril, J., De Pablo Valenciano, J., y Pires Manso, J. R. (2019). Ibero-American Research on Local Development. An Analysis of Its Evolution and New Trends. *Resources*, 8(3), 124. <https://doi.org/10.3390/resources8030124>
- Santos, G. S., Pessoa, T. B. A., Paes, T. A. S. V (2022). Qualidade da água de consumo de comunidades rurais do Vale do Jiquiriçá (Bahia): análise microbiológica e percepção dos indivíduos. *Revista Brasileira de Meio Ambiente*, v.11, n.2, p.002-016. <https://www.revistabrasileirademedioambiente.com/index.php/RVBMA/article/view/1334>
- Santos, M. (1990). Por una geografía nueva. https://www.academia.edu/download/37681958/Milton_Santos__Por_una_Geografia_Nueva_completo.pdf
- Sili, M., Haag, M. I., y Nieto, M. B. (2022). Constructing the Transitions and Co-Existence of Rural Development Models. *Sustainability*, 14(8). <https://doi.org/10.3390/su14084625>
- Silva, A. F., Sánchez-Hernández, M. I., y Carvalho, L. C. (2023). Local Public Administration in the Process of Implementing Sustainable Development Goals. *Sustainability*, 15(21), Article 21. <https://doi.org/10.3390/su152115263>
- Solís-Lozano, J. A., Cuellar-Núñez, L., Vivanco-Vargas, M., Méndez-Gallegos, S. de J., & Vasco-Leal, J. F. (2022). Strategic and competitive advantages of the agricultural sector in Querétaro, Mexico. *Agro Productividad*. <https://doi.org/10.32854/agrop.v15i2.2099>
- Tang, P., Huang, J., Zhou, H., Fang, C., Zhan, Y., y Huang, W. (2021). Local and telecoupling coordination degree model of urbanization and the eco-environment based on RS and GIS: A case study in the Wuhan urban agglomeration. *Sustainable Cities and Society*, 75, 103405. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.103405>
- Vera Vera, A. A., & Romero Chavez, S. A. (2022). Local development from the perspective of community leadership. *Minerva*, 3(9), 28-37. <https://doi.org/10.47460/minerva.v3i9.70>
- Vergel-Ortega, M., Vega, O. M., y Bustos-Urbano, V. J. (2020). Modelo de quíntuple hélice en la generación de ejes estratégicos durante y postpandemia 2020. *Revista Boletín Redipe*, 9, 9 (2020), 92-105. <https://doi.org/10.36260/rbr.v9i9.1066>

Zuluaga Aldana, A., Durán-Cepeda, J., & García Mogollón, J. (2021). Dimensión territorial del desarrollo económico productivo desde condiciones territoriales de Chiriguaná (Cesar). *Conocimiento Global*, 6(S2), 289-306. <https://doi.org/10.70165/cglobal.v6iS2.227>