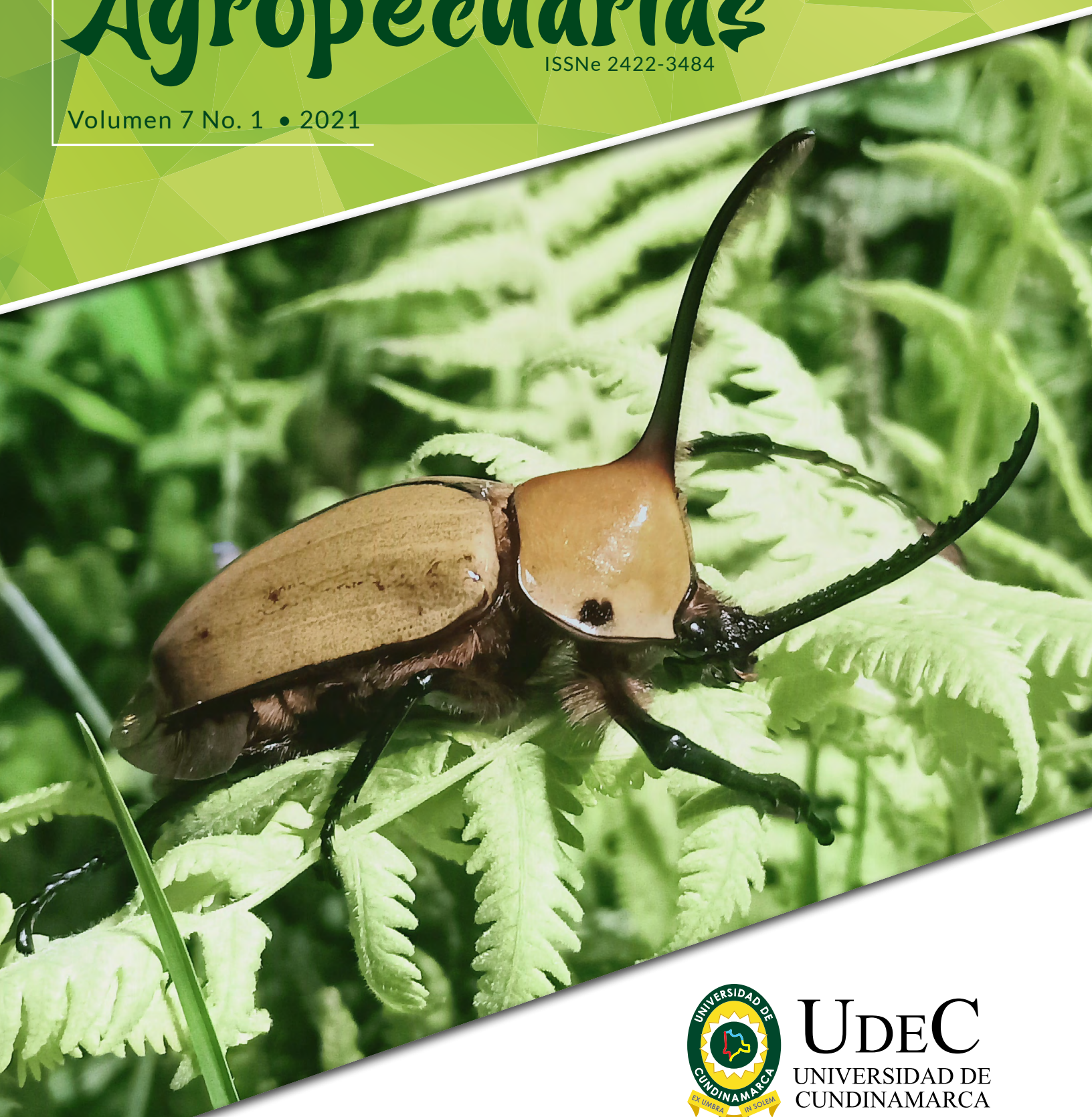


Revista

# Ciencias Agropecuarias

ISSNe 2422-3484

Volumen 7 No. 1 • 2021



**UDEC**  
UNIVERSIDAD DE  
CUNDINAMARCA

Revista  
**Ciencias Agropecuarias**  
ISSNe 2422-3484

Volumen 7 No. 1 • 2021

Adriano Muñoz Barrera  
**Rector**

María Eulalia Buenahora Ochoa  
**Vicerrectora Académica**

Dr. Olga Marina García Norato  
**Directora de Investigación Universitaria**

Vilma Moreno Melo  
**Decana  
Facultad de Ciencias Agropecuarias**

Prof. Nelson Enrique Arenas Suárez,  
**Editor Revista de Ciencias Agropecuarias**

Facultad de Ciencias Agropecuarias  
Sede Fusagasugá

© Universidad de Cundinamarca, 2021



**UDEC**  
UNIVERSIDAD DE  
CUNDINAMARCA

## COMITÉ EDITORIAL

Prof. Juan Camilo Álvarez Mahecha,  
Universidad de Cundinamarca, Colombia

Prof. Edwin Davier Correa Rojas,  
Universidad de Cundinamarca

Prof. Laura Inés Cuervo Soto,  
Universidad Antonio Nariño, Colombia

Prof. Sandra Milena Coronado,  
Universidad de Cartagena, Colombia

Dr. Juan Carlos Osma Rozo,  
Universidad Autónoma de Bucaramanga  
y Fundación Universitaria Monserrate,  
Colombia

Dra. Edna Rocío Cabrera Martínez,  
Universidad del Cauca, Colombia

Prof. César Augusto Prias Márquez,  
Universidad Nacional Abierta y a Distancia  
(Unad), Colombia

Prof. Julie Rosseli Suárez Vera,  
Corporación Universitaria Mínutu de Dios  
CRS, Colombia

Prof. Diego Zanetti, IFSULDEMINAS -  
Federal Institute of Education,  
Science and Technology of the South  
of Minas Gerais, Brasil

Prof. Ayixon Sánchez Reyes,  
Instituto de Biotecnología, Unam, México

Prof. Ramón Alberto Batista García,  
Universidad Autónoma del Estado  
de Morelos, México

Prof. María del Rayo Sánchez Carbente,  
Universidad Autónoma del Estado de Morelos

Dr. Amador Goodridge,  
Instituto de Investigaciones Científicas y  
Servicios de Alta Tecnología INDICASAT-AIP,  
Panamá

Prof. Víctor Hugo Herrera Franco,  
Universidad Nacional de Colombia, sede  
Medellín

Prof. Benjamin Dias Osorio Filho, Uni-  
versidade Estadual do Rio Grande  
do Sul, Brasil

Dra. Daiane Moreira Silva,  
IFSULDEMINAS - Campus Machado, Brasil

Prof. José Camilo Torres Romero,  
Unad

Dr. Víctor Manuel Acero Plazas,  
Asociación Nacional de Médicos Veterinarios  
de Colombia (Amevec)



**Editorial**  
UCundinamarca



**UDEC**  
UNIVERSIDAD DE  
CUNDINAMARCA

## EDITORIAL

**Dirección editorial y editora:** Olga Marina García Norato

**Corrección de estilo:** Yesid Castiblanco Barreto

**Diseño editorial:** Zulma Milena Useche Vargas

**Registro digital:** Ana Milena Bejarano Torres

**Fotografía Portada:** Biodiversidad de artropofauna del cañón de las Hermosas en el municipio de Chaparral, Tolima. Fotografía del profesor Jack Fran Armengot García Pérez y estudiantes de la Institución Educativa Técnica Álvaro Molina, de Chaparral.

## DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN

Universidad de Cundinamarca  
www.ucundinamarca.edu.co  
editorial@ucundinamarca.edu.co  
Diagonal 18 No. 20 - 29  
Fusagasugá - Cundinamarca

## Editorial

Artropofauna como herramienta potencial para el ecoturismo del cañón de Las Hermosas en el municipio de Chaparral, Tolima .....	5
Arthropod-fauna as a potential tool for ecotourism in the Canyon “Las Hermosas” in Chaparral municipality, Tolima	

## Artículos de revisión

A glance at the 21 <sup>st</sup> -century livestock industry and breeding .....	11
Un vistazo a la industria ganadera y a la cría en el siglo XXI	
Análisis comparativo de métodos de conservación de forraje y su impacto en la producción de leche bovina en el trópico alto .....	27
Comparative analysis of forage conservation methods and their impact on bovine milk production in the high tropic	
El compostaje: una alternativa para la recuperación de suelos contaminados por agroquímicos para el pequeño productor .....	51
Composting: an alternative for soil recovery by agrochemical contaminants for the small producer	

Oportunidades de exportación de piña (Ananas comosus) en el mercado francés .... Export opportunities for pineapple (Ananas comosus) on the French market	69
<b>Artículos de reflexión</b>	
Feeding fat in pig and dairy cattle ..... Alimentación con lípidos en cerdos y vacas lecheras	85
<b>Memorias de evento académico</b>	
2.º Encuentro Internacional Académico Multidisciplinario de Salud Pública Veterinaria con Enfoque One Health.....	93
<b>Guía de autor</b> .....	125



# Artropofauna como herramienta potencial para el ecoturismo del cañón de Las Herosas en el municipio de Chaparral, Tolima

Arthropod-fauna as a potential tool for ecotourism in the Canyon  
“Las Herosas” in Chaparral municipality, Tolima

Jack Fran Armengot García Pérez<sup>1\*</sup>



Cómo citar este artículo: García Pérez JFA. Artropofauna como herramienta potencial para el ecoturismo del cañón de Las Herosas en el municipio de Chaparral, Tolima. Revista Ciencias Agropecuarias. 2021;7(1):5-9. DOI:

<sup>1</sup> IDEAD Universidad del Tolima, programa de Ingeniería en Agroecología. Docente del área de Ciencias Naturales y Educación Ambiental, Institución Educativa Técnica Álvaro Molina, Chaparral (Tolima).

\*Autor de correspondencia:  
jack.garcia@sedtolima.edu.co

En nuestro país el Programa Nacional de Biocomercio Sostenible 2014-2024 reconoce que los sistemas productivos de biocomercio pueden estar basados en el uso y aprovechamiento de la biodiversidad en tres escalas (o líneas), y la primera es delimitada en los ecosistemas con el turismo enfocado en la naturaleza (ecoturismo) (1). El ecoturismo es aquella forma de turismo especializado y dirigido que se desarrolla en áreas con un atractivo natural especial y se enmarca en los parámetros del desarrollo humano sostenible. Es una actividad controlada y dirigida que produce un mínimo impacto en los ecosistemas naturales, respeta el patrimonio cultural, educa y sensibiliza a los actores involucrados acerca de la importancia de conservar la naturaleza. El desarrollo de las actividades ecoturísticas debe generar ingresos destinados al apoyo y fomento de la conservación de las áreas naturales en las que se realiza y a las comunidades aledañas (2).

Colombia es el segundo país más biodiverso del mundo, y es el primero con mayor número de aves, orquídeas y mariposas; además, es el segundo en plantas, anfibios y peces dulceacuícolas, el tercero en palmas y reptiles y el sexto en mamíferos (3). Desde esta dimensión de riqueza, diversidad y composición de fauna y flora, el desarrollo en nuestro país debe estar ligado a procesos bioeconómicos que permitan el manejo sostenible de la biodiversidad, no solo conservando diferentes ecosistemas sino también fortaleciendo las economías locales y rurales, en las cuales las comunidades son las que se benefician de forma directa, dejando atrás el camino de los *commodities*, es decir de la economía extractivista y totalmente ligada a procesos energívoros que requieren, en especial, de los combustibles fósiles.

El cañón de Las Herosas está ubicado en el municipio de Chaparral (Tolima), pertenece a la cuenca del río Amoyá y forma parte integral del macizo colombiano. El corregimiento de Las Herosas tiene una extensión aproximada de 46 701 ha y una población cercana a los 7000 habitantes. Este territorio colinda con el Parque Nacional Natural Las Herosas y está compuesto por 28 veredas (4).

Según lo reportado en el diagnóstico ambiental del corregimiento de Las Herosas, en el Plan de Desarrollo Sustentable 2015-2030, se registran 97 especies de flora, entre las que se destacan: nogal (*Cordia alliodora*), caucho (*Hevea brasiliensis*), laurel amarillo (*Ocotea oblonga*), cedro (*Cedrela montana*), eucalipto (*Eucalyptus* sp.) y guayabo (*Psidium guajava*). En cuanto a la fauna, 333 especies se encuentran actualmente en el corregimiento, entre las que se destacan guacharacas (*Ortalis guttata*), armadillos (*Cabassous centralis*) y ñeques (*Dasyprocta punctata*) (5).

Ante este potencial florístico y faunístico de la ecorregión del cañón de Las Herosas, resulta importante fomentar el ecoturismo con otros grupos taxonómicos, además de las aves, y con este panorama, el ecoturismo entomológico puede generar actividades enmarcadas en fortalecer las rutas paisajísticas presentes en esta región con recursos hídricos esenciales como los ríos Amoyá, Negro y Davis y muchas quebradas rodeadas de vegetación en sucesión y relictos de bosque nativo.

La promoción del ecoturismo entomológico presenta muchos propósitos y el más simple es que las personas accedan a un mejor conocimiento sobre los insectos y cómo estos se conectan con la demás vida silvestre, como por ejemplo su relación con las plantas de las cuales dependen. También está el papel de los insectos en el reciclaje de nutrientes y la polinización, en conjunto con la función trófica, ya que muchos insectos son la base alimenticia de otros organismos (6). Es el caso de Malasia, en donde en el área de conservación del cañón Imbak, se delimitaron dos senderos de 1 km para ecoturismo entomológico, donde se analizó la percepción de 384 turistas con una tendencia de fascinación por las mariposas, los escarabajos y las moscas (7). En el plano nacional, aunque existen diferentes museos entomológicos en universidades y centros de investigación, así como mariposarios en zoológicos y reservas naturales, se requiere comenzar a explorar *in situ* el potencial de la artropofauna en procesos de educación ambiental y fortalecer las economías comunitarias que incluyan en sus senderos, rutas y circuitos turísticos, la observación y el registro de la artropofauna con la capacitación previa de personal de la región en áreas como la ecología, la entomología o la zoología.

Como iniciativa, la Institución Educativa Técnica (IET) Álvaro Molina propone a corto y mediano

plazos implementar en el plan de estudios áreas relacionadas con la agroecología, el ecoturismo y la etnobotánica, todas disciplinas de interés bioeconómico y que pueden agrupar en los senderos ecológicos el componente del avistamiento de avifauna en conjunto con el registro de invertebrados (Figura 1).



a. **Arachnida** - Theraphosidae



b. **Orthoptera** - Eumastacidae



c. **Coleoptera** - Melolonthidae (escarabajo rinoceronte)



d. **Mantodea** - Mantidae (mantis de escudo)

**Figura 1.** Artropofauna presente en el cañón de Las Herosas (Chaparral, Tolima). a. Tarántula, por Milton Fabián Suárez Aguirre. b. Mantis de escudo, por Julián David Palma Cruz. c. y d. Eumastacidae y escarabajo rinoceronte, por Jack Fran Armengot García Pérez.

---

A largo plazo, la IET plantea en sus sedes el diseño de senderos ecológicos en un macrocircuito agroecoturístico con la asociatividad y participación de los cabildos indígenas, y las comunidades cafecultoras, paneleras y apícolas del cañón de Las Hermosas, entre otros sectores productivos, además de incentivos y el apoyo de los gobiernos municipal y departamental, así como de organizaciones no gubernamentales internacionales.

## Agradecimientos

El autor agradece al rector Jaime Ernesto Aldana Martínez, al coordinador Míyer Rolando Pulido Muñoz y a los docentes Milton Fabián Suárez Aguirre y Julián David Palma Cruz de la IET Álvaro Molina, por su interés en la difusión de temas relacionados con la conservación de la fauna y la flora del cañón de Las Hermosas.

## Referencias

1. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Programa Nacional de Biocomercio Sostenible de Colombia (2014-2024) - PNBS. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, República de Colombia. 2014. Bogotá. Disponible en: <https://encolombia.com/economia/comercio/biocomercio-sostenible/programa-nacional-pnbs/>
2. Ministerio del Interior y de Justicia. Decreto Nacional 2590. República de Colombia. 2009, julio. Bogotá. Disponible en: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=36779>
3. Biodiversidad Colombia. Biodiversidad en cifras. Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia. Portal de datos, versión 2020-1. 2020. Disponible en: <https://cifras.biodiversidad.co/>
4. Instituto Latinoamericano para una Sociedad y un Derecho Alternativo (ILSA). Las Hermosas. Hidroeléctrica del río Amoyá y luchas por el territorio. 2014. Número 2. Colección Conflictos Socioterritoriales Empresas versus Derechos Humanos. Instituto Latinoamericano para una Sociedad y un Derecho Alternativo (ILSA), Asociación de Trabajadores Campesinos del Tolima (ASTRACATOL). Bogotá, Colombia. Disponible en: <https://issuu.com/ilsaenred/docs/tolima>
5. Aya SM, Méndez YA, Camacho AV, Sierra AM, Rodríguez IG, Jaramillo MH *et al.* Plan de Desarrollo Sustentable del corregimiento Las Hermosas 2015-2030. Cañón de Las Hermosas, departamento del Tolima. 2014. Asociación de Las



Hermosas con Desarrollo al Futuro. Proyecto Formulación Participativa del Plan de Desarrollo del corregimiento Las Hermosas. Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá.

6. Courtland Whelan J. Experiments with entomological ecotourism models and the effects of ecotourism on the overwintering monarch butterfly (*Danaus Plexippus*). Doctoral Dissertation from the Graduate School of the University of Florida. Doctoral degree of Philosophy, University of Florida. 2012. Disponible en: <https://ufdc.ufl.edu/UFE0044373/00001>
7. Fiffy HS, Nordiana MN, Mohammad ZZ, Noor IA, Norradihah I, Aqilah Awg AR *et al.* Tourists' perceptions of insects as the determinants of insect conservation through entomological ecotourism. *Journal of Tropical Biology and Conservation*. 2020;(17):79-95. Disponible en: <https://jurcon.ums.edu.my/ojums/index.php/jtbc/article/view/2650>



# A glance at the 21<sup>st</sup>-century livestock industry and breeding

## Un vistazo a la industria ganadera y a la cría en el siglo XXI

Arth David Sol Valmoria Ortega<sup>1,2\*</sup> 

Cómo citar este artículo: Valmoria Ortega ADS. A glance at the 21st-century livestock industry and breeding. Revista Ciencias Agropecuarias. 2021;7(1):11-26 . DOI:

1 University of Debrecen, Faculty of Agriculture and Food Sciences and Environmental Management, Institute of Animal Science, Department of Animal Nutrition and Physiology, Böszörményi street 138, 4032, Debrecen, Hungary.

2 University of Debrecen, Doctoral School of Animal Science.

\*Corresponding author: ortega.david@agr.unideb.hu

### Abstract

*The livestock and poultry industry plays a significant role in providing food to the global population, which is a great and constant challenge for the said industry. The continuous rise in the global population threatens our natural resources and poses a great threat to food security and environmental sustainability. The excessive use of our natural resources and the increase of animal population to satisfy the ever-increasing demand for animal protein greatly contributes to climate change which then, in turn, jeopardizes the efficiency, reproductive performance, and productivity of food animals. Through the years, researchers in the field of animal nutrition and animal breeding constantly seek the best solution to mitigate these problems with due consideration to animal welfare. This led to the development of management tools and technologies such as precision livestock farming and biotechnology which improved*

**Keywords:** Poultry, Livestock, Animal production, Reproduction trends.

**Palabras clave:** aves de corral, ganadería, producción animal, tendencias de reproducción.

*the efficiency and productivity of food animals. Although these technologies greatly influence the success of global animal production, problems associated with food animal production is still evident. Thus, it is the objective of this paper to summarize such problems and prospects associated with cattle, pig, and poultry production and trends regarding their reproduction.*

## Resumen

La industria ganadera y avícola desempeñan un rol significativo en la provisión de alimentos para la población global, lo cual representa un desafío permanente y constante para la industria. El aumento continuo de la población mundial amenaza los recursos naturales y representa una gran amenaza para la seguridad alimentaria y la sostenibilidad ambiental. El uso excesivo de nuestros recursos naturales y el incremento de la población animal para satisfacer la demanda cada vez mayor de proteína animal contribuye en gran medida al cambio climático que, a su vez, pone en peligro la eficiencia, el rendimiento reproductivo y la productividad de los animales destinados a la alimentación. A lo largo de los años, las investigaciones en la nutrición animal y la cría de animales buscan constantemente la mejor solución para mitigar estos problemas con la debida consideración en el bienestar animal. Esto promueve el desarrollo de herramientas y tecnologías de gestión como la ganadería de precisión y la biotecnología, que han mejorado la eficiencia y la productividad de los animales destinados al consumo. Aunque estas tecnologías influyen en gran medida en el éxito de la producción animal mundial, los problemas asociados con la producción de animales destinados a la alimentación siguen siendo evidentes. Por lo tanto, el objetivo de esta revisión es presentar los problemas y las perspectivas asociados con la producción bovina, porcina y avícola y las tendencias en cuanto a su reproducción.



## Introduction

Living in the 21st century poses a lot of global concerns and challenges. Some of these are sustainability, climate change, continuous use of non-renewable resources depletion of fossil fuels, pollution, and natural hazards. These challenges are believed to be infinite and the only way to address them is to mitigate their effects. It can be said that all of these problems and challenges that we are facing today areas associated with the continuous rise in the human population and food security. Roser

*et al.* (1) made some predictions based on the demographic data gathered in the past years that by 2050 human population will reach 9.7 billion from the current population of 7.7 billion. This would certainly lead to an increase in the demand for food. This situation creates a huge challenge to the agriculture sector. With the ever-increasing demand for food, many industries in the agricultural sector particularly, the poultry and livestock industry have shown increase in meat, egg, and dairy production (Table 1) led by the top producing nations (Table 2).

**Table 1. Volume of meat production worldwide by type in million tons (2001-2020).**

Production	Year						
	2001	2005	2010	2015	2018	2019	2020
Poultry	76.14	86.74	105.82	123.13	127.3	133.6	136.8
Pork	90.76	98.78	108.97	119.41	120.9	109.8	101
Ruminant	7.63	75.6	80.74	83.62	87.3	88.6	88.2
Others	2.39	2.48	2.63	2.81	6.7	6.9	7
Total	239.65	263.60	298.16	328.97	342.2	338.9	333
Percentage change	na	10	13.11	10.33	0.31	-0.96	-1.74

*na: not applicable.*

*Source: Ritchie and Roser, 2019 (2) and FAO, 2020a (3)*

**Table 2. Top 5 producing nations in terms of meat, egg and dairy (2020).**

Commodities and production					
Countries	Meat, tonnes <sup>a</sup>	Countries	Egg, tonnes <sup>b</sup>	Countries	Dairy, TT-ME <sup>c</sup>
China	88,156,383	China	28,453,871	India	194,800
EU	63,845,936	EU	10,739,427	EU	176,719
USA	46,832,946	USA	6,706,770	USA	101,251
Brazil	29,341,250	India	5,775,000	Pakistan	57,722
Russia	10,629,378	Indonesia	4,753,382	China	35,894

*TT-ME: in thousand tonnes - milk equivalent.*

*Source: a Kreshner, 2020 (4), b FAO, 2021a, (5) (data available 2019), c FAO, 2021b (6)*

In the early years of the 21st century (2001-2010), there was a 24.41% increase in the volume of meat produced worldwide, and has been progressive for the last 20 years with an over-all increase of 38.95%, despite the slight decline of production from 2019 (338.9 million tons) to 2020 (333 million tons) due to various challenges (COVID-19) related market disruptions and animal diseases such as African Swine Fever (ASF) and Highly Pathogenic Avian Influenza (HPAI). Despite the decrease, the Food and Agriculture Organization (FAO), still projects an increase in global meat supply by 2030 of about 374 million tons (2,3). This projected increase in meat production means a significant increase in the number of animals to be slaughtered in the years to come and increase in the global livestock animal population. As data shows that even in a period of 8 years (2010-2018) food animal population had a steady increase led by chicken, cattle and pigs from 20.24 billion, 1.41 billion, and 971.95 million, heads respectively in 2010 to 23.70 billion, 1.48 billion and 978.33 million, heads respectively in 2018 (7). So, it can be said that the increase in the human population also leads to the increase of livestock animals. This immediate solution performed by the agriculture sector is in the hopes to satisfy the human need for animal products (meat, milk, and egg). Many people around the world have a high preference for animal-derived protein than plant protein. In 2020 the global per capita consumption of meat was 34.44 kg in retail weight equivalent (r.w.e) and is expected to increase by 35.4 kg (r.w.e) in the year 2030 (8). However, livestock production and intensification to satisfy the global demand for animal protein carries uncertainties and can have an impact on the environment and sustainability. Raising livestock involves excessive use of natural resources such as land and water. In some countries, forest lands are being converted into agricultural lands by which harms wild animals which can,

in turn, disturb the balance in the ecosystem. The continuous growth in the animal population can give rise to a competition of resources that man needs. Mono-gastric animals such as pigs and poultry depend on grains such as corn as a source of food and it greatly affects food availability in developing countries. Moreover, the increase in livestock population also leads to the increase of greenhouse gasses (GHG) emission. Poore and Nemecek (9) said that the entire food supply chain contributes about 26% of the global GHG emissions. Out of the various sectors in the food supply chain crops and livestock and fisheries contributes the most with a combined percentage (52%) of GHG emissions (10). As mentioned, crops are important in the livestock industry as 6% of its total production usually goes to the livestock industry for animal feed. Among the various livestock species, cattle (beef, dairy, manure, and draft power) are responsible for the majority of the emissions (65%) of the livestock sectors' emissions followed by swine (9%), buffalo meat, and dairy (8%), chicken meat and egg production (8%) and small ruminants, raised for dairy and meat (6%). While other poultry species contribute to the rest of the GHG emissions (11,12). Thus, emphasis on the efficiency of production should be looked into. Furthermore, raising animals leads to the continuous use of energy to operate heavy machinery and to provide a favorable environment for those animals that are intensively raised. This can have a big impact on the usage of non-renewable energy sources such as fuel. These facts supports the contribution of livestock and poultry production to climate change of which the top producing nations in terms of animal production listed in Table 2 had significantly contributed and can be highly affected by its adverse effects. Moreover, with the high animal intensification to cope up with the demand, animal's health and welfare can be jeopardized, thus creating more concern

in the society especially when brought up by animal activists. Thus, it can be said that these things can lead to a “perfect storm”. Fortunately, with problems arising from time to time, many people of science are continuously searching for practical and efficient solutions to these problems.

Amid these issues concerning the livestock industry, the hope lies in research and development to find ways to efficiently and ethically produce and raise livestock animals for human consumption. Although, management and production systems in mitigating the adverse effects of these issues have been in practice (for example, the creation and efficient utilization of carbon sinks to counter the GHG emission from livestock and poultry production) with the top producing nations in the industry as primary drivers (3,8). Most of these fall in the area of animal breeding. Genetic improvement through selective breeding and breeding intensification paved the way for the development of all livestock species. Animals now can grow faster and can efficiently produce more meat, milk, and egg compared to the past 30 years. However, we cannot deny the fact that there are also consequences and problems in animal breeding such as deterioration of other performance which is unintentional as well as cases of dystocia in breeding for large offspring, health, and welfare conditions of livestock animals. Through the years the intensification of livestock animals particularly pigs and poultry lead to efficiency of production as animals eat less and produce more meat and egg in a short period, however, consequences were observed as broilers showed metabolic problems and sows and cows showed reduced fertility during the high production period. In dairy cattle, the breeding for high production yield can lead to shortening of life expectancy as well as reduced fertility and compromised health (13,14). With

these facts, this paper will explore the various issues, concerns, and prospects as well as trends in livestock breeding with emphasis on cattle, pigs, and poultry.

## Issues and concerns in beef and dairy cattle breeding

Together with the continuous development of technologies and improvement of animal genetic lines for better production, issues, and problems that mainly concern the well-being of the animals, as well as the human population, are evident. Beef and dairy cattle combined had the 2nd highest animal population worldwide among the various food animals (7). This only shows that the demand for meat in milk worldwide is high and people deemed it essential in their diet. However, along with it is the increase in population growth that led to the increase in methane emission. Among the different livestock species cattle is the highest contributor of the greenhouse gasses mostly in the form of methane. In the livestock industry, methane emission is usually from enteric fermentation (40%) and manure left in the pasture which is about 16% (11,12). This is a big problem for both the dairy and beef cattle industry as GHG is the primary cause of climate change. One of climate change’s direct effects on animals is heat stress (HS). When the ambient temperature exceeds the upper critical limit of cattle (25°C, beef cattle) and (24°C, dairy cow) HS is evident (15). HS greatly affects the breeding and reproduction of cattle. When cows are exposed to HS, reproductive efficiency declines. High possibility of a reduction in the duration and intensity of estrus, along with altered follicular and impaired embryonic development, can be experienced by the animal when exposed to HS (16). The said reproductive failure is evident

as HS affects the animals' body homeostasis and it can alter secretion of hormones such as gonadotropins: luteinizing hormone (LH) and follicle-stimulating hormone (FSH) which are essential for reproduction (17). This shows that environmental factor is very important in animal breeding and it is a fact that climate change will still be a problem in the future if we will not do something for our environment today. Efforts from researchers, non-government, and government organizations lead to the development of technological advances in the hopes of addressing this situation. Most of it is done through proper nutrition and management (18). These mitigation strategies will only be effective if farmers are responsible for the way of raising their animals and thus in the future, uncertainties can still be expected and finding more practical and efficient ways of addressing these issues should always be a priority. Problems arising from various factors have a big impact on cattle breeding and should always be taken into consideration as they may also play a great role in addressing the key issues in animal breeding. Another issue in cattle breeding is how to sustain the desirable traits of the animal after breeding. This issue is relevant in intensive breeding and production as it can influence the farms' productivity and efficiency. With high intensification, the risk of breeding cattle susceptibility to diseases is also high which in turn can harm its breeding efficiency. Health is one of the most important factors to look into in animal breeding operations as it greatly affects the physiology of livestock animals. These concerns in livestock breeding, however, can be addressed and as time goes by, new development and technologies in the industry were made and paved the way for the improvement of the livestock industry.

## Trends and prospects in cattle breeding

Through the years the livestock industry has faced a lot of challenges which gives rise to new solutions, technologies that are practical and can show promising results. In the past, simple crossbreeding is done to obtain a desirable trait for the preferred production (meat or dairy) as well as for the animal's adaptability to a certain environment (tropical or temperate) without jeopardizing its production potential. In animal breeding, it is always a priority to have a progeny that exhibits heterosis and within a short period, to select individuals with high breeding values for traits of interest as parents to produce the next generation (19). Modernization in animal breeding paves its way in determining the efficient solution in addressing animal breeding problems, producing more productive animals to lessen the use of resources in producing animal derived food products and in obtaining the said objective with the use of genetic tools. Genetic modification (GM) and genomics can be introduced as a expeditious solutions to various problems in the field of animal breeding and genetics (20). As defined by The European Food Safety Authority (EFSA), the animals' genetic modification involves alteration of its genetic material by adding, changing, or removing certain DNA sequences in a way that does not occur naturally. It aims to modify specific characteristics of an animal or introduce a new trait, such as disease resistance or enhanced growth (20,21). Bengtsson *et al.* (22) evaluated Nordic dairy cattle by looking into the data from virgin heifer genomically enhanced breeding values (GEBV) and parent average breeding values (PA) to predict future cow performance and they concluded that the said technology can be used effectively in the farmers' herd.



Aside from the female line the said technology also showed promising results in the sire line. Hutchison *et al.* (23); Mrode *et al.* (24) reported that in the USA genomic selection improves the artificial insemination (AI) rates of active young bull sires (Holstein and Jersey) from 28 and 25% of inseminations in 2007, increased to 51 and 52%, respectively in 2012. The progress in controlled genetic modifications of farm animals would not have been possible without the development and refinement of the various reproductive techniques including *in vitro* fertilization, *in vitro* cultivation of embryos, and cloning techniques (20). Embryo transfer technology in cattle has long been refined since 1951 and is an essential technology for efficient breeding today. Genetic modification is proven to be effective in addressing cattle breeding problems and can have a beneficial impact on the livestock industry. With the use of this technology, the time and the number of animals used in researches to produce proven progeny can be lessened which can have a great impact on cattle producers as well as addressing ethical concerns. However, this technology has only been exploited in developed countries and some developing countries. The said technology is known but most developing countries have a small chance of practicing it as the cost of facilities and the technology's application is expensive. Thus, they continuously rely on the traditional way of animal breeding. The good thing is that there are non-profit organizations that can support these countries through research projects and thus opening an opportunity for exploitation. The progress in cattle breeding will continue as there is always a new issue that will arise in the years ahead and the quest for knowledge and solutions to uncertainties will be realized through research.

## Problems in pig breeding

Pigs being the 3rd most-produced animal type in the world have always been exploited by researchers due to the impact of their meat in the market. A lot of people consume pork and the thing that's pulling its wide distribution in the market is the acceptance of its meat from various religions. The data from FAO (25) showed that in the year 2015 the per capita consumption of pork in the world and the developing countries were 15.3 and 12 kg, respectively. Although, the projections for 2030 shows varied trend on the per capita consumption of pork between the world (decreased, 15.1 kg) and the developing countries (increase, 12.2 kg). Still, it has the highest per capita consumption among the different meat that can be obtained from livestock animals. Thus, it is a fact that the said commodity will be on the list of the top priorities for continuous development in the livestock industry. With its global rise in production, problems always arise which concerns with the welfare and in its breeding. In developing countries, raising pigs intended for breeding following the animal welfare law is usually not being practiced, especially in intensively raise sows and boars. This is because most farmers in these countries do not have enough money to invest in advanced facilities as well as increase their space for the living comfort of the sows as this will increase their cost of production without any assurance of getting enough profit from the product they produce. Also, in times of disease outbreak such as ASF, many pig farmers experience a huge loss and some do not get financial assistance from the government. Currently, the general response to prevent the spread of ASF particularly in developing countries is depopulation which greatly affects

the supply of pork in the market and leads to its price increase. In other cases, losses can also be experienced by farmers that raised pigs in a safe and uninfected area. As the price of live pig drastically drops due to the sudden change of consumers' preference in the fear of consuming pork and most middlemen take advantage of the situation creating a big problem for hog farmers, especially for small-scale or backyard farmers. With this, some farmers stop their operations as they felt that they have no assurance of getting back their investments, which is very sad because it can affect the availability of pork in the market.

Reproductive failure is a serious problem that can happen in gilts, sows, and boars. It can occur in all breeding farms and there can be a lot of causes that can lead to this problem. The said problem can be acknowledged when there is an observed significant decrease in the expected production and breeding performance of animals such as the low fertility rate of boars and sows as well as first service farrowing rates and litter size. In this case, a thorough investigation must be done in the breeding farm performance as the information obtained will serve as facts and a means to exploit possible solutions. Thus, it is very important to explore the possible causes of reproductive failure and to find ways to address it as it can be assured that upon its progress, the livestock breeding sector will get the benefits. In this case, management practices, nutrition, health, genetics, and environmental effects should be looked into. The genetic makeup of the animal is very important as it contributes about 30% of the animal's performance. In developing countries, the availability of improved breeding stocks is scarce as it is always expensive and is only available in commercial farms. However, due to the increase in competition in the pig market some companies sell semen for AI to small-scale farmers, and also government organizations

made programs for the hybridization of stocks. But the concern is in tropical countries, most of these semen came from breeding stocks that are not well adapted to the said environmental condition and the expected performance of the progeny is usually not met. Climate change is also a big factor in pig breeding as these animals are sensitive to various changes in environmental temperature. When the ambient temperature exceeds the critical limit of boar and sows which is 25°C and 26°C, respectively (15), they will experience HS which can harm their reproduction. Studies have confirmed that HS compromises the fertility of sows by affecting their regular estrous cycle, conception rate, and farrowing rate. For animals to be bred they should be in a state of heat (estrus). Usually, when gilts and sows are exposed to high environmental temperature their body system is highly affected which can lead to anestrus (26). De Rensis *et al.* (27) said that anestrus is often experienced by sows during hot summer months where temperature rises above their thermal comfort which can lead to low ovulation rates and an increase in poorly timed insemination. HS harms the ovaries as it can inhibit the growth of follicles and deteriorate oocyte quality. Furthermore, it reduces inhibin levels by hastening the decrease in size of the first-wave dominant follicle and the emergence of the second dominant follicle (28). This could negatively influence the ovulation rate of the sow and can lead to a poor conception rate. HS can have a tremendous impact on pig breeding as pigs are more sensitive to heat compared to other livestock animals due to their relatively small lungs as compared to body size and inability to sweat. Thus, this is a very big concern in both tropical and temperate countries and a lot of researchers are putting their time and efforts to find the best solution which can be made available for all pig breeders and farmers. Environmental factors are always a big concern in livestock breeding even though this factor can

be controlled in livestock farming through the construction of tunnel ventilated housing, but in the concerns of having sustainable breeding and farming operations finding a sustainable way to mitigate the effects of climate change is still the best and practical.

## Trends and prospects in pig breeding

It is always a goal in pig breeding to produce a progeny with desirable traits (phenotypes) of interest and its exploration for improvement in a manner that is ethical, practical, and economical. Merks *et al.* (29) said that way back pig breeders aimed breeding goals according to the producers, processors, and consumers needs and have made remarkable genetic improvements in the trait of interest. However, satisfying the market needs and expectations of the consumers are becoming more challenging, which opens an avenue for additional traits and phenotypes to be included in the breeding goals. Phenotypes such as (a) vitality from birth to slaughter, (b) uniformity at different levels of production, (c) robustness, (d) welfare and health, and (e) phenotypes to reduce carbon footprint without jeopardizing production efficiency. He further stressed that advanced management, genomics, statistical models, and other technologies can provide opportunities for recording these phenotypes and can be of effective use for faster genetic improvement. Determining such goals about future challenges is vital for the improvement of the pig industry and thus being supported by new technologies to realize this aim is a significant breakthrough. With the improvement of vitality, there will be a higher rate of piglet survival during the prenatal period up to the finishing period and fewer sows to be culled after 1st parity. Improvement of uniformity can lead to better performance

as it will guarantee ease in management and in providing the appropriate nutrition wherein no pig will be deficient. This can result in uniform growth and age at the required time of slaughter and gives more efficient utilization of dietary nutrients. The robustness of the pigs will improve their ability to adapt to various stressors, disease challenges, and extremes in temperatures (heat stress). Reduction of the carbon footprint of pork production can be realized by improvements in digestive efficiency and reductions in maintenance requirements which is a hot topic in nutrition and sustainability. Biotechnology plays a vital role in the development of pig breeding. Genetically modified pigs produced through cloning and genetic engineering (GE) show promising results in the selected desired traits and are believed to be effective in improving the efficiency of swine production as well as food quality, disease resistance, and environmental sustainability (30). GE of animals is a significant breakthrough in the livestock industry as it greatly contributes to the improvement of all food animals and without this technology, we will still be stuck on traditional breeding which can show a slower pace of results in genetic improvement. But there is always a question if the GE of animals is ethical as it can lead to uncertainties and a possible concern of animal welfare (31). As long as researchers and scientist that practice the said technology will not violate the ethics of animal use in science, which includes the principles of the three Rs; (a) reduction of animal numbers, (b) refinement of practices and husbandry to minimize pain and distress, and (c) replacement of animals with non-animal alternatives wherever possible (32), then it can be positively said that technology is ethical and is deemed necessary for the future of the livestock industry. The only thing that can jeopardize the said technology is when somebody abuses it and use it for personal gain rather than industrial gain.

## Problems, prospects and trends in poultry breeding

With the continuous demand for poultry meat and egg worldwide, it is a fact that the said commodity has a very important role as one of the top animal protein sources. Various species of poultry render economic services to man (food), however, the most popular among the different species is chicken. In 2017, chickens accounted for 92% (23.2 million heads) of the world's poultry population and contributed 89% and 92% of the world's poultry meat and egg production, respectively (33). Ducks usually come in second followed by turkey in terms of production. With this, there is always an avenue for research and development for chickens, thus the said species will be given emphasis. Since the early 21st century, poultry meat and egg production from commercial flocks of broilers and layers has enormously increased with the help of genetic selection in the nucleus breeding flocks of breeding companies as well as genomics (34). Nowadays, through precise selection and breeding as well as genetic improvement layers can produce efficiently an average of more than 300 eggs per year and broilers can now grow at a very fast rate, reaching the recommended slaughter weight in only 28-35 days with a very good feed conversion ratio reducing the amount of feed consumed in their productive life thus reflecting a positive impact on the environment. Through the years, the introduction of these genetically improved lines of chicken helped in satisfying the demand for poultry meat and egg in the market. However, through the said technology some of the important traits are sacrificed such as the capacity of the hen for broodiness. Commercial-strain layer hens are not capable of natural reproduction, and their value in the village environment is thus quite limited. Another possibility that needs to be looked

into is the danger that this breeding technology can reduce or even eliminate the indigenous breeds. In most developing countries, there are two parallel poultry industries: one using a high-performing commercial layer or broiler genotypes; and the other based on lower-performing, dual-purpose indigenous breeds (35). Most indigenous breeds cannot compete with high-performing commercial stocks in almost all of the production aspects. In raising indigenous chickens in developing countries like the Philippines, the period spent in feeding and rearing is very long (3 to 4 months) and only having an average weight of 1.2 kg. Despite its low productivity, many Filipino households still raise it in their backyard as this breed of chicken can survive with less feed and is a good forager. With the help of crossbreeding, the so-called improved type (dual-purpose, for meat and egg) is now being raised which shows the promising result and is gaining popularity in the market. But still, due to the high demand for meat and egg, the quantity of produce is always being prioritized and a lot of commercial farms are still investing in raising high-performing chickens. In 2019 the percentage of native and improved chicken raised in the Philippines is at its highest that comprised about 44.72% out of the 186.37 million birds, sadly as of January 2020, it dropped by 3.2% and on the other hand, there is an increase of 6.2% in the production of layer chickens (36). Looking at how the country's poultry industry responds to the consumers' needs it can greatly affect the genetic diversity of chickens. Then by looking into worldwide perspective it might be that the significant replacements of indigenous breeds with commercial strains of poultry could pose a great threat to poultry genetic resources. Table 3 summarizes the issues, concerns and prospects in livestock and poultry industry and rearing as well as the recent trends in breeding.



**Table 3. Summary of the issues, concerns and potential in livestock and poultry and breeding trends.**

Food animal	Issues and concerns	Prospects	Technological trends in breeding	Source
Beef and Dairy Cattle	Intensification and GHG emissions leading to climate change which is a major cause of HS which impair their reproductive and productive performance.	Increasing global demand for beef and dairy products. Solid international trade. High avenue for genetic improvement.	Genetic modification, genomics, in vitro fertilization, in vitro cultivation of embryos, cloning and embryo transfer.	(12-17, 20-24)
Pig	Setbacks of intensification such as animal welfare, disease outbreaks (ASF), and etc.  Climate changes' induced HS which causes reproductive failure and jeopardise productivity.	Exploitation of genetic and production potential.  Growing demand in the international market.  Flexible to any kind of production system.	Genomics, cloning and genetic engineering.	(8, 15, 27, 29, 30)
Poultry	Vulnerable to climate change. Animal ethics in intensification and rapid production.  Traits needed by the birds in the natural setting (broodiness) are sacrificed through genetic improvement as well as jeopardizing the indigenous chickens worldwide.	Projected to remain as the primary driver of meat production growth.  Rapid improvements in genetics, animal health and feeding practices.	Genetic modification, genomics,	(8, 34,35)

*GHG - greenhouse gasses, HS - heat stress*

## General perspective

Given the various challenges that the global livestock and poultry industry is facing, it is very important to find practical and sustainable solutions with consideration of the minimal risk of uncertainty in the future. The use of effective management tools and technological advances to optimize the performance of animals is a significant breakthrough in animal production. Moreover, incorporating the concept of sustainable breeding intensification and extensification could help increase the rate of production without any adverse effect in the environment and it can also prevent the

conversion of additional non-agricultural lands as well as decreasing the depletion of natural resources by reducing the food nutrient loss through animals' excretion. In the European Union (EU) the concept of intensification and extensification is already in practice as the animal population in the EU is decreasing while the production of meat and milk remains high (37,38). This kind of approach is beneficial and is practical of which most of the developing countries like the Philippines are already starting to grasp this idea and are on the verge of development one step at a time.

## Conclusion

The livestock and poultry industry's progress are associated with the continuous global demand for animal protein. The increase in food animal population to satisfy such demand can have some drawbacks including conversion of farmlands and overutilization of natural resources which contributes to climate change. These then indirectly affect the animals' productive and reproductive performance leading to a poor supply of animal protein particularly in vulnerable countries (developing countries). Reproduction

and rearing technologies, however, are an efficient tool to compensate for the said harmful effects of livestock and poultry production of which the developed countries have a full understanding of the system. Therefore, the full grasp of such technologies and their improvement can be a gateway to provide enough food for the next years to come and as there is a great deal of uncertainty in the future, a constant pursuit of effective measures should be a priority.

## References

1. Roser M, Ritchie H, Ortiz-Ospina E. World population growth. *Ourworldindata.org*. [Internet] 2013. [Updated May 2019]. Available from: <https://ourworldindata.org/world-population-growth>
2. Ritchie H, Roser M. Meat and dairy production. *Ourworldindata.org*. [Internet] 2017. [Updated November 2019] Available from: <https://ourworldindata.org/meat-production>
3. Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO]. Food outlook - Biannual Report on Global Food Markets: June 2020. Food outlook, 1. Rome. [Internet] 2020a. DOI: <https://doi.org/10.4060/ca9509en>
4. Kreshner, E. Largest meat producing nations in the world. [Internet] 2020. Available from: <https://www.worldatlas.com/articles/largest-meat-producing-nations-in-the-world.html>
5. Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO]. Visual data of production of quantities of eggs, in shell by country. [Internet] 2021a. Available from: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize>
6. Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO]. Dairy market review: overview of global dairy market developments in 2020. [Internet] 2021b. Available from: <http://www.fao.org/3/cb4230en/cb4230en.pdf>

7. Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO]. Visual data of live animals. [Internet] 2020b. Available from: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QA/visualize>
8. Economic Co-operation Development and the Food and Agriculture Organization of the United Nations [OECD/FAO]. OECD-FAO Agricultural Outlook 2021-2030, OECD Publishing, Paris. [Internet] 2021c. DOI: <https://doi.org/10.1787/19428846-en>
9. Poore J, Nemecek T. Reducing food's environmental impacts through producers and consumers. *Science*. 2019;360(6392):987-992. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.aag0216>
10. Ritchie H, Roser M. Environmental impacts of food production. Ourworldindata.org. [Internet] 2020. Available from: <https://ourworldindata.org/environmental-impacts-of-food>
11. MacLeod M, Gerber P, Mottet A, Tempio G, Falcucci A, Opio C *et al*. Greenhouse gas emissions from pig and chicken supply chains - a global life cycle assessment. Rome. Food and Agriculture Organization [FAO] of the United Nations. 2013. Available from: <http://www.fao.org/3/i3460e/i3460e.pdf>
12. Opio C, Gerber P, Mottet A, Falcucci A, Tempio G, MacLeod M *et al*. Greenhouse gas emissions from ruminant supply chains - a global life cycle assessment. Rome. Food and Agriculture Organization [FAO] of the United Nations, 2013. Available from: <http://www.fao.org/3/i3461e/i3461e.pdf>
13. Leroy JL, Van Soom A, Opsomer G, Goovaerts IG, Bols PE. Reduced fertility in high-yielding dairy cows: are the oocyte and embryo in danger? Part II mechanisms linking nutrition and reduced oocyte and embryo quality in high-yielding dairy cows. *Reproduction in domestic animals*. 2008;43(5):623-32. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1439-0531.2007.00961.x>
14. Sbardella M, De Genova Gaya L. Unfavourable side implications of animal breeding in livestock species: a review. *Archivos de Zootecnia*. 2010;59:157-68. DOI: <http://dx.doi.org/10.21071/az.v59i232.4912>
15. Federation of Animal Science Societies [FASS]. Guide for the care and use of agricultural animals in research and teaching. 2010. Chapters 6 to 7. Third edition.
16. Jordan ER. Effects of heat stress on reproduction. *Journal of Dairy Science*. 2003 Jun 1;86:E104-14. DOI: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)74043-0](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)74043-0)

17. Wolfenson D, Roth Z. Impact of heat stress on cow reproduction and fertility. *Animal Frontiers*. 2019 Jan;9(1):32-8. DOI: <https://doi.org/10.1093/af/vfy027>
18. Grossi G, Goglio P, Vitali A, Williams AG. Livestock and climate change: impact of livestock on climate and mitigation strategies. *Animal Frontiers*. 2019 Jan;9(1):69-76. DOI: <https://doi.org/10.1093/af/vfy034>
19. CM Dekkers J. Application of genomics tools to animal breeding. *Current genomics*. 2012 May 1;13(3):207-12. DOI: <https://doi.org/10.2174/138920212800543057>
20. Eriksson S, Jonas E, Rydhmer L, Röcklinsberg H. Invited review: breeding and ethical perspectives on genetically modified and genome edited cattle. *Journal of Dairy Science*. 2018 Jan 1;101(1):1-7. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2017-12962>
21. European Food Safety Authority [EFSA]. Genetically modified animals. [Internet] 2017. Available from: <http://www.efsa.europa.eu/en/topics/topic/genetically-modified-animals>
22. Bengtsson C, Stålhammar H, Strandberg E, Eriksson S, Fikse WF. Association of genomically enhanced and parent average breeding values with cow performance in Nordic dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. 2020 Jul 1;103(7):6383-91. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17963>
23. Hutchison JL, Cole JB, Bickhart DM. Use of young bulls in the United States. *Journal of Dairy Science*. 2014 May 1;97(5):3213-20. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2013-7525>
24. Mrode R, Ojango JM, Okeyo AM, Mwacharo JM. Genomic selection and use of molecular tools in breeding programs for indigenous and crossbred cattle in developing countries: current status and future prospects. *Frontiers in Genetics*. 2019 Jan 9;9:694. DOI: <https://doi.org/10.3389/fgene.2018.00694>
25. Food and Agriculture Organization [FAO]. Per capita consumption of pig meat. [Internet] 2020c. Available from: <http://www.fao.org/3/y4252e/y4252e05b.htm>
26. Evans L, Britt J, Kirkbride C, Levis D, Beck L, Hurtgen JP *et al*. Troubleshooting swine reproductive failure. Available from: [https://conservancy.umn.edu/bitstream/handle/11299/207445/MN2500\\_AGFO\\_2669.pdf?sequence=1](https://conservancy.umn.edu/bitstream/handle/11299/207445/MN2500_AGFO_2669.pdf?sequence=1)

27. De Rensis F, Ziecik AJ, Kirkwood RN. Seasonal infertility in gilts and sows: Aetiology, clinical implications and treatments. *Theriogenology*. 2017 Jul 1;96:111-7. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2017.04.004>
28. Takahashi M. Heat stress on reproductive function and fertility in mammals. *Reproductive Medicine and Biology*. 2012 Jan 1;11(1):37-47. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12522-011-0105-6>
29. Merks JW, Mathur PK, Knol EF. New phenotypes for new breeding goals in pigs. *Animal*. 2012 Jan 1;6(4):535-43. DOI: <https://doi.org/10.1017/S1751731111002266>
30. Wu G, Bazer FW. Application of new biotechnologies for improvements in swine nutrition and pork production. *Journal of Animal Science and Biotechnology*. 2019 Dec;10(1):1-6. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40104-019-0337-6>
31. Ormandy EH, Dale J, Griffin G. Genetic engineering of animals: ethical issues, including welfare concerns. *The Canadian Veterinary Journal*. 2011 May;52(5):544. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/pmc3078015/>
32. Fenwick N, Griffin G, Gauthier C. The welfare of animals used in science: how the “Three Rs” ethic guides improvements. *The Canadian Veterinary Journal*. 2009 May;50(5):523. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/pmc2671878/>
33. Food and Agriculture Organization [FAO]. Gateway to poultry production and products. [Internet] 2020d. Available from: <http://www.fao.org/poultry-production-products/production/poultry-species/en/>
34. Saxena VK, Kolluri G. Selection methods in poultry breeding: from genetics to genomics, application of Genetics and Genomics in poultry science, Xiao jun Liu, Intech Open. 2018. September [Internet]. Available from: <https://www.intechopen.com/chapters/62271>. DOI: <https://doi.org/10.5772/intechopen.77966>
35. Pym R. Poultry genetics and breeding in developing countries. *Poultry Development Review FAO*. 2013:80-3. Available from: <http://www.fao.org/3/i3531e/i3531e.pdf#page=86>
36. Philippine Statistics Authority [PSA]. Chicken Situation report. [Internet] 2020. Available from: <https://psa.gov.ph/livestock-poultry-ipsr/chicken/inventory>

37. Eurostat. Agricultural production-livestock meat. [Internet] 2020. Available from: [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Agricultural\\_production\\_livestock\\_and\\_meat#Livestock\\_population](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Agricultural_production_livestock_and_meat#Livestock_population)
38. Eurostat. Milk and milk products statistics. [Internet] 2020b. Available from: [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Milk\\_and\\_milk\\_product\\_statistics#Milk\\_production](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Milk_and_milk_product_statistics#Milk_production)



# Análisis comparativo de métodos de conservación

## de forraje y su impacto en la producción de leche bovina en el trópico alto

Comparative analysis of forage conservation methods  
and their impact on bovine milk production in the high tropic

Mayra Geraldine Rodríguez<sup>1\*</sup>  Víctor Hugo Herrera<sup>2</sup> 

Cómo citar este artículo: Rodríguez MG, Herrera VH. Análisis comparativo de métodos de conservación de forraje y su impacto en la producción de leche bovina en el trópico alto. Revista Ciencias Agropecuarias. 2021;7(1)27-49. DOI:

<sup>1</sup> Universidad de Cundinamarca, sede Fusagasugá, Facultad de Ciencias Agropecuarias, programa de Zootecnia. Fusagasugá, Cundinamarca (Colombia).

<sup>2</sup> Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. Facultad de Ciencias Agrarias. Departamento de Producción Animal. Medellín, Antioquia (Colombia).

\* Autora de correspondencia:  
mgeraldinerodriguez@  
ucunudinamarca.edu.co

### Resumen

Con la necesidad de suplementar adecuadamente a los animales en momentos de escasez, los productores implementan estrategias planeadas como la conservación de forrajes. Dichos métodos se reconocen como suministros eficaces que generan múltiples beneficios, tanto al animal como al productor, con el fin de incrementar la cantidad de leche o carne por animal/ha. En los últimos años, estos métodos han tomado importancia especialmente en países templados y tropicales, debido a que las lluvias hacen que disminuya el contenido de fibra adecuado en los pastos, lo cual afecta el metabolismo de los bovinos y los parámetros productivos en rumiantes. En esta revisión,

**Palabras claves:** ensilaje, heno, ganadería de leche, nutrición animal.

**Keywords:** Silage, Hay, Dairy Cattle, Animal nutrition.

se incluyen diferentes estudios que reportan que el heno produce mayores ingresos netos en comparación con el ensilaje, métodos eficientes con mayor rentabilidad que el suplemento comercial para establecer una estrategia para reducir costos, disminuir la dependencia del concentrado comercial y mejorar las condiciones del productor y la producción animal.

## Abstract

*Seeking to supplement animals adequately in times of shortage, strategies planned such as forage conservation are implemented by livestock producers. These methods are recognized as effective supplies that generate multiple benefits for both the animal and livestock producers towards increasing the amount of milk and/or meat per animal/ha. In recent years, these methods have gained importance, especially in seasonal and tropical countries, due that the rains reduce the adequate fiber content in pastures, affecting the cattle metabolism and the productive parameters in ruminants. In this survey, we included different studies that report facts regarding higher net income compared to silage, efficient methods with greater profitability in comparison with the commercial supplement, to assess a strategy for cost reduction, decrease dependence on commercial feed, and to improve conditions for the livestock producer and animal production.*

## Introducción

El acopio de leche en Colombia en 2020 obtuvo valores más altos que el año anterior, con indicadores hasta de 3347 millones de litros, superando, en promedio, hasta en 15 millones de litros mensuales al acopio de 2019; además, se reconoció que a pesar de la pandemia causada por el virus del COVID-19, la población quiere consumir leche y es este uno de los alimentos más adquiridos por las personas encargadas del hogar, lo cual es un llamado a la industria lechera para ofrecer mejores precios a los consumidores que, a pesar de pandemia y la crisis económica

del país, quieren seguir alimentándose con productos de calidad (1).

Con respecto a lo anteriormente dicho, hay pleno conocimiento de la disponibilidad de recursos que existen para desarrollar una producción lechera de calidad, económica y productiva, teniendo en cuenta un aspecto que afecta tanto y no es posible alterar, como lo es el cambio climático y cómo este afecta la producción forrajera, pero que por medio de distintos métodos de conservación forrajera, como los

ensilajes y el henolaje para el consumo animal, se puede controlar la deficiencia de aportes de nutrientes en los bovinos, en épocas críticas (2).

Corrales *et al.* (3) añaden que “el ensilaje se fermenta con bacterias que no necesitan la presencia de oxígeno para vivir, estas utilizan rutas catabólicas de polisacáridos, aminoácidos y glicerol para la producción de glucosa, la cual puede ser utilizada en las rutas de fermentación del ácido láctico” (3). Se conoce que el ensilaje otorga la facilidad de poder guardar grandes cantidades de forraje para los animales en época de cosecha, sin perder la palatabilidad y la calidad del alimento, ayudando a sustituir el alimento balanceado comercial y a tener un mayor número de animales en poco espacio; este alimento solo se afectará si es manejado de forma inadecuada o por factores como el clima (3).

El método del ensilaje en el trópico alto, debido al uso de especies arbustivas forrajeras perennes genera un beneficio al ganado lechero ya que representa un aumento en la calidad nutricional para el bovino, representado en ganancias de peso mayores en comparación con otras raciones sin ensilaje, por lo cual se debe incrementar la utilización de este suplemento con forrajes para lograr solucionar las problemáticas nutricionales en los animales de la región en épocas de escasez forrajera (4).

Se debe contemplar el aumento del consumo de ensilaje en las producciones bovinas ya que es una alternativa alimenticia que se le suministra al animal y representa un beneficio al productor, con lo que se alcanzan buenos resultados en la producción de leche con aumento de la calidad (sólidos totales), producción y peso en el animal, lo cual puede significar bienestar para el animal y mejores rendimientos en la producción (5).

Una buena producción láctea ocasiona un aumento en la economía de la producción, y logra rentabilidad en cortos periodos, pero a largo plazo se debe realizar un reemplazo de animales en la producción para elegir a los mejores bovinos y mantener un balance reproductivo eficiente. Todo esto lleva al total convencimiento de que en el trópico alto se debe implementar o aumentar la elaboración de métodos de conservación de forrajes para alcanzar una mayor productividad con altos estándares nutricionales (6).

Por lo anterior, este artículo de revisión tiene como objetivo analizar de manera comparativa los métodos de conservación de forraje y su impacto en la producción de leche bovina en el trópico alto.

## Importancia de la producción de leche con bovinos

Las producciones lecheras del mundo poseen más de 750 millones de trabajadores, lo cual representa la mayor cantidad de empleos en países que hasta ahora van en vías de desarrollo, en comparación con los desarrollados, ya que estos últimos tienen mayor uso de maquinarias que disminuyen la posibilidad de trabajo a las personas. Los países en desarrollo, con producciones de leche a pequeña escala, generan mayor cantidad de empleos dentro y fuera de la producción, lo cual brinda la oportunidad de mayores ingresos en las diferentes fases de la cadena productiva como lo es la recolección, la comercialización y el procesamiento de la leche (7).

La producción lechera es importante en nuestro país y las cifras lo demuestran, ya que representó el 2,9 % de PIB nacional en 2020 y se convirtió

en una de las estrategias económicas más importante para Colombia, ya que su aporte impulsa la economía (8), teniendo en cuenta que genera más de 700 000 empleos directos y otros más indirectos. La producción lechera se encuentra en la mayoría de los departamentos, y son Antioquia, Boyacá y Cundinamarca los más importantes, donde se reconocen casi 40 000 fincas en las que solo el 20 % tienen más de 15 animales (8).

La producción de leche en el país está dividida según el trópico. El trópico alto (clima frío), el cual se encuentra entre los 1400 y los 3000 m s. n. m., con una temperatura de entre 12 y 20 °C, lo cual representa las condiciones ideales en Colombia, ya que según estadísticas define la zona de vida donde más producción (litros/animal/día) se obtiene, en la que prevalece la raza Holstein y la ganadería especializada (9).

Como anteriormente se mencionaba, la producción lechera en su mayoría se debe a pequeños productores, los cuales están ubicados en la ruralidad, donde se presentan altos índices de pobreza y con aspectos económicos que en el país no son favorables (10). *Semana* menciona que “los medianos productores y los especializados se encuentran en general en la ruralidad del altiplano cundiboyacense, seguido de Antioquia y luego de Nariño, en donde se producen unos 2771 millones de litros de leche”. Y destaca que “de toda la producción que se obtiene en estos tres lugares, el 70 % es recolectada para ser procesada y el restante es para el consumo del productor o para otros usos” (11).

Si se considera que la producción láctea en el mundo es sumamente importante para el consumo de gran parte de la población con sus diferentes características, se debe transferir mayor conocimiento y apropiación de las técnicas

que existen para cumplir con los requerimientos nutricionales de los animales especializados en esta producción, y dichas técnicas son económicamente rentables ya que producen mayores ingresos debido al aumento en la calidad del producto con valores nutricionales superiores a los que normalmente se obtienen con otros alimentos. Otra característica que se puede presentar es el componente social porque genera ingresos a un gran número de productores y personal que labora en diferentes áreas dentro y fuera de la producción, para alcanzar el impacto antes planteado (12).

## Generalidades de conservación de forrajes

Se conoce el gran valor que poseen los forrajes conservados, en varios aspectos y en las áreas en que se desenvuelve un productor, como la economía, lo que da beneficios para el animal al momento de una escasez de alimentos; además, esto forma parte de la estrategia para lograr una ganadería sostenible ya que es un producto que se considera amigable con el medioambiente (13).

La ganadería sostenible es una práctica que ha mejorado la producción ganadera a través de los años, en los diferentes enfoques, como en la lechería especializada o en doble propósito; uno de los procesos es el ensilaje, el cual es un alimento que se suministra a los animales y se caracteriza por presentar altos niveles nutricionales, además de mejorar la economía de los productores debido a que es una práctica con buenos resultados en relación con el parámetro costo/beneficio (14).

La economía de los ganaderos se ve afectada por las épocas secas en las que disminuye la producción y calidad de los forrajes, pero como

estrategia de alimentación de los animales se usa el método de conservación forrajera, el cual ayuda a disminuir la dependencia de granos para la elaboración de alimentos balanceados y mejorar la alimentación y nutrición en épocas de escasez (15).

Los métodos de conservación más usados son el ensilaje y el henolaje. El primer posee diferentes fases y en compañía de aditivos se puede lograr un ensilaje de buena calidad; este busca conservar forrajes con mayor contenido de humedad y con alto valor nutritivo, lo cual los hace palatables para el animal, produce una mejor digestibilidad y mayor producción de leche en comparación con animales alimentados solo con forraje y aumenta las posibilidades de una producción más rentable y competitiva frente a otras empresas. El henolaje, por el contrario, es la deshidratación del pasto y el aumento de la materia seca, lo que permite mayor concentración de fibra para los animales, conserva el valor nutritivo óptimo del pasto sin necesidad de utilizar maquinaria costosa y es muy apetecido a cualquier edad, al ser un alimento confiable al momento de nutrir a los bovinos.

Los cambios que se dan en la dieta del animal con estos suplementos son el aumento en el consumo y una mayor eficiencia productiva, lo cual mejora su rendimiento. El heno desempeña la amortiguación del pH ruminal, ayuda con la estimulación en la producción de saliva y aporta minerales, proteínas y fibra, lo cual retarda la velocidad del pasaje. Los ensilajes producen raciones ricas en vitaminas y minerales, y entre sus beneficios se encuentran un buen estado metabólico; suple las necesidades energéticas de animales hasta de 350 kg; ganancias de peso vivo de hasta 500 g/día y una producción de leche menor que 25 kg; disminuye el amoniaco excesivo en rumen; mayor rendimiento de ácido acético y, por ello, mayor porcentaje de grasa

en leche; aumento en sólidos totales, proteína, lactosa, caseína y, entre los beneficios que brinda al consumidor habitual de productos lácteos, se ha evidenciado una disminución de padecer **diabetes tipo 2** y favorecer el **desarrollo y mantenimiento de los huesos**.

## El ensilaje como principal suplemento nutritivo

El ensilaje busca conservar los forrajes y otros elementos en buenas condiciones con alto contenido de humedad; para el acondicionamiento del ensilaje se requiere de un ambiente sin presencia de luz, aire o humedad (13). El propósito del ensilaje es conservar los nutrientes y la materia seca del forraje mientras se encuentre almacenado, teniendo en cuenta las condiciones ambientales que se le deben proporcionar, dentro y fuera del empaque, para evitar que se produzcan compuestos tóxicos que puedan afectar la composición del forraje conservado (16).

En el momento de realizar el ensilaje se efectúa el proceso de picado del material vegetal, el cual debe ser en partes muy pequeñas; posteriormente, se compacta en un empaque o recipiente para lograr la ausencia de aire e iniciar la fermentación del forraje, donde los microorganismos transforman los azúcares en ácido láctico, y así se disminuye el pH, lo cual crea un ambiente en donde los microorganismos que descomponen el pasto no logren sobrevivir (17).

## Ventajas del ensilaje de grano húmedo

Una de las características del ensilaje es que ayuda a usar toda la planta que haya quedado

como excedente para alimentar a los animales en época de sequía, lo que permite un total aprovechamiento de la planta y se logra usar desde el tallo hasta el fruto (18). El propósito de este método es preservar los nutrientes de la planta para ser usados en el momento que se requiera (18); además, los animales consumen el ensilaje rico en nutrientes, se logra mejor digestibilidad y se crea un producto con altos estándares de calidad (13). En el aspecto económico, al ensilar se reducen los costos por el uso de concentrados y alimentos balanceados, y se obtiene una mayor calidad en el producto. Al ensilar con alto nivel de humedad, se reducen los costos de producción (19).

Por ser una de las técnicas de almacenaje en bolsa, se evita que la empresa genere costos en el momento de desarrollar una infraestructura para el almacenado y no se tienen adversidades operativas. Además, el traslado del producto obtenido no presenta mayor complicación, ya que tiene la facilidad de ser almacenado cerca del lugar deseado, sin necesidad de invertir dinero en maquinaria para la extracción (19).

## Transformación en ensilaje

### Fase 1 - Aeróbica

Luego de haber cortado los forrajes, las células que se encuentran en el material vegetal siguen respirando, obtienen el O<sub>2</sub> del ambiente del ensilaje y devuelven CO<sub>2</sub>, agua y calor; al mismo tiempo, las bacterias que se encuentran allí siguen creciendo en cantidad mientras puedan obtener el oxígeno del ensilaje (18). Los hongos, las levaduras y bacterias presentes en el forraje usan los carbohidratos para obtener energía a partir de estos.

Esta fase dura aproximadamente algunas horas o hasta tres días, y cuando ya los microorganismos han utilizado el oxígeno presente en el ensilaje y no hay más disponibilidad de este, con lo que se inician las condiciones anaerobias y, por ende, la muerte de las células de las plantas y la liberación de los nutrientes que contienen (proteínas, carbohidratos y grasas) y que serán el alimento de las bacterias (18).

### Fase 2 - Anaerobia

En esta no existen las bacterias aeróbicas e inicia el aumento de las bacterias anaeróbicas. Esto ocurre entre los 10 a 21 días de iniciado el proceso, según las condiciones ambientales en el momento del ensilaje. Posteriormente, la fermentación ayudará a la multiplicación de las bacterias epifíticas de ácido láctico, las cuales logran que el pH disminuya a 3,8-5,0 para inhibir la presencia de microorganismos que inducen la putrefacción (20).

### Fase 3 - De estabilidad

Cuando la cantidad de ácido láctico formado es suficiente para que el pH descienda por debajo de 4, se inhibe totalmente la actividad y el desarrollo de las bacterias, incluidas las bacterias lácticas, así como la acción de las enzimas proteolíticas de la planta. Por tanto, el material alcanza una etapa de estabilidad en el ensilado que permite su conservación casi indefinida, a condición de que no haya entrada de oxígeno (3).

En la Figura 1 se muestra el comportamiento de los diferentes elementos para crear la conservación del forraje; se puede observar cómo, al pasar las fases, la concentración de ácido láctico aumenta hasta estabilizarse, lo cual indica una maduración del ensilaje ya que



provoca una disminución del pH, y se efectúa un control de la microbiota que puede dañar el producto. Además, se alcanza una temperatura constante, la reducción de los carbohidratos solubles y de la presencia de oxígeno, las cuales se consideran condiciones óptimas para la transformación de los materiales utilizados en este proceso de conservación de forrajes.

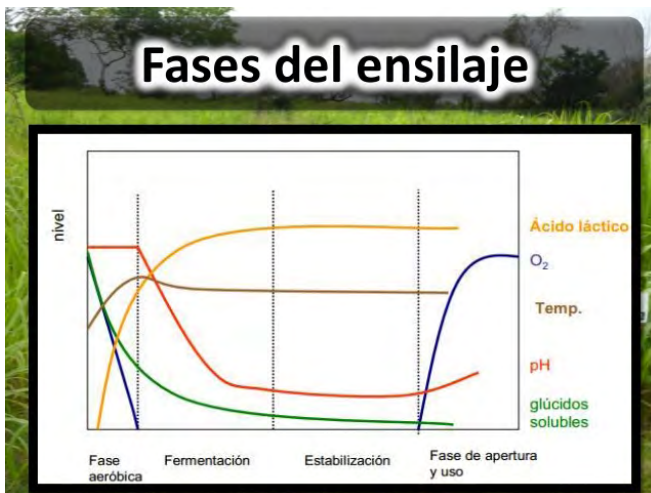


Figura 1. Fases del ensilaje.

## Clases de silo o almacenaje

El ensilaje se debe almacenar en una estructura según la necesidad que presente el sistema, de acuerdo con el número de animales y de raciones, además del espacio disponible para este alimento (3).

- Silo en montón: se reconoce por ser el más sencillo ya que solo se necesita poner un plástico en la superficie, apilar el material, compactarlo y posteriormente cubrirlo con otro plástico para evitar la entrada del aire que lo pueda dañar (21).

- Silo trinchera: se excava de forma rectangular la superficie de un terreno, con una inclinación en la entrada para facilitar su acceso; en este tipo de silo se deben cubrir las paredes para que no tenga contacto con la tierra y asegurarse de que no se moje el material (22).
- Silo de bolsa: es el más pequeño y facilita las labores de alimentación a los animales, almacenamiento y transporte. Este es el tipo de silo más común en los pequeños productores por su fácil manejo, especialmente en lecherías donde hay pocas cantidades de forraje (21).
- Silo en cajón o búnker: no es tan recomendable por el valor económico que se debe invertir, debido a que para la implementación de este tipo de silo se debe poseer una estructura con superficie y paredes de concreto o ladrillo; también es conocido como silo horizontal (23).

## Aditivos

En el ensilaje se necesitan normalmente para llevar a cabo una aceleración del proceso. Se usan fuentes que tengan gran cantidad de azúcares solubles, para que las bacterias puedan producir ácido láctico. Los aditivos más comunes son la melaza, la pulpa de cítricos y el maíz triturado, y mientras más alto sea el porcentaje de humedad (70 %), las bacterias podrán aprovecharlos mejor y realizar el proceso más eficientemente (3). Para elegir el aditivo indicado para el ensilaje, se debe consultar resultados de investigaciones realizadas y evaluar diferentes consideraciones como el costo-beneficio que se va a obtener con este, aplicar el aditivo según las indicaciones del fabricante y no según las recomendaciones de otros productores (24). Entre los tipos de aditivos

que se usan están los inhibidores, nutrientes y estimulantes de la fermentación (24).

La melaza durante mucho tiempo se ha impuesto como el aditivo más usado en Colombia, no obstante, en la actualidad se impone la urea, la cual es de especial cuidado ya que de agregarla en exceso se pueden multiplicar las bacterias no deseadas para el proceso de conservación (25).

## El heno como suministro de proteína en la dieta

Existe la conservación del forraje por medio de la deshidratación, mediante la exposición al sol como primera opción. La finalidad de este método es deshidratar el pasto hasta niveles inferiores al 20 % de humedad para mantener la calidad del forraje y detener la actividad celular (26). En este contexto, se puede definir la calidad del forraje o del heno como la capacidad que tienen para lograr nutrir a un animal sin generarle ninguna afectación (27).

## Funciones del heno

Entre las funciones más importantes del heno están que hace un trabajo de amortiguación del pH ruminal, ayuda con la estimulación de la saliva y aporta minerales, proteínas y fibra, lo cual retarda la velocidad del pasaje (27).

El heno de buena calidad necesita de óptimas condiciones de manejo y se deben seguir las aplicaciones adecuadas para obtener un producto que conserve el color casi del cultivo original, presente buen olor y se encuentre debidamente seco, consideradas características deseadas en el heno (28).

## Henolaje

La henificación es un proceso que lleva muchos años de antigüedad. Este es la deshidratación del pasto por acción de los rayos solares, lo cual ayuda a disminuir la humedad del pasto, hasta un 18 % y, consecuentemente, aumentar la concentración de la materia seca y lograr mayor concentración de fibra para los animales en tiempo de escasez (29).

Colombia tiene la potencialidad de producir alimentos de origen animal en gran escala y con altos estándares de calidad, pero se deben implementar diferentes métodos de nutrición y alimentación del ganado, más económicos y con resultados favorables a la producción, fortaleciendo la ganadería nacional. Se deben tomar decisiones en las cuales prevalezca la calidad de los productos que se requieren, como el heno y el ensilaje, ya que se estará beneficiando la producción del país con los productos elaborados aquí (30).

Para llegar a un henolaje de alta calidad se deben cumplir los siguientes pasos:

Primero se debe realizar la elección de la especie, ya sea gramínea o leguminosa, para realizar el corte adecuado, el cual debe estar con un 10 % de floración; el siguiente paso es el enrollado del material vegetal entre 500 a 700 kg húmedo y muy manejable. Se empaqueta por medio de un equipo (Silopack), el cual tiene la capacidad de empaquetar alrededor de 50 rollos por hora; y, por último, se realiza el almacenado y la estabilización, ubicándolo en un lugar seco, firme y bien protegido, alejado de los árboles (31).

## Ventajas del henolaje

Posibilita la conservación de forrajes de principio de primavera y de fines de otoño, en una época en que la capacidad de secado del aire está por debajo de las necesidades de la henificación (31). Como parte de las ventajas encontramos el mejor uso y la amortización de la maquinaria durante más meses a lo largo del año. Asimismo, la inversión económica que se necesita es menor que para el ensilaje, se reduce la pérdida de nutrientes en el almacenamiento y ahorro en la mano de obra, ya que con un solo hombre y un pequeño equipo de maquinarias se puede realizar la práctica de conservación, lo cual puede hacerse rápidamente, lo que significa menor pérdida de hojas (31).

## Impactos de los métodos de conservación de forrajes en la producción de leche con bovinos

Las condiciones en las que se encuentra la ganadería en el trópico alto andino son complejas ya que en esta repercuten varios aspectos genéticos (baja rusticidad), sanitarios, climáticos y nutricionales. Cerca del 70 % de las ganaderías con bovinos de leche padecen de muy bajas temperaturas en las horas de la madrugada y altas en las horas del día, por lo que puede variar el consumo de forrajes y la producción lechera debido al gasto energético que requieren los animales para la termorregulación, lo cual es una de las razones por las que la producción láctea puede disminuir por estas variaciones de temperatura en periodos cortos (32).

La implementación de estrategias para la alimentación en ganadería bovina aumenta las posibilidades de una producción más rentable

y competitiva frente a otras producciones, lo que genera bienestar en el animal en diferentes aspectos como en la parte alimenticia, con una mayor palatabilidad del alimento, variedad de alimentos, mayor producción de leche y de contenido de sólidos en la leche; en el componente reproductivo, se puede lograr que tengan mayor ovulación y número de partos al año, para no realizar un descarte rápido de los animales; y en la salud del animal, se encuentran en una adecuada condición corporal, como signo de ser bien alimentadas, sin enfermedades, principalmente metabólicas, debido a un desbalance nutricional u otros factores que los puedan afectar (33). El ganado bovino requiere una combinación de proteínas, energía, fibra y minerales para mantener un óptimo funcionamiento del cuerpo y, de este modo, es necesario proveer al animal de alimentos de calidad y alto valor nutricional (33).

Con respecto al impacto económico, la implementación de nuevas técnicas y tecnologías en los procesos productivos, como lo es la suplementación en la alimentación, puede lograr un aumento en la cantidad de leche, y aumentar así el capital de la empresa y lograr mayor rentabilidad de la producción (34). Teniendo en cuenta la calidad composicional de la leche, se puede encontrar que al suministrar ensilajes a los bovinos, no se afectan los resultados composicionales de la leche, sino que es posible, además, aumentar los parámetros de calidad nutricional en la dieta del animal (35).

En otro método de conservación de forrajes, como lo es el suministro de heno, se han obtenido resultados positivos en la suplementación de bovinos, al ser hasta en un 17 % mayor la producción láctea, con un incremento de 1 a 1,5 litros/día y hasta 300 g más de ganancia de peso, sin la necesidad del aumento de costos notables en la producción (36).

La inclusión de este suplemento en vacas doble propósito logra aumentar hasta en un 15 % la producción de leche, en época seca y de bajo pastoreo; con esta técnica se puede contribuir al aumento de la rentabilidad y competitividad de una empresa ganadera ya que ayuda a reducir costos e incrementar las ganancias en ventas (36).

Para evitar que las pequeñas producciones lácteas decaigan, se requiere implementar programas que aseguren mayor rentabilidad y prácticas que apoyen a una sostenibilidad económica y ambiental (34), y, de acuerdo con todo lo anterior, la conservación de forrajes se presenta como una estrategia alimenticia de fácil aplicación y rentable en términos económicos y de producción.

## Efecto sobre la fisiología de los bovinos de producción de leche

Los nutrientes que aportan estos suplementos (ensilaje, heno y henolaje) en la dieta, son necesarios para diferentes procesos fisiológicos y para desarrollar un buen funcionamiento del animal. Los requerimientos nutricionales son variados, debido a factores tanto internos como externos, y entre estos se encuentra el peso corporal, la raza, edad, el nivel de producción, la relación entre nutrientes de la ración, el consumo voluntario y el clima, y todos deben ser cumplidos para lograr una producción eficiente del animal (37).

Los cambios de la dieta, mediante la suplementación con forrajes conservados, han causado que las raciones sean balanceadas, y son estas ricas en vitaminas y minerales, lo cual

ocasiona que los animales sean más eficientes a medida que pasa el tiempo (38).

La eficiencia en un hato lechero depende de las fuentes alimenticias y el acceso que se tiene a estas, por tanto, la producción se ve afectada en los periodos de sequía, puesto que no se asegura el suministro de alimento para equilibrar los requerimientos del animal, y se presentan afectaciones en la producción. El bajo peso y desarrollo, del mismo modo, afectan la parte reproductiva ya que en vaquillas se pueden demorar hasta cuatro años para llegar al peso óptimo para el primer servicio y, posterior a esto, se debe esperar hasta un año más debido a los periodos abiertos, causados por no llenar los requerimientos nutricionales del animal y un bajo suplemento alimenticio (6).

El suministro de ensilaje debe estar diseñado según las necesidades del animal, ya que mejora la calidad del producto, pero si se alimenta en exceso conlleva animales gordos, con hígado graso, niveles sanguíneos de colesterol altos, cetosis y distocia (dificultades de parición); de la misma forma, en condiciones deficientes existe una limitada ingestión de energía y producción de leche, por esto la alimentación de los bovinos debe ser equilibrada, lo cual genera valores nutricionales positivos en la producción de leche y de carne, y mejora el contenido de grasa en leche (39). La FAO menciona que “uno de los beneficios más representativos es el porcentaje de grasa en la leche, la cual se encuentra entre el 3 y 4 % de los sólidos totales, la proteína alrededor del 3 % y la lactosa del 5 %” (59). Estudios desarrollados en ganaderías lecheras, enfocados a los beneficios fisiológicos con suministro de ensilajes, dio como resultado el incremento de la concentración proteica o la protección del nitrógeno en las raciones. Asimismo, el aumento de caseína en leche mejoró el consumo y el rendimiento productivo del animal (6). Uno de

los estudios mencionaba que el suministro de ensilajes que contengan productos cítricos en la alimentación de los semovientes en producción, promueve el rendimiento de ácido acético y por ello el aumento en el porcentaje de grasa en la leche (40). Del mismo modo, se demostró que el porcentaje de sólidos totales fue mayor en leche cuando se suministraban ensilajes con cítricos o avena, en comparación a cuando solo se les alimentó con cereales (40).

La alimentación con ensilaje de naranja produce en los parámetros metabólicos rangos normales en el recuento de células somáticas, porcentaje de sales, lactosa y sólidos no grasos, con lo cual se obtienen resultados estadísticamente similares entre diferentes ensilajes; esto indica que es una alternativa para asegurar la alimentación

de los animales, manteniendo el buen estado metabólico, traducido en producción y una alternativa económica frente a una escasa oferta de forraje (35).

Como alternativas del uso de granos y cereales, que generalmente son importados y adquiridos con altos costos, se realiza la transformación de residuos industriales, lo cual es un aporte significativo de carbohidratos no fibrosos (CNF) y con alto contenido de componentes de pared celular de las gramíneas y leguminosas tropicales (41). En la Tabla 1 se muestra la composición nutricional de cinco materiales que generalmente son usados para la alimentación de semovientes en producción, lo cual evidencia el gran aporte nutricional que pueden realizar a la alimentación de los animales.

**Tabla 1. Uso de subproductos agrícolas en el proceso de ensilaje.**

Nutrimiento	Cáscara de piña	Fruto de pejibaye	Cáscara de banano maduro	Desechos de melón	Pulpa de cítricos fresca
MS%	8,0-9,8	45,0	11,3-13,4	4,1-6,2	15,4-24,2
PC%	6,3-6,6	5,0-6,5	8,2-10,4	11,5-17,6	6,9-7,7
EE%	1,2-1,4	10,8	5,7-8,5	6,6-6,9	1,7
FDN%	49,8-77,6	21,1-26,9	34,1	22,9	18,3-27,1
FDA%	18,9-26,1	5,8	22,6	17,1	10,5-24,6
CNF%	40,7*	68,1	45,9	46	57,7-72,4
NDT%	60,5	85,5	59,5	70,7-74,8	73,6-79,0
ED Mcal/kg	2,6	3,8	2,6	3,1-3,4	3,2
EM Mcal/kg	1,9	3,1	1,9-2,1	2,6	2,4
ENm Mcal/kg	1,2	2,1	1,2	1,6-1,7	1,5
ENg Mcal/kg	0,7	1,4	0,6-0,7	0,9-1,2	1,1
ENI Mcal/kg	1,2	1,9	1,2-1,3	1,6-1,7	1,5

Fuente: tomado y adaptado de Titterton (43)

Estos materiales poseen altas proporciones de energía y de cantidad de fibra. Este estudio mostró que ensilajes elaborados con rastrojo de piña deshidratada, con 20 % de pulpa de cítricos, pueden suplir las necesidades energéticas de semovientes de 350 kg de peso vivo (PV), y alcanzar ganancias hasta de 500 g/día y una

producción de leche menor que 25 kg/día, con un 4 % de grasa en vacas de 450 kg de PV (41). De igual forma, los residuos agrícolas pueden ser asociados con leguminosas para mejorar la respuesta de los animales, entre otras en la digestibilidad y la capacidad fermentativa (42).

Por otro lado, un beneficio adicional es que según Escalona *et al.* (43), en los gases que se encuentran en el rumen de las vacas, el amoníaco excesivamente alto puede llegar a ser tóxico, lo cual produce afecciones en el bienestar de las vacas, pero para Cowan (44) este gas se fue reduciendo hasta llegar a niveles no tóxicos, al suministrar ensilaje de maíz, buscando siempre el mejor estado del animal.

## Evaluación de rendimientos en producción lechera

En la búsqueda de realizar la suplementación adecuada para los animales, cuando el alimento escasea, se usa una estrategia que debe ser planificada con antelación. Los métodos de conservación de forraje se convierten en un suministro forrajero importante, los cuales deben ser constantes y a disposición, para lograr balancear la dieta de los bovinos y tener impactos favorables en el medioambiente; todo esto se debe realizar con el fin de mantener o incrementar la cantidad de leche o carne por animal/Ha (45). Se reporta la inclusión de diferentes materias primas energéticas, las cuales generan mayor producción de leche en épocas cuando el alimento no sobreabunda o cuando es de baja calidad (46).

Se reconocen los materiales más usados para realizar el proceso del ensilaje y el momento del corte, en el que encontramos, principalmente, avena y maíz, los cuales se deben utilizar cuando los granos estén en estado lechoso; para el sorgo o trigo, se recomienda el uso de granos en estado pastoso; en las gramíneas y leguminosas, su cosecha se debe realizar en estado de prefloración; y en la soya cuando está empezando a formarse la semilla (47). Entre las especies vegetales que se usan para el suplemento con ensilaje, el botón de oro es una planta forrajera

y se usa para la alimentación de todo tipo de rumiantes; esta tiene la característica de poseer un alto valor proteico, alta degradabilidad en el rumen, bajo contenido de fibra y niveles aceptables de sustancias antinutricionales como taninos (48).

Al suministrar ensilaje con botón de oro, los bovinos tienen la capacidad de producir más litros de leche por kilogramo de materia seca consumida, lo cual es un aspecto positivo para la producción, ya que se obtuvo el mismo resultado con los animales alimentados con botón de oro que con maíz, y es este último uno de los productos más usados para el ensilaje debido a la cantidad de energía que aporta. Aunque el maíz es más costoso que el botón de oro, los resultados indican una mejor eficiencia en el uso y la partición de nutrientes en las vacas suplementadas con ensilaje de botón de oro y a menores costos (45).

El ensilaje es la forma más económica y práctica de conservar los alimentos nutritivos en un lapso prolongado; este es palatable para los animales, les aporta nutrientes y mejora su productividad; además, le permite ahorrar al productor y mejorar la economía de la empresa (9).

En la Tabla 2 se muestra la calidad composicional de la leche con cuatro estrategias alimenticias diferentes, en las que se encuentra el ensilaje de avena, el ensilaje de kikuyo, el heno de kikuyo y el tratamiento control (animales sin suplementar).

Se puede observar cómo la suplementación con ensilajes presenta resultados mejores en la producción, en comparación con el tratamiento control; además, al ofrecer ensilaje de avena para animales con restricciones en el consumo de alimento, se obtuvo un incremento de 1,46 kg de leche/día, 0,4 kg de producción de sólidos/día, 0,066 kg en la producción de proteína/día y



0,05 kg en la producción de grasa diaria. El uso de ensilaje de kikuyo incrementó 0,76 kg/d, y el heno de kikuyo tuvo un aumento de 0,36 kg/d, respecto al tratamiento control (50).

La suplementación de los ensilajes y el henolaje producen una mayor cantidad de proteína, grasa y sólidos totales (ST), lo cual evidencia en este trabajo la mejor respuesta en calidad de leche para los animales suplementados con el

ensilaje de avena, seguidos por la alimentación con ensilaje de kikuyo y, luego, con el heno de kikuyo, con un incremento de proteína de 66 g/d, 36 g/d y 15 g/d, respectivamente; asimismo, aumento de grasa en leche de 50 g/d, 30 g/d y 10 g/d, respectivamente; y sólidos totales de 140 g/d, 60 g/d y 30 g/d respectivamente, todos en contraste con el tratamiento control (50).

**Tabla 2. Evaluación de tres forrajes conservados como suplemento en vacas lecheras.**

	Control	S. Avena	S. Kikuyo	H. Kikuyo	SEM
Producción (l/d)	11,4	12,6	12,2	11,7	1,3786
LCE(Kg/d)*	9,94b	11,4a	10,7ab	10,3b	1,0703
Sólidos totales (%)	10,85	10,79	10,59	10,85	0,3412
Sólidos totales (Kg/d)	1,23b	1,37a	1,29ab	1,26b	0,1456
Proteína (%)	3,11	3,24	3,2	3,15	0,2438
Proteína (Kg/d)	0,351b	0,417a	0,387ab	0,366b	0,0419
Grasa (%)	2,71	2,68	2,59	2,78	0,3519
Grasa (Kg/d)*	0,29b	0,34a	0,32ab	0,3b	0,0426
Lactosa(%)	4,95	4,84	4,76	4,89	0,433
CZ (%)	0,08	0,086	0,076	0,079	0,0103
CA**	0,86	0,84	0,78	0,78	0,1002
ECPL***	0,183ab	0,198a	0,180ab	0,167b	0,2646

Fuente: Tobón (49).

Por otra parte, para lograr la menor pérdida de energía por emisiones de metano, se suministró botón de oro (*T. diversifolia*) en sistemas silvopastoriles de trópico alto y se obtuvo como resultado la reducción de hasta un 8,8 % en la cantidad de CH<sub>4</sub> por litro de leche, comparado con un sistema de monocultivo de gramíneas (51).

La suplementación de ensilajes como reemplazo de alimentos balanceados ha llegado hasta en un 35 %, sin encontrarse diferencias en la calidad de leche, lo cual da confiabilidad en el momento

de la suplementación del ganado bovino, con la tranquilidad de no afectar la producción láctea (50). Asimismo, la sustitución del 25 % de alimento balanceado por forraje de botón de oro genera un ahorro del 9,06 % por la disminución de los costos de la suplementación. El suministro de forraje brinda grandes beneficios productivos en la cantidad de leche para la venta con alto contenido nutricional y a un menor costo (51).

El incremento en el valor nutricional en la leche produce diferentes alteraciones positivas, no solo en el animal sino en el consumidor final, y entre

sus beneficios está el **control del sobrepeso y la obesidad**, lo cual disminuye la posibilidad de la aparición de **enfermedades cardiovasculares en las personas**. Además, se ha comprobado una menor incidencia de **diabetes tipo 2** entre los consumidores habituales de productos lácteos y el favorecimiento del **desarrollo y mantenimiento de los huesos** (52).

## Acercamiento a los resultados económicos de la producción

Para el año 2050 se necesita que la producción agropecuaria aumente hasta en un 100 % debido a que la población mundial incrementará en 2400 millones de personas; esta demanda de alimento va a requerir cumplir con las necesidades nutritivas, a través de raciones de fácil consumo y con costos estabilizados, por ende, se hace necesario identificar estrategias de alimentación en las producciones animales que cumplan con la sostenibilidad ambiental y productiva (53).

El uso de ensilajes y henolaje apoya al productor en el momento de disminuir costos en la alimentación de los bovinos, como lo es en alimentos balanceados y en suplementos alimenticios, lo cual produce autosuficiencia y disminuye la necesidad de adquisición de estos productos. Sin embargo, en el país no es lo suficiente manejada esta práctica en el gremio ganadero bovino, lo que provoca dependencia en la compra de alimentos balanceados para cumplir con los requerimientos de los bovinos; por ende, es importante implementar estas prácticas ampliamente (45). Lo ideal es el uso habitual de estos métodos por los ganaderos a diferente escala para garantizar una oferta permanente de alimento para el animal, como también una

oferta de leche o carne como productos para el mercado, una fuente de ingresos permanente al año y una menor dependencia a los recursos alimenticios brindados en el comercio (45).

Se encontraron estudios en hatos de 50 animales alimentados con ensilaje de botón de oro (*Tithonia diversifolia*), y se obtuvo una mayor producción con una diferencia económica de \$901 118 y una disminución de hasta el 4,5 % en costos que se invertían en la suplementación por animal/día, lo cual es una alternativa que puede ser totalmente viable, analizada desde el punto de vista nutricional, productivo y económico, sin importar el tamaño de la producción. Esta planta posee características positivas para el productor como, por ejemplo, que necesita una demanda mínima de agroquímicos y mano de obra; además, se adapta al piso térmico y a la calidad del suelo (54).

El suministro de ensilaje ha contribuido a disminuir la necesidad de comprar alimentos balanceados. En Colombia se emplea poco este método en pequeños y medianos productores, y una de las causas es que en el trópico alto se encuentra la posibilidad de pastorear durante todo el año, lo cual genera la dependencia de la compra de alimentos balanceados/concentrados y con ello la baja rentabilidad de las producciones lecheras. El uso de ensilajes es una alternativa factible para sostener una producción a menor costo (49).

El suministro de diferentes estrategias alimenticias con la menor cantidad de dinero invertida para su formulación y con bajo aporte de proteína, ocasiona la disminución en costos de suplementos que generalmente el ganadero invierte entre un 16 y 31 % para su producción lechera. Según el balance realizado, se logra disminuir hasta en un 37,5 % el valor de la alimentación con el ensilaje, en comparación

con el suplemento comercial, y se logra plantear la estrategia adecuada para reducir costos sin afectar la nutrición del animal y, por ende, la producción de este (46). El uso de ensilajes en la alimentación del hato lechero marca diferencias en los parámetros zootécnicos, aumenta la producción de leche en litros día e incrementa

kg peso/día en producciones de carne y doble propósito (9).

En la Tabla 3 se muestran los valores del beneficio económico antes y después del tratamiento con el ensilaje en una producción láctea.

**Tabla 3. Análisis de costos-beneficios.**

	Antes del tratamiento	Después del tratamiento	Diferencia (incremento)
Producción promedio de leche diaria del hato (botellas)	19	39.67	20.67
Ingresos promedios diarios por producción de leche del hato (L) (*)	76	158.68	52.92
Costos diarios de alimentación del hato lechero (**)	0	52.92	52.92
Beneficio diario			29.76

Fuente: FAO (7).

(\*) Para calcular los ingresos por el aumento de producción de leche, se ha considerado un precio de venta de la leche de L. 4.00 /botella.

(\*\*) Se ha supuesto que los costos de alimentación antes del tratamiento eran nulos, puesto que los animales permanecen pastoreando en los potreros de pasto natural sin ningún tipo de alimentación suplementaria.

HNL\$ es la moneda de Honduras (lempira hondureño), donde HNL \$1 equivale a COP \$163.

Se observa un aumento en la producción láctea después del suministro de ensilaje, lo cual incrementa la rentabilidad, ya que se obtienen

beneficios económicos diarios altos y se puede alcanzar una mejoría en el estado de los animales.

En la Tabla 4 se muestra el análisis económico de tres tipos de forrajes conservados en la suplementación de vacas de leche.

Tabla 4. Balance económico de la producción lechera.

Balance económico producción de leche				
	Control	S.Avena	S.Kikuyo	H. Kikuyo
Costo producción (l/d)	\$ 716	\$ 772	\$ 741	\$ 722
Nivel de producción (l/vaca/d)	11,4	12,6	12,2	11,7
Producción estimada con 8 animales (l/d)	91,2	100,8	97,6	93,6
Costo de producción total (\$/d)	\$ 65.344	\$ 77.823	\$ 72.278	\$ 67.579
Precio por litro de leche (\$)	\$ 1.009	\$ 1.036	\$ 1.020	\$ 1.023
Ingresos estimados	\$ 92.031	\$ 104.437	\$ 99.586	\$ 95.785
<b>Ingresos-costos</b>	<b>\$ 26.686</b>	<b>\$ 26.615</b>	<b>\$ 27.308</b>	<b>\$ 28.206</b>
Balance económico con venta de carne				
GDP	-0,506	0,44	0,142	0,219
Precio (\$ Kg/pie)	1950	1950	1950	1950
Ingresos por Kg de carne	\$ 987	\$ 858	\$ 277	\$ 427
<b>Ingresos- costos</b>	<b>\$ 25.700</b>	<b>\$ 27.473</b>	<b>\$ 27.585</b>	<b>\$ 28.633</b>

Fuente: Tobón (49).

Los ingresos más representativos se recogieron con los semovientes suplementados con ensilaje de avena (\$104 437 diarios) y los ingresos más bajos se obtuvieron en animales sin suplementar (control) (\$92 031). Sin embargo, al realizar el balance entre ingresos estimados y costos de producción, en el cual se obtienen los ingresos netos de la producción de leche, la suplementación con ensilaje de avena presentó los menores ingresos netos (\$26 615) y los bovinos suplementados con heno de kikuyo dieron como resultado los mejores ingresos netos (\$28 206 diarios). Por su parte, la suplementación con ensilaje de kikuyo quedó en segundo lugar en los ingresos netos (\$27 308) (50). Al analizar los ingresos en función de la ganancia diaria de peso de los bovinos, se observa que las vacas sin suplementación (tratamiento control) tuvieron pérdidas de peso, lo cual ocasiona una pérdida

económica de \$987 para la producción. Los mayores ingresos con respecto a la ganancia diaria de peso fueron recopilados en vacas suplementadas con ensilaje de avena (\$858), seguido por el heno de kikuyo (\$427) y, finalmente, el ensilaje de kikuyo (\$277) (50).

## Conclusiones

Las alternativas de conservación de forrajes son métodos poco utilizados por los productores colombianos, lo cual produce baja rentabilidad productiva y la necesidad de invertir más dinero en suplementos comerciales en épocas en las que el forraje escasea; es importante reconocer el impacto que tienen estos métodos en todos los ámbitos de una empresa ganadera ya que genera beneficios económicos, fisiológicos, nutricionales y, por consecuencia, un bienestar para los animales.

El ensilaje, de acuerdo con lo presentado en esta revisión, representa el método de conservación de forrajes más reconocido por su facilidad en la elaboración ya que se desarrollan procesos característicos y también el de mayor aceptabilidad por su palatabilidad a los animales, además de suministrar gran cantidad de nutrientes y beneficiar la nutrición del bovino y la calidad de la leche.

El ensilaje, heno y henolaje son métodos de conservación factibles para una producción ganadera que desee disminuir costos y evitar la

compra de suplementos comerciales. Entre los procesos anteriormente nombrados se destaca el heno por poseer mayores ingresos netos en comparación con el ensilaje, lo cual es lo esperado en las producciones animales; también se observó que se obtiene mayor ganancia diaria de peso en vacas suplementadas con ensilaje, en comparación con las vacas alimentadas con heno. Por lo tanto, se recomienda el suministro de forrajes conservados para los bovinos, en cantidades adecuadas, para mejorar la economía de la producción y los estados fisiológico y metabólico del animal.

## Referencias

1. CONtextoganadero. En 2020, el acopio formal de leche subió pero no alcanzó los niveles de otros años. Oficina de Investigaciones Económicas de Fedegán-FNG. [Internet]. Bogotá. 2020. Disponible en: <https://www.contextoganadero.com/economia/en-2020-el-acopio-formal-de-leche-subio-pero-no-alcanzo-los-niveles-de-otros-anos>
2. León R., Bonifaz N, Gutiérrez F. Pastos y forrajes del Ecuador. Siembra y producción de pasturas. Universidad Politécnica Salesiana. [Internet]. 2018. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/19019>
3. Corrales LC, Antolinez DA, Bohórquez JA, Corredor AM. Bacterias anaerobias: procesos que realizan y contribuyen a la sostenibilidad de la vida en el planeta. NOVA [internet]. 2015;13(23):55-81. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/nova/v13n24/v13n24a06.pdf>
4. Garcés AM, Berrío L, Ruiz S, Serna de León JG, Builes AF. Ensilaje como fuente de alimentación para el ganado. Revista Lasallista de Investigación [Internet]. 2004;1(1):66-73. Disponible en: <http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/179/1/066-71%20Ensilaje%20como%20fuente%20de%20alimentaci%C3%B3n%20para%20el%20ganado.pdf>
5. Quiñones J. Ensilaje de arbustivas forrajeras para sistemas de alimentación ganadera del trópico altoandino. Revista de Investigaciones Altoandinas

- [Internet]. 2020;22(3). Disponible en: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2313-29572020000300285&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2313-29572020000300285&script=sci_arttext)
6. Bravo H. Ensilaje de maíz y su influencia sobre parámetros productivos en vacas mestizas del trópico. La Técnica [Internet]. 2018;(20):55-66. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6723167>
  7. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Comportamiento productivo de ganado alimentado con ensilaje bajo condiciones de trópico seco. Buenas prácticas: uso de ensilaje [Internet]. 2016;1-12. Disponible en: <http://www.fao.org/3/at786s/at786s.pdf>
  8. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Portal lácteo. Cuestiones sociales y de género [Internet]. 2021. Disponible en: <http://www.fao.org/dairy-production-products/socio-economics/social-and-gender-issues/es/>
  9. Pinto. A. Sector lechero en Colombia: potencial desperdiciado [Internet]. Universidad de los Andes, Facultad de Administración. 2017. Disponible en: <https://agronegocios.uniandes.edu.co/2017/09/22/sector-lechero-en-colombia-potencial-desperdiciado/>
  10. Leal Barrero BJ. Análisis de los factores internos en la producción de leche en trópico alto y bajo en Colombia. Ciencia Unisalle [Internet]. 2017;1(1):3-5. Disponible en: [https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=2457&context=administracion\\_de\\_empresas](https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=2457&context=administracion_de_empresas)
  11. Revista Semana. Así es la Colombia rural. Semana [Internet]. 2012. Bogotá. Disponible en: <https://especiales.semana.com/especiales/pilares-tierra/asi-es-la-colombia-rural.html>
  12. Censo Nacional Agropecuario. Caracterización de los productores residentes en el área rural dispersa censada. *Tercer Censo Nacional Agropecuario* [Internet]. 2014. Dane, Bogotá. Disponible en: <https://www.dane.gov.co/files/CensoAgropecuario/entrega-definitiva/Boletin-2-Productores-residentes/2-Boletin.pdf>
  13. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Portal lácteo. Economía [Internet]. 2021. Disponible en: <http://www.fao.org/dairy-production-products/socio-economics/economics/es/#:~:text=La%20producci%C3%B3n%20lechera%20proporciona%20muchos,para%20la%20producci%C3%B3n%20de%20cultivos>
  14. Callejo A, Matesanz B. Conservación de forrajes. Interés práctico. Bovis [Internet]. 2004;(120):5-16. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1075730>



15. Cuy Fonseca DC. Fortalecimiento del programa de nutrición ganadera de la Secretaría de Desarrollo Agropecuario de Duitama mediante la implementación de silo de maíz forrajero (*Zea mays*) para pequeños y medianos productores. Trabajo de grado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia (Unad). 2015. Disponible en: [https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/3671/1052390527.pdf?sequence=3&isAllowed=y#:~:text=Se %20trata %20del %20ensilaje %2C %20un,alimentos %20en %20tiempo %20de %20insuficiencia.&text=El %20ensilaje %20es %20el %20alimento,y %20residuos %20forrajeros %20](https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/3671/1052390527.pdf?sequence=3&isAllowed=y#:~:text=Se%20trata%20del%20ensilaje%2C%20un,alimentos%20en%20tiempo%20de%20insuficiencia.&text=El%20ensilaje%20es%20el%20alimento,y%20residuos%20forrajeros%20)
16. Morón LM. Ventajas y desventajas de los sistemas de pastoreo y confinamiento en la producción de carne en raza cebú en el departamento del Cesar. Ciencia Unisalle [Internet]. 2009, Bogotá. Disponible en: [https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1303&context=medicina\\_veterinaria](https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1303&context=medicina_veterinaria)
17. Demanet Filippi R. Conceptos básicos en la elaboración de ensilajes. Programa Desarrollo Productores [Internet]. s. f. Disponible en: <http://www.watts.cl/docs/default-source/charlas-a-productores/ensilajes.pdf?sfvrsn=2>
18. Ideagro. ¿Qué es el ensilaje? Ideagro [Internet]. 2018. Disponible en: <https://www.ideagro.com/single-post/2018/11/20/-que-es-el-ensilaje>
19. Ideagro. Estos son algunos de los usos y ventajas del ensilaje. Elcampesino.co [Internet]. 2019. Disponible en: <https://www.elcampesino.co/estos-son-algunos-de-los-usos-y-ventajas-del-ensilaje/>
20. Chalkling DJ. Ensilaje de grano húmedo. Sitio Argentino de Producción Animal [Internet]. 2016:8-11. Disponible en: [https://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_y\\_manejo\\_reservas/reservas\\_silos/86-grano\\_humedo.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_reservas/reservas_silos/86-grano_humedo.pdf)
21. Martínez F. Proceso de ensilaje. InfoPastosyForrajes.com [Internet]. 2020. Disponible en: [https://infopastosyforrajes.com/metodos-de-conservacion/proceso-de-ensilaje/#:~:text=El %20proceso %20del %20ensilaje %20se,Estabilizaci %C3 %B3n %20y %20Fase %20de %20Utilizaci %C3 %B3n](https://infopastosyforrajes.com/metodos-de-conservacion/proceso-de-ensilaje/#:~:text=El%20proceso%20del%20ensilaje%20se,Estabilizaci%C3%B3n%20y%20Fase%20de%20Utilizaci%C3%B3n)
22. Infoagronomo.net. Tipos de ensilaje. Infoagronomo [Internet]. 2020. Disponible en: <https://infoagronomo.net/tipos-de-ensilaje-pdf/>
23. Wargner B, Asencio V, Caridad J. Cómo preparar un buen ensilaje. IDIAF [Internet]. 2016. Disponible en: <http://190.167.99.25/digital/Idiaf.Ensilaje.1.pdf>

24. CONtextoganadero. Técnicas más conocidas para ensilar. CONtextoganadero. [Internet]. 2021. Bogotá. Disponible en: <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/tecnicas-mas-conocidas-para-ensilar>
25. Demanet Filippi R. Aditivos en ensilaje. Praderas y pasturas [Internet]. s. f. Disponible en: [http://praderasypasturas.com/files/menu/catedras/praderas\\_y\\_pasturas/2008/44-Aditivos-en-Ensilaje.pdf](http://praderasypasturas.com/files/menu/catedras/praderas_y_pasturas/2008/44-Aditivos-en-Ensilaje.pdf)
26. CONtextoganadero. Silos para el ganado ¿con o sin aditivos? CONtextoganadero [Internet]. 2015. Disponible en: [https://www.contextoganadero.com/internacional/silos-para-el-ganado-con-o-sin-aditivos#:~:text=La %20 melaza %20es %20el %20aditivo,lo %20hace %20con %20las %20malas.](https://www.contextoganadero.com/internacional/silos-para-el-ganado-con-o-sin-aditivos#:~:text=La%20melaza%20es%20el%20aditivo,lo%20hace%20con%20las%20malas.)
27. González K. El heno como alternativa alimenticia del ganado. Zoovetes mi pasión [Internet]. 2018. Disponible en: [https://zoovetesmipasion.com/nutricion-animal/heno-alternativa-alimenticia-del-ganado/#:~:text=Los %20 altos %20contenidos %20de %20carbohidratos,mucho %20menor %20 que %20los %20concentrados](https://zoovetesmipasion.com/nutricion-animal/heno-alternativa-alimenticia-del-ganado/#:~:text=Los%20altos%20contenidos%20de%20carbohidratos,mucho%20menor%20que%20los%20concentrados)
28. Callejo A. Conservación de forrajes(II): fundamentos de la henificación. Frisón Española [Internet]. 2020:104-109. Disponible en: [http://oa.upm.es/53335/1/INVE\\_MEM\\_2017\\_286058.pdf](http://oa.upm.es/53335/1/INVE_MEM_2017_286058.pdf)
29. Gallardo. M. La clínica de los forrajes conservados: diagnóstico sensorial de calidad. Forratec [internet]. 2015. Buenos Aires. Disponible en: <https://www.forratec.com.ar/uploads/35-20140924163649-pdfEs.pdf>
30. CONtextoganadero. Proceso de henolaje: ventajas y objetivos de la conservación. CONtextoganadero [Internet]. 2020. Disponible en: <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/proceso-de-henolaje-ventajas-y-objetivos-de-la-conservacion>
31. CONtextoganadero. ¿Cómo es un buen heno? CONtextoganadero [Internet]. 2021. Bogotá. Disponible en: <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/como-es-un-buen-heno>
32. Producción animal. Conservación de forrajes. Sitio argentino de producción animal. [Internet]. s. f. Disponible en: [https://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_y\\_manejo\\_reservas/reservas\\_en\\_general/31-conservacion\\_ISEA.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_reservas/reservas_en_general/31-conservacion_ISEA.pdf)
33. Andrade Ortiz A, Oliva Suárez F. Sistema de crianza de bovinos de carne en el trópico: húmedo comparando dos tipos de pastos: *Bachiaria decumbens* vs. *Paspalum dilatatum*. Tesis de maestría, Universidad Católica de Santiago de Guayaquil [Internet]. 2015. Guayaquil. Disponible en: <http://201.159.223.180/bitstream/3317/3875/1/T-UCSG-POS-MSPA-6.pdf>

34. Consejo Mexicano de la Carne. Importancia de la alimentación del ganado. Equipo Editorial Comecarne [Internet]. 2018. Disponible en: <https://comecarne.org/importancia-de-la-alimentacion-del-ganado/>
35. Otoy F, Salazar A. Plan de negocio para la producción y comercialización de leche en la vereda Santa Rosa, municipio de Popayán, departamento del Cauca. Tesis de especialización, Universidad Santo Tomás [Internet]. 2020. Disponible en: <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/31975/2021franciscotoyaandressalazar.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
36. Cruz A, Rodríguez A, Pineda C. Efecto de la suplementación con ensilaje de cáscara de naranja (*Citrus sinensis* L) sobre algunos parámetros metabólicos en vacas de leche. *Rev Inv Vet Perú*. 2019;30(4):1494-1503. DOI: <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v30i4.17157>
37. Castro-Rincón E, Sierra-Alarcón AM, Mojica-Rodríguez JE, Carulla-Fornaguera J, Lascano-Aguilar C. Uso múltiple de leguminosas como abono verde, en rotación con maíz, y heno, para producción de leche. *Corpoica Cienc Tecnol Agropecuaria, Mosquera (Colombia)* [Internet]. 2016;17(1):17-29. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/ccta/v17n1/v17n1a03.pdf>
38. Álvarez Zapata R. Efecto de la suplementación con cama de pollos sobre las variables productivas de mautes y vacas doble propósito a pastoreo. Tesis, Universidad Central de Venezuela [Internet]. 2016. Maracay. Disponible en: [https://www.researchgate.net/profile/Ramon-Alvarez-Z/publication/308697598\\_EFECTO\\_DE\\_LA\\_SUPLEMENTACION\\_CON\\_CAMA\\_DE\\_POLLOS\\_SOBRE\\_LAS\\_VARIABLES\\_PRODUCTIVAS\\_DE\\_MAUTES\\_Y\\_VACAS\\_DE\\_DOBLE\\_PROPOSITO\\_A\\_PASTOREO/links/57ebd56508aebb1961ff8d74/EFECTO-DE-LA-SUPLEMENT](https://www.researchgate.net/profile/Ramon-Alvarez-Z/publication/308697598_EFECTO_DE_LA_SUPLEMENTACION_CON_CAMA_DE_POLLOS_SOBRE_LAS_VARIABLES_PRODUCTIVAS_DE_MAUTES_Y_VACAS_DE_DOBLE_PROPOSITO_A_PASTOREO/links/57ebd56508aebb1961ff8d74/EFECTO-DE-LA-SUPLEMENT)
39. Borrero Manrique A, Cujía Mendiñeta K. Ensilado de mango y lactosuero: una alternativa de alimentación en vacas lecheras [Internet]. 2016. Disponible en: <https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/microciencia/article/view/3658/3053>
40. Bermúdez J. Evaluación de ensilaje de naranja entera (*Citrus sinensis*) como alternativa de suplementación en bovinos. *Veterinaria y Zootecnia* [internet]. 20159(2):38-53. Universidad de Caldas. Disponible en: <http://vetzootec.ucaldas.edu.co/downloads/v9n2a04.pdf>
41. Montero Durán E. Evaluación de las propiedades fermentativas, nutricionales y el costo de elaboración de ensilajes de poró (*Erythrina poeppigiana*) y cratylia (*Cratylia argentea*) con niveles crecientes de inclusión de guineo cuadrado (*Musa sp*), para alimentación de rumiantes. Tesis de grado, Universidad de Costa Rica, Escuela de Zootecnia [Internet]. 2016. Disponible en: <http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/bitstream/123456789/4392/1/41411.pdf>

42. Titterton M, Bareeba FB. Ensilaje de gramíneas y leguminosas en los trópicos. Department of Animal Science, University of Zimbabwe [Internet]. s. f. Uganda. Disponible en: <http://www.fao.org/3/X8486S/x8486s06.htm>
43. Escalona R, Ramírez P, Barzaga G, De la Cruz B, Maurenis Ramayo C. Intoxicación por urea en rumiantes. Dpto. Sanidad Animal, Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad de Granma [Internet]. 2007. Bayamo, Cuba. Disponible en: [https://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/suplementacion\\_proteica\\_y\\_con\\_nitrogeno\\_no\\_proteico/31-intoxicacion\\_por\\_urea.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion_proteica_y_con_nitrogeno_no_proteico/31-intoxicacion_por_urea.pdf)
44. Cowan T. Uso de forrajes ensilados en sistemas de producción animal en gran escala. Australian Tropical Dairy Institute, University of Queensland, Australia [Internet]. 2016. Disponible en: <http://www.fao.org/3/X8486S/x8486s05.htm>
45. Tobón CA. Evaluación del uso de forrajes conservados en vacas para la producción de leche en el municipio de Guatavita (Cundinamarca). Trabajo de grado, Universidad Nacional de Colombia [Internet]. 2019. Bogotá. Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/75833/Tesis%20Maestr%C3%ADa%20-%20Camilo%20Tob%C3%B3n%202019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
46. Gómez-Vega S, Caicedo-Pinzón R, Vargas-Martínez J. Efecto de la suplementación estratégica en un sistema de lechería en Cundinamarca, Colombia. Rev Investig Vet Perú [Internet]. 2019;30(3). Disponible en: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1609-91172019000300014](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172019000300014)
47. Murgueitio E, Calle Z. Reseña del libro Ganadería del futuro: investigación para el desarrollo. Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria (Cipav) [Internet]. 2008. Carta Fedegán n.º 108. Disponible en: [http://nutriciondebovinos.com.ar/MD\\_upload/nutriciondebovinos\\_com\\_ar/Archivos/File/Boton\\_de\\_Oro\\_y\\_Ganaderia.pdf](http://nutriciondebovinos.com.ar/MD_upload/nutriciondebovinos_com_ar/Archivos/File/Boton_de_Oro_y_Ganaderia.pdf)
48. Angulo J, Nemocón AM, Posada SL, Mahecha L. Producción, calidad de leche y análisis económico de vacas holstein suplementadas con ensilaje de botón de oro (*Tithonia diversifolia*) o ensilaje de maíz. Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial. [Internet]. 2021:1-13. Disponible en: <https://revistas.unicauca.edu.co/index.php/biotecnologia/article/view/1535>
49. Arias-Gamboa LM, Alpizar-Naranjo A, Castillo-Umaña MA, Camacho-Cascante MI, Arronis-Díaz V, Padilla-Fallas JE. Producción, calidad bromatológica de la leche y los costos de suplementación con *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray, en vacas Jersey. Pastos y Forrajes

[Internet]. 2018. Cuba. Disponible en: <https://www.redalyc.org/jatsRepo/2691/269158220005/269158220005.pdf>

50. Escalante JL. Leche: propiedades, beneficios y valor nutricional. La Vanguardia [Internet]. 2018. Disponible en: <https://www.lavanguardia.com/comer/materia-prima/20181106/4190/leche-propiedades-beneficios-valor-nutricional-alimentos.html>
51. Flórez-Delgado DF, Rosales-Asensio E. Uso del ensilaje de pulpa de café en alimentación animal. Mundo Fesc [Internet]. 2018;15(1):73-82. Pamplona. Disponible en: <https://www.fesc.edu.co/Revistas/OJS/index.php/mundofesc/article/view/254/385>
52. Londoño J, Mahecha L, Angulo J. Desempeño agronómico y valor nutritivo de bovinos de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A Gray para la alimentación de bovinos. Revista Colombiana de Ciencia Animal [Internet]. 2019;11(1). Universidad de Sucre. Disponible en: <https://revistas.unisucre.edu.co/index.php/recia/article/view/693/761>
53. Valencia AF. Los ensilajes, una mirada a esta estrategia de conservación de forraje para la alimentación animal en el contexto colombiano. Ciencia Unisalle [Internet]. 2016. Bogotá. Disponible en: <https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1260&context=zootecnia>
54. Olarte LM. Análisis sectorial de la lechería especializada del trópico alto en Antioquia [Internet]. 2016. Disponible en: [https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/7838/LauraMaria\\_OlarteMejia\\_2014.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/7838/LauraMaria_OlarteMejia_2014.pdf?sequence=2&isAllowed=y)



# El compostaje: una alternativa para la recuperación de suelos contaminados por agroquímicos para el pequeño productor

Composting: an alternative for soil recovery by agrochemical contaminants for the small producer

Henry Giovanni Jaimes-Díaz<sup>1\*</sup>,  Irina Suárez-Chacón<sup>1</sup>,   
José Camilo Torres-Romero<sup>2</sup> 

Cómo citar este artículo: Jaimes-Díaz HG, Suárez-Chacón I, Torres-Romero JC. (2021). El compostaje: una alternativa para la recuperación de suelos contaminados por agroquímicos para el pequeño productor. Revista Ciencias Agropecuarias. 2021;7(1):51-67. DOI:

<sup>1</sup> Universidad Nacional Abierta y a Distancia (Unad), Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente (Ecapma), Especialización en Biotecnología Agraria, Bogotá (Colombia).

<sup>2</sup> Universidad Nacional Abierta y a Distancia (Unad), Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente (Ecapma), Especialización en Biotecnología Agraria - Ciab, Dosquebradas, Risaralda (Colombia).

\* Autor de correspondencia:  
hgjaimesd@ufpso.edu.co

## Resumen

Alternativas para mitigar en el suelo efectos tóxicos a causa de la utilización de agroquímicos es una necesidad que se impone en función de la problemática ambiental cada vez más creciente en el planeta. Salidas biotecnológicas desde un enfoque agroambiental son pertinentes en el contexto actual de los pequeños campesinos que ahora pueden utilizar a la biotecnología e información disponible en internet como herramientas para mitigar las consecuencias de la liberación de agroquímicos. El presente trabajo tuvo como objetivo proponer alternativas para la recuperación de suelos contaminados por agroquímicos mediante el uso de compostaje en el contexto colombiano. En el estudio se desarrolló una investigación bibliográfica de enfoque cualitativo, en la que se realizó una revisión en diversas bases de datos entre ellas Scopus, ScienceDirect, SciELO, Google



**Palabras clave:**

agroquímicos,  
 biorremediación,  
 compostaje,  
 microorganismos, suelo.

**Keywords: Agrochemicals,**

Bioremediation,  
 Composting,  
 Microorganisms, Soil.

Scholar (GS) y repositorios institucionales. Se encontraron variadas formas para realizar compostaje que resultan en un proceso de descontaminación del suelo; sin embargo, esta información está segregada sin tener en cuenta particularidades del territorio del pequeño productor. Se presentan como resultado, algunas alternativas que seguro pueden ser útiles para la recuperación de suelos para la producción a pequeña escala considerando sus particularidades.

**Abstract**

*Alternatives to mitigate toxic effects in the soil due to the use of agrochemicals is a necessity that is imposed based on the increasingly growing environmental problems on the planet. Biotechnological exits from an agri-environmental approach are relevant in the current context of small farmers who can now use biotechnology and information available on the internet as tools to mitigate the consequences of the release of agrochemicals. The present work aimed to propose alternatives for the recovery of soil contaminated by agrochemicals using composting in the Colombian context. In the study, a qualitative approach bibliographic research was carried out, in which a review was carried out using various databases including Scopus, Science-Direct, SciELO, Google Scholar (GS) and institutional repositories. Various ways to compost were found that result in a soil decontamination process, however, this information is segregated without considering the particularities of the small producer's territory. As a result, some alternatives are presented that can surely be useful for the recovery of soils in the small-scale production considering certain features.*

**Introducción**

La contaminación ambiental es uno de los principales problemas a los que se enfrenta la sociedad actual, la cual genera daños al ser humano y a los ecosistemas (1,2). Dentro de esta crisis, el aspecto más importante es el uso indiscriminado de agroquímicos para el control de plagas en los cultivos (3,4); se ha comprobado que solo el 0,1 % de estas sustancias químicas cumplen su objetivo y que el 99,9 % restante

se queda disperso en el medio, contaminando agua, suelo, fauna y flora (3,5).

Los agroquímicos son sustancias utilizadas en la actividad agrícola y ganadera, entre los que se pueden identificar como fertilizantes y plaguicidas (6), dentro de estos últimos tenemos los insecticidas, fungicidas, herbicidas y acaricidas empleados como controladores de

plagas y enfermedades en plantas y el ganado. Muchos de los agroquímicos que llegan al suelo, dependiendo de su composición química, no pueden ser biodegradados y persisten por diversos periodos, por ejemplo, los agroquímicos que contienen arsénico no tienen un tiempo definido de persistencia; sin embargo, los organofosforados pueden permanecer en el suelo de una a doce semanas, los carbamatos de una a ocho semanas y la atrazina de uno a dos meses (7). Es así como estas sustancias en su proceso de degradación o acumulación en los suelos hacen que se modifiquen los ciclos biogeoquímicos y que aparezcan determinados componentes que originan cambios importantes en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo (8). La disminución de la biodiversidad del suelo, el deterioro en la permeabilidad y la actividad productiva y su erosión son algunos efectos de los agroquímicos en este recurso (9).

No obstante, a pesar de que se conocen los efectos contaminantes de los agroquímicos sobre el suelo, sobre su microbiota y los seres humanos (10,11), y de que se han realizado trabajos de investigación y publicaciones sobre el uso de diferentes alternativas para la recuperación de suelos (12), todo este conocimiento no se ha articulado para generar avances más concretos que permitan identificar verdaderas soluciones a los problemas del medio y, para este caso, el restablecimiento de esta matriz tan importante, haciendo uso del compostaje. A partir de esta situación, se hace necesario cuestionarse ¿qué alternativas de solución existen para la recuperación de suelos contaminados con agroquímicos implementando el compostaje?, lo cual permite unificar conocimientos y presentar diversas opciones que contribuyan al mejoramiento de las condiciones edáficas. En este trabajo se presenta una recopilación del uso del compostaje para la biorremediación del suelo y se proponen alternativas para su recuperación

en zonas contaminadas por agroquímicos en el contexto colombiano y la región de Ocaña, Norte de Santander.

## Materiales y métodos

El trabajo se desarrolló a través de una investigación básica de enfoque cualitativo, en la cual se realizó una revisión documental. La información contenida en el estudio tiene como línea de apoyo la consulta de diferentes bases de datos entre ellas Scopus, Science-Direct, SciELO, Google Scholar (GS) y repositorios institucionales. Las categorías utilizadas para la consecución de la información fueron palabras o combinaciones de palabras entre las que están: agroquímicos, composting, bioremediation, soil, compostaje, agroquímicos contaminación, agroquímicos contaminación del suelo, compostaje biorremediación de suelos, compostaje biorremediación de suelos contaminados y compostaje biorremediación de suelos contaminados con agroquímicos. En los criterios de selección de la información se resalta el uso de bases de datos idóneas, fuentes primarias y confiables, idiomas (español-inglés), tema de estudio, revisión del título y resumen. Finalmente, se efectuó una lectura crítica y un análisis de la información.

## Resultados

### El compostaje, una alternativa para la agricultura en Colombia

El compostaje es el proceso biológico oxigénico mediante el cual los microorganismos actúan sobre una materia orgánica biodegradable, lo que permite obtener compost, un abono de excelente calidad para la agricultura (13). La

utilización del compost en el suelo es de gran importancia ya que restaura la flora, evita así la desertización, mejora la estructura física del suelo y logra aumentar su permeabilidad, aporta macronutrientes N, P, K para fortalecer la capacidad de intercambio catiónico y recupera la actividad biológica porque ayuda a la nutrición de los microorganismos. Asimismo, el uso del compost contribuye al restablecimiento de las características físicas del suelo como la infiltración y conductividad hidráulica (14). Sin embargo, la utilización del compost tiene desventajas económicas ya que la inversión es un poco costosa por los equipos que se necesitan y las adecuaciones en las instalaciones; también hay que disponer de un terreno para los materiales de partida, la etapa de maduración y la de almacenamiento del producto terminado (15).

Los abonos orgánicos son de gran importancia ya que aportan grandes beneficios en los procesos agrícolas, como sustrato o medio de cultivo, cobertura, mantenimiento de los niveles originales de materia orgánica del suelo y complemento o reemplazo de los fertilizantes de síntesis; siendo este último el de más relevancia debido a su mayor uso en los sistemas de biodegradación y de prácticas amigables con el ambiente (16). Estos abonos orgánicos (compost y biosólidos, entre otros) u órgano-minerales presentan parte del N en formas orgánicas, más o menos estables, que paulatinamente se van mineralizando y pasando a disposición de las plantas (17). Además, mejoran las condiciones bioquímicas y microbiológicas del suelo, y son un potencial biorremediador y restaurador (18).

En los últimos cuarenta años, los productores redujeron la aplicación de abonos orgánicos a causa del inicio de una agricultura intensiva (19), lo que generó una disminución en el uso de fertilizantes orgánicos hasta un punto en el

que la aplicación de los inorgánicos se convirtió en un problema ambiental en muchos lugares del mundo (20). No obstante, el costo de los fertilizantes minerales obliga a la búsqueda y evaluación de alternativas para el manejo de la nutrición vegetal; dentro de los más destacados y de mayor acceso para los agricultores está el reciclado de nutrientes a partir de fuentes como el compostaje, el uso de estiércol de origen animal y otras fuentes propias de los sistemas productivos como la pulpa de café y los residuos de cosecha, que se constituyen en las materias primas del proceso (21). Existen varios tipos de compostaje, dependiendo de cómo se obtiene el compost. Algunos utilizan sistemas biológicos como las lombrices (vermicompostaje) y las aves (avicompostaje), otros son implementados por el hombre a partir de materiales de desechos, como el bocashi y el compost tradicional (22).

El proceso de compostaje se desarrolla en cuatro fases dependientes de la temperatura: fase mesófila, fase termófila, fase de enfriamiento y fase de maduración. La fase mesófila se caracteriza porque la actividad metabólica de los microorganismos produce un aumento de la temperatura entre 40 y 45 °C en un periodo de 8 a 16 días, el pH desciende y se estabiliza entre 4 y 5.5, lo cual permite las reacciones de descomposición de la materia orgánica para la obtención de carbono y nitrógeno, la producción de CO<sub>2</sub> y la generación de calor. Las bacterias mesófilas implicadas en esta primera fase pertenecen a las familias: *Alcaligenaceae*, *Alteromonadaceae*, *Bacillaceae*, *Burkholderiaceae*, *Bradyrhizobiaceae*, *Caryophanaceae*, *Caulobacteraceae*, *Cellulomonadaceae*, *Clostridiaceae*, *Comamonadaceae*, *Corynebacteriaceae*, *Enterobacteriaceae*, *Flavobacteriaceae*, *Flexibacteraceae*, *Hyphomicrobiaceae*, *Intrasporangiaceae*, *Methylobacteriaceae*, *Microbacteriaceae*, *Micrococcaceae*, *Moraxellaceae*, *Neisseriaceae*,

*Nitrosomonadaceae*, *Nocardiopsaceae*,  
*Paenibacillaceae*, *Phyllobacteriaceae*,  
*Propionibacteriaceae*, *Pseudomonadaceae*,  
*Pseudonocardiaceae*, *Rhodobacteraceae*,  
*Sphingobacteriaceae*, *Staphylococcaceae*, y  
*Xanthomonadaceae*, específicamente géneros  
 como *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Thiobacillus*,  
*Enterobacter*, *Streptomyces* y bacterias celulíticas  
 como las *Celullomonas*. Entre los hongos  
 están los géneros *Levaduras*, *Aspergillus* y  
*Penicillium*, seguidos de *Trichoderma*, *Mucor*,  
*Rhizopus*, *Cladosporium*, *Backusella*, *Ulocladium*,  
*Acremonium*, *Fusarium*, *Scopulariopsis* y  
*Geotrichum* (23).

El calor generado en la fase anterior permite un aumento de la temperatura que puede alcanzar los 45 y 70 °C, lo cual da paso a la fase termofílica, en la que los microorganismos termófilos (hongos y bacterias) (Tabla 1) degradan componentes de la materia orgánica como la celulosa y la lignina; además transforman el nitrógeno en amoníaco (mineralización) por lo que el pH sube hasta tornarse alcalino. Por encima de los 60 °C, los hongos termófilos no sobreviven, aparecen bacterias que producen endosporas y actinobacterias, que descomponen hemicelulosas, proteínas y lípidos. Además, se produce lentamente la pasteurización del medio, eliminando bacterias patógenas como *Escherichia coli* y *Salmonella* sp., huevos de parásitos, esporas de hongos y semillas de malezas.

En la fase de enfriamiento, se da un descenso en la temperatura (40-45 °C) originado por la disminución de la actividad metabólica y compuestos asimilables por microorganismos termófilos. De esta manera, el material descompuesto en gran parte es invadido de nuevo por microorganismos mesófilos que terminan de degradar compuestos lignocelulósicos restantes. La mayoría de los microorganismos presentes en esta fase tienen

actividad proteolítica, amonificante, amilolítica, celulolítica, fijación de nitrógeno, desnitrificante y sulfato reductora.

**Tabla 1. Bacterias y hongos presentes en la fase termofílica del proceso de compostaje.**

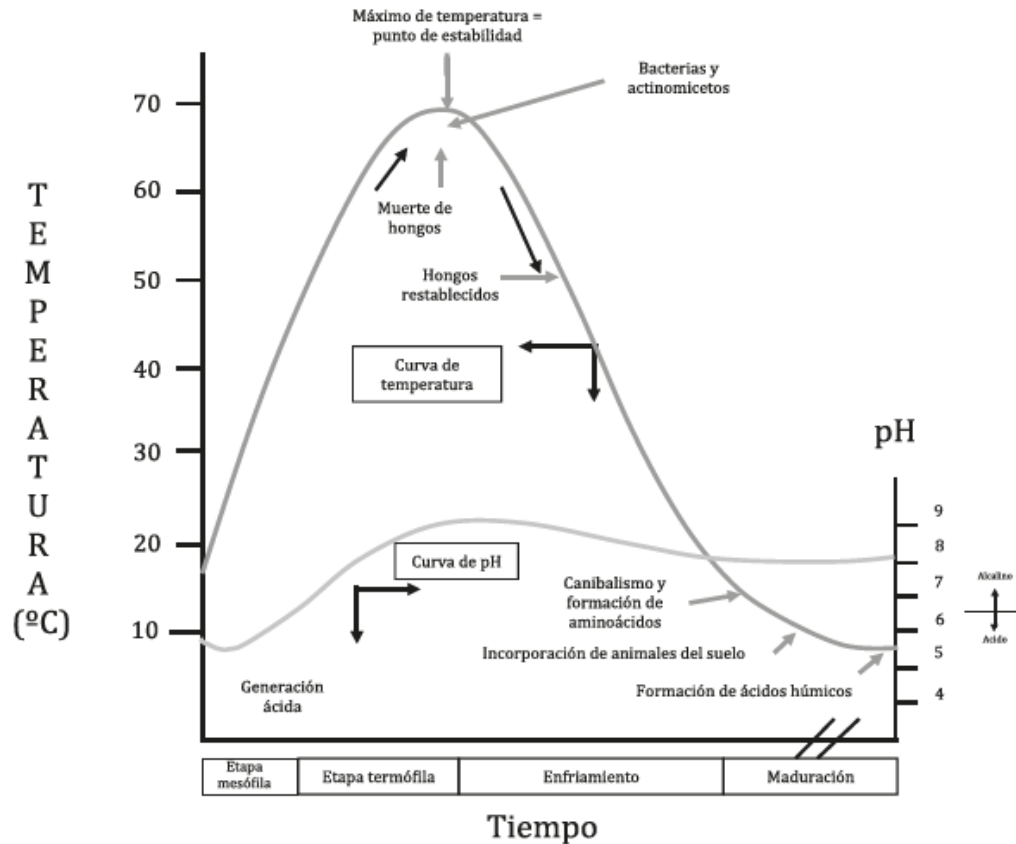
Bacterias	Hongos
<i>Thermomonospora</i> sp.	<i>Mucor pusillus</i>
<i>Thermoactinomyces</i> sp.	<i>Torula thermophila</i>
<i>Clostridium thermocellum</i>	<i>Thermoascus aurantiacus</i>
<i>Bacillus</i> sp. <i>Estearthermophilus</i> sp.	<i>Geotrichum candidum</i>
	<i>Chaetomium thermophilus</i>
	<i>Aspergillus fumigatus</i>
	<i>Penicillium</i> sp.

Fuente: (24).

Por último, la fase de maduración se da a temperatura ambiente, el pH se neutraliza y ocurren reacciones de síntesis de compuestos de carbono como los ácidos húmicos y fúlvicos. Esta fase dura entre 3 y 9 meses.

## El compostaje en la recuperación de suelos contaminados

El uso del compostaje es considerado como una técnica *ex situ* de descontaminación biológica de los suelos, que tiene la finalidad de estimular a los microorganismos autóctonos para biodegradar sustancias tóxicas aprovechando las temperaturas generadas durante el proceso (Figura 1) y que ayudan a transformarlas en sustancias inocuas. Se ha comprobado que esta técnica es eficiente para la degradación de hidrocarburos, explosivos y pesticidas (12).



**Figura 1.** Variaciones en la temperatura y el pH en cada una de las etapas del proceso de compostaje.

Fuente: Campitelli et al. (citados por 25).

El sistema de compostaje más utilizado para suelos contaminados es el que se da en condiciones aeróbicas formando pilas (biopilas) *in situ*, y adicionando material de volumen, agua, nutrientes y permitiendo la oxigenación para mantener el ambiente propicio para los microorganismos.

Las biopilas son influenciadas por factores ambientales como el clima y la composición del suelo por lo que se diseñan en sistemas cerrados para mantener las condiciones de temperatura, humedad y composición del suelo. Las biopilas se pueden establecer de forma alargada y estática. En las primeras el material se

coloca en pilas formando hileras longitudinales y la aireación del sistema se realiza a través de un mezclado manual. En el segundo tipo de biopilas, la aireación se hace por medio de un sistema de inyección con tubos, lo cual permite el control de flujo aire y por lo tanto de la actividad microbiana (26).

En el tratamiento con compost de suelos contaminados se dan las siguientes fases: una *fase inicial*, en la que es necesario proporcionar buena cantidad de aire para favorecer la actividad microbiana, por lo que se generan temperaturas entre los 50 y 60 °C. Sin embargo, baja rápidamente y se establece en los 45 °C, por

lo que no se da la fase termofílica prolongada. Una *fase intermedia* en la cual los materiales son consumidos fácilmente por los microorganismos mesófilos y la temperatura baja junto con la actividad metabólica. Por último, una *fase de enfriamiento*, en la que la temperatura alcanza la ambiental y el proceso termina con el cambio de textura y olor del material.

## Antecedentes sobre el uso del compostaje en biorremediación de suelos contaminados

El uso del compostaje para remediación de suelos contaminados es una tecnología de biodegradación en fase sólida que ha tomado auge a finales de la década de los 90, cuando los trabajos de investigación han demostrado que es una alternativa eficaz para suelos contaminados con hidrocarburos y sus derivados, monoaromáticos, clorofenoles, PAHs (hidrocarburos aromáticos policíclicos), explosivos y pesticidas (27) (Figura 2), los cuales son agentes contaminantes o residuos generados o comercializados por las industrias más grandes del mundo.

En los trabajos más antiguos desarrollados, se aprovecha la acción de los microorganismos termofílicos presentes en el compostaje para la biotransformación de contaminantes como el TNT y el hexahydro-1,3,5-trinitro-1,3,5-triazine, conocido comúnmente como RDX, producidos por la industria armamentista (28,29). En estos estudios se marcó el TNT y el RDX con el isótopo radioactivo  $^{14}\text{C}$  para hacer el seguimiento de la transformación de dichas sustancias, observando en primera instancia que el TNT no fue mineralizado, y en cambio se redujo a compuestos como los aminonitrotoluenos;

por otro lado, el RDX fue degradado a  $\text{CO}_2$  y lixiviados del compost. En otro ensayo se observó disminución de la concentración de ambos contaminantes a las seis semanas de incubación del compostaje (29).

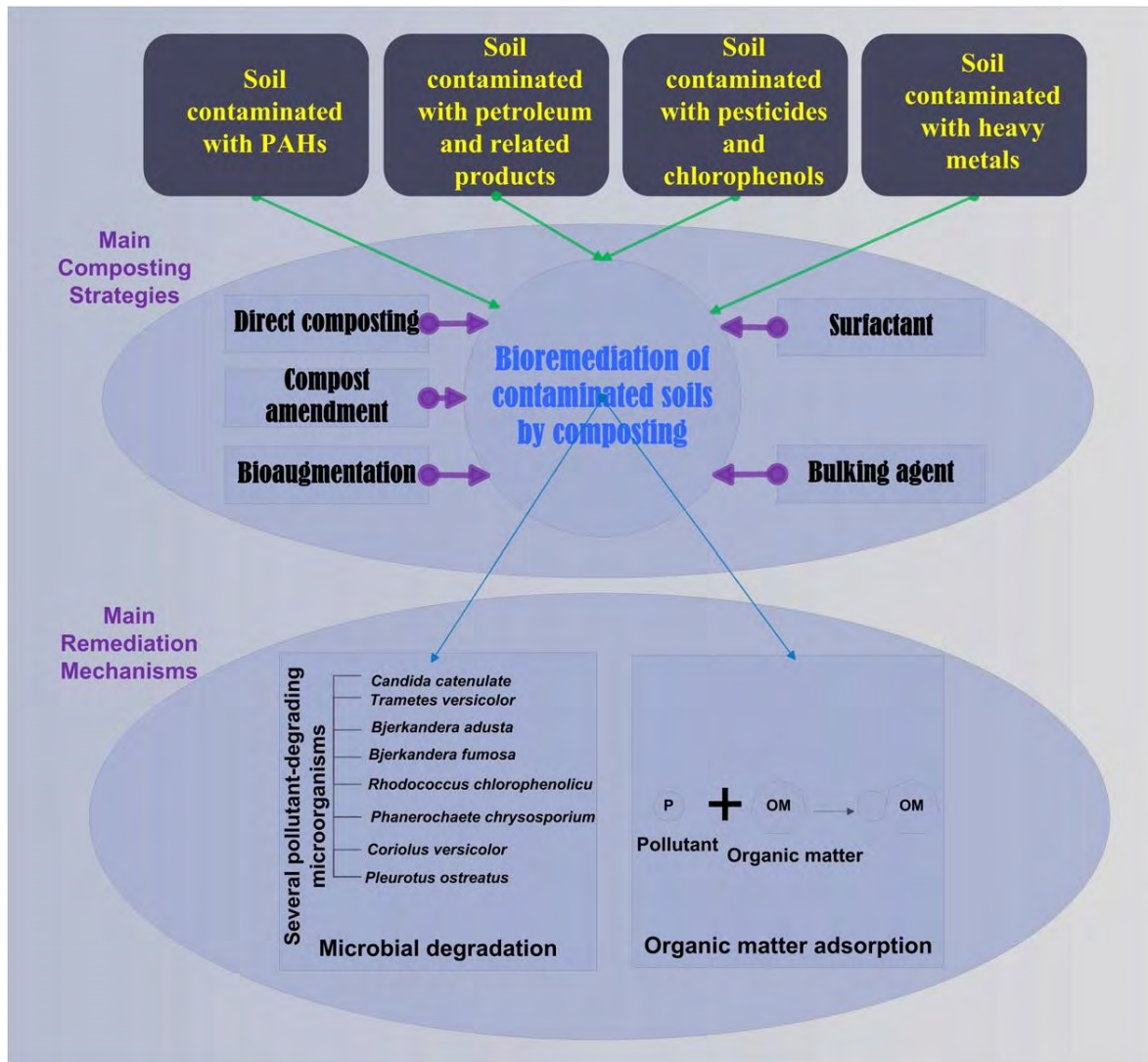
En estudios realizados sobre hidrocarburos aromáticos, se observó que algunos organismos termófilos presentes en el compostaje hecho a base de hojas y alfalfa eran eficientes en la degradación de tolueno y benceno (30). De la misma manera, se evidenció la degradación del benzopireno en compostaje y en presencia del hongo *Phanerochaete chrysosporium*, sin que hubiera mineralización o volatilización, pero sí reducción a otros intermediarios químicos (31). Así mismo, se demostró que el compostaje de residuos urbanos y fertilizantes es capaz de reducir los PAHs de alto peso molecular en 15 días (32). En otro trabajo, se utilizó compost producido a base de aserrín y estiércol para descontaminar suelos con hidrocarburos (33). En su ensayo se comprobó la disminución de un 22,5 % del contenido de hidrocarburo en el suelo, pero además al utilizar solo estiércol se notó una reducción del 16,5 %, y con solo aserrín hubo una disminución del 9,6 %. A partir de los datos obtenidos, el estiércol de vaca más el aserrín es la fórmula recomendada para que se dé una reducción máxima del 25 % de este agente contaminante.

También se ha comprobado la capacidad del compostaje para biorremediar suelos contaminados con metales pesados provenientes de la industria petrolera (34). El autor fomentó la bioestimulación a través del aporte de nutrientes para apoyar a los microorganismos autóctonos, y logró una eficiencia del 98 % en 49 días; el ensayo terminó con la estabilización de las concentraciones de metales pesados hasta 0 ppm. Asimismo, en el estudio del compost de Stevia para la recuperación de suelos



contaminados con metales pesados como el Pb y el Cd, se logró concluir que este compost permite la solubilización de los metales pesados para una mejor absorción de las plantas, lo cual favorece la articulación del compostaje con los procesos de fitorremediación (35). Mediante

esta articulación, se logró una bioacumulación alta en órganos como las raíces, las hojas, el tallo y las flores, tanto en plantas de maíz como en plantas de girasol, las cuales cumplen una función excluyente o estabilizadora.



**Figura 2.** Estrategias para la utilización de compostaje en la biorremediación de suelos contaminados con PAHs, derivados de petróleo, pesticidas y metales pesados

Fuente: (36).



## Uso del compostaje en biorremediación de suelos contaminados con agroquímicos

El uso del compostaje se basa en la bioestimulación de los microorganismos autóctonos del suelo contaminado con agroquímicos, a través de la adición de compost, debido a que las poblaciones de estos especímenes son bajas por factores como la dificultad en la oxigenación y

disponibilidad de nutrientes; el compost actúa como un amplificador, mejora estas condiciones ambientales y acelera la degradación de los agentes contaminantes y la recuperación de esta matriz.

Entre los microorganismos capaces de degradar pesticidas están los géneros: *Serratia* sp., *Bacillus* sp. y *Pseudomonas* sp. Sin embargo, se han descubierto en el suelo especies que degradan pesticidas tan variados como los organofosforados (Tabla 2).

**Tabla 2. Microorganismos capaces de degradar organofosforados.**

Organofosforado	Microorganismo
Clorpirifos	<i>Bacillus pumilus</i> , <i>Streptomyces chattanoogensis</i> , <i>Streptomyces olivochromogenes</i> , <i>Verticillium</i> sp., <i>Serratia marcescens</i> , <i>Alcaligenes</i> sp., <i>Enterobacter</i> sp., <i>Cupriavidus</i> sp., <i>Klebsiella</i> sp., consorcio microbiano ( <i>Pseudomonas</i> sp., <i>Micrococcus</i> sp., <i>Rhizobium</i> sp., <i>Comamonas aquatica</i> , <i>Staphylococcus hominis</i> , <i>Klebsiella</i> sp., <i>Aspergillus niger</i> , <i>Trichophyton</i> sp. y <i>Streptomyces radiopugnans</i> ), <i>Aspergillus terreus</i> , <i>Aspergillus</i> sp., <i>Penicillium</i> sp., <i>Eurotium</i> sp., <i>Emericella</i> sp., <i>Bacillus</i> sp., <i>Brevundimonas</i> sp., <i>Diaphorobacter</i> sp. y <i>Pseudomonas putida</i> .
Fenamifos	<i>Pseudomonas putida</i> , <i>Acinetobacter rhizosphaerae</i> , consorcio microbiano, <i>Pseudomonas putida</i> , <i>Acinetobacter rhizosphaerae</i> .
Tributil fosfato	<i>Pseudomonas pseudoalcaligenes</i> , <i>Alcaligenes</i> sp., <i>Providencia</i> sp., <i>Ralstonia</i> sp., <i>Bacillus</i> sp., <i>Delftia</i> sp.
Malatión	<i>Pseudomonas putida</i> , <i>Brevibacillus</i> sp., <i>Bacillus cereus</i> .
Paratión	<i>Serratia marcescens</i> .
Metil paratión	<i>Acinetobacter radioresistens</i> .
Forato	Consortio microbiano ( <i>Ralstonia eutropha</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> y <i>Enterobacter cloacae</i> ).
Dimetoato	<i>Paracoccus</i> sp.
Fenitrotión	<i>Serratia marcescens</i> , <i>Burkholderia</i> sp.
Diclorvos	<i>Ochrobactrum</i> sp.
Profenofos	<i>Pseudomonas aeruginosa</i> .
Triazofos	<i>Diaphorobacter</i> sp.
Cadusafos	<i>Pseudomonas putida</i> .
Etoprofos	<i>Pseudomonas putida</i> .
Isofenfos	<i>Pseudomonas putida</i> .
Isazofos	<i>Pseudomonas putida</i> .
Fention	<i>Pseudomonas putida</i> .

Fuente: (37).

En un ensayo realizado con pesticidas, se identificó una reducción del 2,4-D en suelo contaminado al exponerlo a compost de hierbas y hojas, el 47 % del 2,4-D fue mineralizado y un 23 % fue complejado en la matriz del compost (38). En otro estudio se documenta información sobre la degradación de diazanon, clorpirifos, isofenfos y pendimetalina en compostaje realizado con desechos de jardín, donde hubo una reducción de estos agentes contaminantes a partir de la tercera semana; sin embargo, los residuos de pendimetalina eran detectables aun después de 28 días (39).

En cuanto a compuestos clorados, como los clorofenoles, se realizaron mezclas de suelo contaminado y compostaje, y se observó una reducción de la concentración de clorofenoles en un 14 % durante los primeros cuatro meses; no obstante, sustancias como las dioxinas fueron resistentes a la acción de la microbiota autóctona (40). Más aún, se desarrollaron ensayos de laboratorio en los cuales utilizaron compostaje con diferentes elementos, algunos con hongos, otros con abono de paja y suelo remediado, y encontraron una reducción del 60 % de los PCP en un mes, de lo que concluyeron que al mejorar el compostaje con diferentes elementos, incluidos los nutrientes y al mantener un control de las variables ambientales, aumenta la rapidez de degradación de clorofenoles debido a la mejora en las condiciones para el desarrollo de la microbiota autóctona (41).

Se ha utilizado compost a base de diferentes elementos orgánicos derivados de la fermentación de maíz, tallos de maíz, estiércol, turba y polvo de aserrín para mejorar la eliminación de herbicidas como atrazina, trifluralina y metolacoloro en suelos contaminados (42). La mezcla de 0,5 % de estiércol, 5 % de maicena y 5 % de turba mejoró la eliminación de atrazina; y la mezcla de aserrín, subproducto de fermentación de

maíz, estiércol y maicena a una tasa del 5 % aumentó la degradación de metolacoloro. Sin embargo, ninguna de las mezclas incidió sobre la rapidez de degradación de la trifluralina. De la misma manera, se implementó compost a base de hongos, lechada de biogás, estiércol de granja y citrato de sodio en la eliminación de suelos contaminados con atrazina (43). En la suspensión de biogás se observó la mayor eliminación de atrazina, seguida de una combinación de citrato de sodio y estiércol de granja, setas agotadas y estiércol de granja. Por el contrario, en otro experimento descubrieron que la adición de compost, vermicompost y las plantillas de pastel de aceituna no incidía sobre la degradación de herbicidas como la simazina, cianazina, terbutilazina y prometrina (44).

El cultivo sólido en el sitio es un compost desarrollado a base de granos de café en condiciones de baja humedad y aireación, para la eliminación en el suelo del pesticida DDT y sus metabolitos (45). Esta metodología fue probada inicialmente para la eliminación de hidrocarburos, recuperando suelos adecuados para uso recreativo. En otro estudio, se utilizó compost inmaduro mezclado con suelo compactado de un relleno, en diferentes proporciones para el tratamiento de organofosforados como el clorpirifos, malatión y metilparation (46). En general se notó un aumento en la degradación de los plaguicidas a medida que se aumentó la cantidad de suelo del relleno, lo que sugiere que los microorganismos de este suelo son más eficientes para dicha degradación.

En la región de Ocaña (Norte de Santander) la aplicación de agroquímicos es una actividad muy común debido a las condiciones del suelo, en la cual se han identificado dos clases de suelos (III y VII) con moderadas y fuertes limitaciones para los cultivos (47). Además, la existencia de plagas es otro factor que influye en este fenómeno. Al

respecto, se ha determinado que los compuestos más utilizados en la región son el Lorsban 4EC (Clorpirifos) de la familia de los organofosforados y el Aval PS (Acetamiprid) pertenecientes al grupo de los neonicotinoides, que son utilizados como plaguicidas y tienen un gran impacto en el ecosistema y la población (48).

El aumento de los agroquímicos en la región ha llevado a la búsqueda de medidas que permitan su degradación de manera amigable con el ambiente (biodegradación). Desde este panorama, se ha encontrado una variedad de microorganismos capaces de hidrolizar los Clorpirifos a un compuesto primario 3,5, 6-tricloro-2-piridinol (TCP) pertenecientes a los géneros *Bacillus* sp., *Streptomyces* sp., *Serratia* sp., *Alcaligenes* sp., *Penicillium* sp. y *Pseudomonas* sp., que son parte de la microbiota presente en el compostaje (34). Esta degradación microbiana se origina gracias a la enzima fosfatasa alcalina, la cual es una fosfomono-esterasa que rompe el enlace O-P y libera el fósforo para su absorción por las plantas y etanol como fuente de carbono (49).

En relación con el agroquímico acetamiprid, se encontraron estudios que reconocen ciertos microorganismos presentes en el compostaje que degradan este pesticida. Algunos géneros bacterianos como *Bacillus* sp. y *Stenotrophomonas* sp., se han identificado como degradadores de los neonicotinoides (50). Del mismo modo, Zhao *et al.* (2009) citados por (47) manifiestan que la bacteria *Stenotrophomonas maltophilia* tiene la capacidad de transformar el insecticida a través de una hidroxilación mediada por el citocromo P-450. Por otro lado, se encontró que los géneros *Stenotrophomonas* sp. THZ-XP, *Pigmentiphaga* sp. AAP-1, *Rhodococcus* sp. BCH2, *Pseudoxanthomonas* sp., *Ochrobactrum* sp., *Pigmentiphaga* sp. D-2, *Sinorhizobium meliloti* CGMCC 7333 y *Stenotrophomonas maltophilia*

transforman el acetamiprid en el metabolito N-metil- (6-cloro-3-piridil) metilamina seguido de su mineralización a través del género bacteriano *Bradyrhizobium* sp. SG-6C. En el caso de la *Sinorhizobium meliloti* CGMCC 7333, la enzima nitrilo hidratasa es la responsable de la biotransformación (51).

Es así como el compostaje desarrollado a partir de desechos de jardín y suelo de un relleno se pueden considerar como unas alternativas esenciales para la degradación de organofosforados. Asimismo, el compost generado a partir de diferentes materiales orgánicos como el estiércol, el aserrín, la turba, el maíz y la pulpa de café, se pueden utilizar para la transformación de los agroquímicos derivados del nitrógeno y los organoclorados.

## Conclusiones

Los impactos causados por la contaminación a los ecosistemas y específicamente al recurso suelo han ocasionado un aumento en la literatura almacenada en las bases de datos mundiales, en las cuales se puede encontrar información sobre la recuperación de suelos contaminados con diferentes técnicas que van desde la remediación física y química hasta la biorremediación. Esta última con gran auge desde la década de los ochenta cuando se dieron a distintos trabajos (29,30) en la utilización de compost para recuperar suelos contaminados con explosivos.

Por otro lado, la literatura sobre el uso del compost para la recuperación de suelos contaminados con agroquímicos se encuentra en menor porcentaje en las bases de datos, son pocos los trabajos reportados y muchas veces la información se relega a pequeños párrafos en libros y artículos de investigación. La información encontrada se enfoca en pesticidas

como el 2,4-D, diazaron, clorpirifos, isofenfos y pendimetalina, clorados como clorofenoles y PCP, herbicidas como la atrazina, trifluralina, metolaclo, simazina, cianazina, terbutilazina y prometrina, el DDT y sus metabolitos; también, organofosforados como el clorpirifos, malatión y metilparation.

Finalmente, el uso del compostaje se puede considerar como una herramienta esencial para la biodegradación de los agroquímicos más utilizados en la región, reduciendo el efecto tóxico de estas sustancias en la flora y fauna debido a que los microorganismos

presentes se encargan de su descomposición a partir de diversas reacciones metabólicas como la hidrólisis e hidroxilación, usando algunas enzimas como la fosfatasa alcalina, citocromo p-450 y nitrilo hidratasa, y así, transformándolos en elementos simples necesarios para las plantas, lo cual contribuye a la fertilización de los suelos y la productividad de los cultivos. Asimismo, se pueden reducir los efectos nocivos de estos pesticidas (irritación de los ojos, piel y vías respiratorias, y depresión del sistema nervioso central) en la salud humana, lo que aporta al mejoramiento de la calidad vida de la población (52).

## Referencias

1. Estrada Paneque A, Gallo González M, Núñez Arroyo E. Contaminación ambiental, su influencia en el ser humano, en especial: el sistema reproductor femenino. *Revista Universidad y Sociedad* [Internet]. Mayo 2016. 2020;8(3): 80-86. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2218-36202016000300010&script=sci\\_arttext&tlng=en](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2218-36202016000300010&script=sci_arttext&tlng=en)
2. Organización Mundial de la Salud (OMS). Salud Ambiental [Internet]. 2017. Disponible en: [http://www.who.int/topics/environmental\\_health/es/](http://www.who.int/topics/environmental_health/es/)
3. Torres D, Capote T. Agroquímicos un problema ambiental global: uso del análisis químico como herramienta para el monitoreo ambiental. *Ecosistemas* [Internet]. Septiembre 2004;13(3):2-6. Disponible en: <http://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/201>
4. Arroyave S, Restrepo F. Análisis de la contaminación del suelo: revisión de la normativa y posibilidades de regulación económica. *Semestre económico* [Internet]. Enero 2009;12(23):13-34. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/seec/v12n23/v12n23a2.pdf?fbclid=IwAR30->
5. Moreno N. Agrohomeopatía como alternativa a los agroquímicos. *Revista Médica de Homeopatía* [Internet]. Enero 2017;10(1):9-13. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.homeo.2017.04.004>

6. Aguirre R. Agroquímicos en la provincia del Chaco. En IV Congreso Nacional de Derecho Agrario Provincial, 1 y 2 de junio de 2017. Salta. Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales, Universidad Nacional de La Plata. Ciudad de La Plata, Argentina.
7. Perdomo Y, Barrientos Y. Fuentes de enriquecimiento químico vinculado a los desarrollos agrícolas en Hoyo de la Cumbre, Parque Nacional Waraira Repano, Venezuela. *Revista de Investigación* [Internet]. Septiembre 2013;37(80):69-90. Disponible en: [http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S1010-29142013000300005&script=sci\\_arttext&tIng=pt](http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S1010-29142013000300005&script=sci_arttext&tIng=pt)
8. Alfonso F, Suárez I. Riesgo ambiental por el uso de agroquímicos. *Inventum* [Internet]. Julio. 2010;5(9):32-34. DOI: <https://doi.org/10.26620/uniminuto.inventum.5.9.2010.32-41>
9. Vivas G. Efectos de la contaminación por agroquímicos en agua y suelo [Dissertation]. Universidad Científica del Sur, Lima (Perú). 2020.
10. Betancur C. Biorremediación de suelo contaminado con el pesticida 1, 1, 1-tricloro-2, 2'bis (p-clorofenil) etano (DDT) mediante protocolos de bioestimulación y adición de surfactante [Doctoral dissertation]. Universidad Nacional de Colombia, Medellín. 2013.
11. Duman CH. Predominantes presentes en la microbiota procedente de un suelo contaminado con agroquímicos para la recuperación del mismo mediante la aplicación de bioestimulación [Dissertation]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2018.
12. Ortiz I, Sanz J, Dorado M, Villar S. Técnicas de recuperación de suelos contaminados. Informe de Vigilancia Tecnológica. Universidad de Alcalá, España. Dirección General de Universidades e Investigación. 2007. Informe de vigilancia tecnológica, n.º 6.
13. Bohórquez W. El proceso de compostaje. Primera edición [Internet]. Universidad de la Salle, Unisalle. 2019. Disponible en: <https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1071&context=libros>
14. Kranz C, McLaughlin R, Johnson A, Miller, G, Heitman J. The effects of compost incorporation on soil physical properties in urban soils - A concise review. *Journal of Environmental Management* [Internet]. Mayo 2020;261:1-10. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110209>
15. Mayorga D, García O, Guzmán J. Un acercamiento empírico a la función de producción de compost para 33 países. *Atlantic Review of Economics* [Internet]. 2018;1(1):15. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6525208>

16. Medina L, Monsalve O, Forero A. Aspectos prácticos para utilizar materia orgánica en cultivos hortícolas. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas* [Internet]. Junio 2010;4(1):109-125. DOI: <https://doi.org/10.17584/rcch.2010v4i1.1230>
17. Lasa B, Tejo P, Arrien C, Irigoyen I. Implicaciones ecofisiológicas y agronómicas de la nutrición nitrogenada. En *La ecofisiología vegetal*. Thomson-Paraninfo. 2003.
18. Bashir S, Gulshan A, Iqbal J, Husain A, Alwahibi M, Alkahtani J *et al.* Comparative role of animal manure and vegetable waste induced compost for polluted soil restoration and maize growth. *Saudi Journal of Biological Sciences* [Internet]. 2021;28(4):2534-2539. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2021.01.057>
19. López J, Díaz E, Martínez R, Valdés C. Abonos orgánicos y su efecto en propiedades físicas y químicas del suelo y rendimiento en maíz. *Terra Latinoamericana* [Internet]. Octubre 2001;19(4):293-299. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/573/57319401.pdf>
20. Butler S, Vickery J, Norris K. Farmland biodiversity and the footprint of agriculture. *Science* [Internet]. Enero (2007);315(5810):381-384. Disponible en: <https://science.sciencemag.org/content/315/5810/381.full>
21. Ramírez-Builes V, Duque N. Respuesta del lulo La Selva (*Solanum quitoense* x *Solanum hirtum*) a la aplicación de fermentados aeróbicos tipo bocashi y fertilizante químico. *Acta Agronómica* [Internet]. Abril, 2010;59(2):155-161. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/1699/169916224004.pdf>
22. Román P, Martínez M, Pantoja A. Manual de compostaje del agricultor. Experiencias en América Latina. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Santiago de Chile. 2013:1-112.
23. Laich F. El papel de los microorganismos en el proceso de compostaje. Santa Cruz de Tenerife, Instituto Canario de Investigaciones Agrarias. 2011. Informe n.º 1.
24. Universidad de Granada. Microorganismos implicados en el proceso de elaboración del compost. Class notes for Microbiología. Departamento de Microbiología. 2017.
25. González M, Medina M. Diseño y evaluación del compostaje como alternativa para el tratamiento de residuos de aditivos en la construcción. *Producción + Limpia* [Internet]. Enero 2014;9(1):44-62. Disponible en: <http://repository.lasallista.edu.co:8080/ojs/index.php/pl/article/view/651/418>

26. Velasco J, Sepúlveda T. El composteo: una alternativa tecnológica para la biorremediación de suelos en México. *Gaceta Ecológica* [Internet]. Enero 2003;(66):41-53. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/539/53906604.pdf>
27. Semple K, Reid B, Fermor T. Impact of composting strategies on the treatment of soils contaminated with organic pollutants. *Environmental Pollution* [Internet]. Abril 2001;112(2):269-283. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0269-7491\(00\)00099-3](https://doi.org/10.1016/S0269-7491(00)00099-3)
28. Kaplan D, Kaplan A. Thermophilic biotransformations of 2, 4, 6-trinitrotoluene under simulated composting conditions. *Appl Environ Microbiol* [Internet]. Septiembre 1982;44(3):757-760. Disponible en: <https://journals.asm.org/doi/abs/10.1128/aem.44.3.757-760.1982>
29. Isbister J, Anspach G, Kitchens J, Doyle R. Composting for decontamination of soils containing explosives. *Microbiológica (Bologna)* [Internet]. 1984;7(1):47-73. Disponible en: <http://md1.csa.com/partners/viewrecord.php?requester=gs&collection=ENV&recid=757084>
30. Matteau Y, Ramsay B. Active compost biofiltration of toluene. *Biodegradation* [Internet]. Mayo 1997;8(3):135-141. DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1008221805947>
31. MacFarland M, Qiu X. Removal of benzo (a) pyrene in soil composting systems amended with the white rot fungus *Phanerochaete chrysosporium*. *Journal of Hazardous Materials* [Internet]. Junio 1995;42(1):61-70. DOI: [https://doi.org/10.1016/0304-3894\(95\)00005-F](https://doi.org/10.1016/0304-3894(95)00005-F)
32. Civilini M. Fate of creosote compounds during composting. *Microbiol Eur* [Internet]. 1994;2(6):16-24.
33. Buendía H. Biorremediación de suelos contaminados por hidrocarburos mediante compost de aserrín y estiércoles. [Tesis de maestría]. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima (Perú). 2012.
34. Jara S. Biorremediación de suelos contaminados por petróleo en el Campo Libertador mediante la técnica de compostaje. [Dissertation]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba (Ecuador). 2018.
35. Munive R. Recuperación de suelos degradados por contaminación con metales pesados en el valle del Mantaro mediante compost de *Stevia* y fitorremediación. [Tesis doctoral]. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima (Perú). 2018.



36. Chen W, Wu J, Lin S, Chang J. Bioremediation of polychlorinated-p-dioxins/ dibenzofurans contaminated soil using simulated compost-amended landfill reactors under hypoxic conditions. *Journal of Hazardous Materials* [Internet]. Julio 2015;312:159-168. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2016.03.060>
37. Hernández-Ruiz G, Álvarez-Orozco N, Ríos-Osorio L. Biorremediación de organofosforados por hongos y bacterias en suelos agrícolas: revisión sistemática. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria* [Internet]. Enero 2017;18(1):138-159. DOI: [https://doi.org/10.21930/rcta.vol18\\_num1\\_art:564](https://doi.org/10.21930/rcta.vol18_num1_art:564).
38. Michel F, Reddy C, Forney L. Microbial degradation and humification of the lawn care pesticide 2, 4-dichlorophenoxyacetic acid during the composting of yard trimmings. *Appl Environ Microbiol* [Internet]. 1995;61(7):2566-2571. DOI: <https://doi.org/10.1128/aem.61.7.2566-2571.1995>
39. Lemmon C, Pylypiw H. Degradation of diazinon, chlorpyrifos, isofenphos, and pendimethalin in grass and compost. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* [Internet]. Marzo 1992;48(3):409-415. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF00195640>
40. Valo R, Salkinoja-Salonen M. Bioreclamation of chlorophenol-contaminated soil by composting. *Applied Microbiology and Biotechnology* [Internet]. Octubre 1986;25(1):68-75. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF00252515>
41. Laine M, Jørgensen K. Effective and safe composting of chlorophenol-contaminated soil in pilot scale. *Environmental Science & Technology* [Internet]. Enero 1997;31(2):371-378. DOI: <https://doi.org/10.1021/es960176u>
42. Moorman T, Cowan J, Arthur E, Coats J. Organic amendments to enhance herbicide biodegradation in contaminated soils. *Biol Fertil Soils* [Internet]. Junio 2001;33:541-545. DOI: <https://doi.org/10.1007/s003740100367>
43. Kadian N, Gupta A, Satya S, Mehta R, Malik A. Biodegradation of herbicide (atrazine) in contaminated soil using various bioprocessed materials. *Bioresour Technol* [Internet]. Julio 2008;99(11):4642-4647. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2007.06.064>
44. Delgado-Moreno L, Peña A. Compost and vermicompost of olive cake to bioremediate triazines-contaminated soil. *Sci Total Environ* [Internet]. Febrero 2009;407(5):1489-1495. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2008.10.047>

45. Rodríguez-Vázquez R, Acosta-Ramírez D. Regeneration of DDT contaminated soils by co-composting. En II International Symposium on Organic Matter Management and Compost Use in Horticulture. 2013. Santiago de Chile.
46. Upegui S. Evaluación de mezclas compost inmaduro/suelo de Moravia, y fuentes de nutrientes para la degradación de los pesticidas clorpirifos, malatión y metil paratión. [Tesis de maestría] Universidad de Medellín, Colombia. 2014.
47. Granadillo J, Hernández J, Jácome L. Mariposas de la provincia de Ocaña. Ocaña, Colombia. Ecoe Ediciones. 2019.
48. Anteliz H. Caracterización de los agroquímicos utilizados en los cultivos en el distrito de Riego Asudra, municipio de Ábrego [Dissertation]. Universidad Francisco de Paula Santander, Ocaña (Norte de Santander). 2014.
49. Briceño G, Fuentes M, Palma G, Jorquera M, Amoroso M, Diez M. Chlorpyrifos biodegradation and 3, 5, 6-trichloro-2-pyridinol production by actinobacteria isolated from soil. *International Biodeterioration & Biodegradation* [Internet]. Septiembre 2012;73:1-7. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2012.06.002>
50. Mejía E. Aislamiento, evaluación y caracterización de una comunidad microbiana capaz de contribuir en la biodegradación del insecticida tiacloprid [Dissertation]. Instituto Politécnico Nacional, México. 2019.
51. Hussain S, Hartley C, Shettigar M, Pandey G. Bacterial biodegradation of neonicotinoid pesticides in soil and water systems. *FEMS Microbiology Letters* [Internet]. Octubre 2016;363(23):1-13. DOI: <https://doi.org/10.1093/femsle/fnw252>
52. Dow AgroSciences. Hoja de seguridad Lorsban® 4E. Asociación Nacional de Fabricantes e Importadores de Productos Fitosanitarios Agrícolas (Afiipa), Santiago de Chile. 2013.



# Oportunidades de exportación de piña (*Ananas comosus*) en el mercado francés

## Export opportunities for pineapple (*Ananas comosus*) on the French market

Juan Diego Betancourt<sup>1\*</sup>,



Danna Yelitza Fernández<sup>1</sup>,



Adriana Carolina Moreno<sup>1</sup>



Cómo citar este artículo: Betancourt JD, Fernández DY, Moreno AC. Oportunidades de exportación de piña (*Ananas comosus*) en el mercado francés. Revista Ciencias Agropecuarias. 2021;7(1):69-84. DOI:

1 Facultad de Ciencias  
Agropecuarias, Universidad de  
Cundinamarca, extensión Facatativá,  
Colombia.

\*Correo de correspondencia:  
jdbetancour@ucundinamarca.edu.co

### Resumen

La piña es una de las frutas más consumidas en Colombia. En los últimos años ha tenido un auge en su producción, ha despertado el interés internacional y se ha destacado en el mercado francés. Teniendo en cuenta lo anterior, el presente estudio abarca la investigación de las principales características de producción de piña y la demanda de esta por parte de la población francesa, lo cual evidencia que gracias a las características propias de la fruta y la tendencia de consumirlas en fresco, la exportación aportaría beneficios a ambas naciones. Sumado a esto, la piña producida en Suramérica suple en gran medida la demanda de la Unión Europea, debido a su organización y fortalecimiento desde la pequeña empresa, como se evidencia en Costa Rica y Ecuador. Colombia teniendo el Tratado de Libre Comercio (TLC) con el territorio francés, cuenta

**Palabras clave:** *demanda, exportación, economía agraria, producción, seguridad alimentaria.*

**Keywords:** *Agrarian economy, Demand, Export, Food safety, Production.*

con las condiciones necesarias para brindar una seguridad alimentaria e ingresar en la competencia internacional, lo que favorece la economía agraria nacional. Por ende, es importante fortalecer los acuerdos comerciales y promover los procesos de innovación agrícola en el país, que permitan ampliar el acceso a mercados internacionales.

## Abstract

*Pineapple is one of the most consumed fruits in Colombia. In recent years it has had a boom in its production, arousing international interest, highlighting the French market. Taking into account the above, this study covers the investigation of the main characteristics of pineapple production and the demand for it by the French population, thus showing that, due to the characteristics of the fruit and the tendency to consume them in fresh, the export would bring benefits to both nations. In addition to this, the pineapple produced in Iberoamerica largely supplies the demand of the European Union, due to its organization and strengthening from the small business, as evidenced in Costa Rica and Ecuador. Colombia has the Free Trade Agreement (FTA) with the French territory and the necessary conditions to provide food security and enter into international competition, favoring the national agrarian economy. Therefore, it is important to strengthen trade agreements and promote agricultural innovation processes in the country, rather than expand access to international markets.*

## Introducción

La participación de Colombia en los acuerdos comerciales establecidos con la Unión Europea, Corea del Sur, EE. UU. y Canadá ha aumentado exponencialmente gracias a su potencial de producción agrícola, variedad de suelos y pisos térmicos (1). Debido a las características propias de la zona, la producción de frutas y hortalizas, durante todo el año es permanente (2), asimismo, la planificación de los procesos productivos aporta al desarrollo y constante progreso del sector agroindustrial (3). Por ende, crece la posibilidad de ingresar al mercado internacional frutas frescas, tales como la piña.

Sin embargo, es pertinente analizar el mercado global y la población específica para impactar, debido a que estos pueden ser muy cambiantes y afectar los procesos de exportación(4).

La piña es de las frutas que más se comercializan en el mundo, debido a su contenido de fibra y sabor característico (5). Según la FAO, en 2019 la exportación mundial de piña tuvo un crecimiento significativo, al alcanzar el 40% de la exportación total de las principales frutas tropicales (6). En este sentido, el presente documento busca determinar las oportunidades de exportación de

piña fresca al territorio francés, analizando las variables productivas y económicas del mercado en cuestión.

## La piña, un valioso producto colombiano

La agroindustria de la piña colombiana en los últimos años ha tomado fuerza. El aprovechamiento racional de la amplia gama de suelos, variedad de climas y mano obra, dio paso al incremento en la producción de esta fruta, al punto de posibilitar el ingreso a mercados internacionales representativos como Toronto, Canadá y, de paso, aumentar la oferta nacional, ya que los colombianos consumen en promedio 59 g de piña por persona durante el día (7). En Colombia existen alrededor de 32 700 ha productivas de piña, en las variedades perolera, MD2 (oro miel), cayena lisa y manzana.

Cabe resaltar que la piña es la fruta tropical con mayor demanda en el mundo y, a partir de esto, a pesar de que Colombia cuenta con un área productiva de piña correspondiente a 32 700 ha, el número de unidades productivas registradas ante el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) es tan solo de 150 fincas, lo que representa cerca de 3600 ha productivas con aval para exportación (8). Por otra parte, el territorio nacional cuenta con 14 821 526 ha con aptitud agrícola óptima para producir esta importante fruta, es decir el 13% del total de la extensión del país. Basados en esto, se puede inferir que la extensión cultivada puede aumentar exponencialmente, lo que brinda la capacidad productiva necesaria para suplir la demanda tanto del mercado nacional como del internacional (9).

En cuanto al acceso a empleos, según la Asociación Hortifrutícola de Colombia (Asohofrucol), una hectárea de piña puede generar cinco empleos directos y cinco indirectos (10). Con respecto a esto, existen registros alentadores en el Ministerio de Agricultura, ya que en 2018 el cultivo de piña produjo cerca de 30 000 oportunidades laborales, lo que garantizó calidad de vida y progreso a miles de familias colombianas (11).

Colombia se ha caracterizado por tener grandes ventajas en cuanto a implementaciones de proyectos agrícolas, debido a características favorables como la variedad de clima, el terreno y las precipitaciones, por solo mencionar algunas (12). Lo anterior, brinda condiciones aptas para un desarrollo agrícola constante, el cual desde los últimos años ha afirmado y aumentado paulatinamente su importancia en el producto interno bruto (PIB), al pasar de un 5,66 % en 2014, a un 6,52 en 2016 (13).

En este contexto, la piña al ser una planta de origen tropical endémica de América del Sur y al tener a su favor todas las condiciones agroclimáticas y edafoclimáticas para su crecimiento, se convierte en un fruto que busca posicionarse con el paso de los años en los mercados internacionales y aporta así beneficios a la economía nacional (14). Sin embargo, en la implementación de proyectos productivos, se deben tener en cuenta ciertos factores, tales como el manejo de plagas, enfermedades y los procesos de fertilización, que permiten suministrar a la planta las mejores condiciones para su crecimiento y fructificación (15).

Según los valores suministrados por el Ministerio de Agricultura (16), y recuperados por Hernández (17), se afirma que producir una

hectárea de piña en Colombia tiene un costo de cuarenta y nueve millones quinientos setenta mil pesos colombianos (49 570 000 COP), teniendo como costos máximos los periodos de siembra y desarrollo vegetativo, ya que sin un buen tratamiento del suelo y la semilla, no es posible producir la piña al máximo de calidad (13). Paralelamente, según los patrones de siembra tradicionales, se calcula que en una hectárea de piña podría llegar a producir cuarenta y cuatro mil piñas (44 000), y se estima un costo aproximado de mil ciento catorce pesos por piña (1114 COP) y unos seiscientos pesos por kilo (600 COP). Los precios de compra de unidad de piña oscilan entre los dos mil a tres mil pesos (2000 a 3000 COP), (18) lo que representaría utilidades del 100 % al 200 %. Sin embargo, la rentabilidad de las unidades productivas que comercializan en el mercado interno se ve afectada por la alta oferta de producto proveniente de diferentes zonas geográficas del país. Por otro lado, en el mercado internacional, la población francesa paga cerca de 2,30 euros (€) por kilogramo de piña, es decir cerca de \$10430 por piña (19).

En el periodo comprendido entre enero de 2014 y mayo de 2019, el área sembrada del cultivo piña evidenció un ascenso cercano al 65 %, al pasar de 21 927 ha a 36 205 ha. De igual manera, la producción durante este mismo periodo registró un aumento del 87 %, al pasar de producir 652759 ton en 2014, a producir cerca de 1 174 995 ton en 2019, esto como resultado de la implementación de paquetes tecnológicos en nuevos cultivares, lo que generó una influencia directa sobre la producción y el rendimiento (20).

En consecuencia, en la dinámica de producción y rendimiento del cultivo de piña nacional,

el Ministerio de Agricultura expone una segmentación en el país en cuatro zonas de caracterización y de importancia en producción específicas. Resaltan zonas como la Caribe sur, compuesta por Antioquia, Córdoba y Sucre, con un área sembrada de 2426 ha, que compone el 7 % nacional y un rendimiento de 39,28 ton/ha. Asimismo, la zona de Santanderes, compuesta por Santander y Norte de Santander, con un área sembrada de 12 286 ha, que compone el 28 % nacional y un rendimiento de 39,4 ton/ha (20).

Otras zonas que forman parte de esta categorización son la zona Centro, compuesta por los departamentos de Risaralda, Caldas, Boyacá, Valle del Cauca, Cauca, Caquetá, Tolima, Huila y Cundinamarca, con un área sembrada de 6905 ha, que compone el 21 % nacional y un rendimiento de 33,8 ton/ha; y por último, la zona de los Llanos, compuesta por los departamentos de Meta, Arauca y Casanare, con un área sembrada de 7087 ha, que compone el 22 % nacional y un rendimiento de 31,5 ton/ha (20).

En este contexto, y en el marco histórico nacional referente a la producción de piña, Meta, Santander y Valle del Cauca representan cerca del 65 % del área sembrada. De igual manera, en estos departamentos es donde se concentra la mayor producción de este fruto, y es Santander el de mayor participación, con cerca del 43 % de la producción nacional (20). Sin embargo, Antioquia, Tolima y Cauca se proyectan a corto plazo como potenciales productores de piña, gracias a la tecnificación, ampliando el área de siembra y obteniendo buenos resultados en los últimos años, de acuerdo con el censo agrícola realizado por el Ministerio de Agricultura.



## Análisis de la producción agrícola

En los últimos tres años, el sector agropecuario colombiano ha registrado promedios muy bajos en el producto interno bruto (PIB). La producción bovina y los cultivos de importancia económica no tuvieron el crecimiento esperado, el área sembrada de cultivos como maíz y trigo, entre otros, disminuyó considerablemente por influencia de fenómenos agroclimáticos y precios bajos (21). Por otra parte, en el 2020 a pesar de las estrategias acogidas para mantener la productividad de los diferentes sectores económicos durante la contingencia sanitaria, el sector agro tuvo nuevamente una caída considerable (22).

El panorama expuesto influyó en la pérdida de competitividad agraria con respecto al sector agropecuario nacional, que también venía presentando falencias por el mal funcionamiento de las cadenas de suministro y la centralización de beneficio en los intermediarios de estas (23) en los mercados formales.”type”:”article-journal”},”uris”:[”http://www.mendeley.com/documents/?uuid=23c920d9-6662-4344-87bf-20820cc6bd83”]”},”mendeley”:{”formatted Citation”:(23.

La importancia de las cadenas de suministro en la competitividad del sector es significativa, al punto de ser denominadas la columna vertebral económica (24). Colombia al ser un país en desarrollo presenta cadenas de suministro agrarias estructuradas sobre el eslabón primario de producción, que en ocasiones por mala planificación tienden a presentar dificultades tanto en la gestión como en el funcionamiento, mostrando así garantías insuficientes para que

exista un comercio justo en el entorno nacional y cerrando oportunidades con respecto a la perspectiva de ejecutar una comercialización global (25).

Adicionalmente, en la actualidad el agro sigue sufriendo de las mismas dificultades: inseguridad y violencia. Las familias siguen migrando a las ciudades y los proyectos productivos más estables sufren en gran medida por la inequidad en los tratados de libre comercio (TLC), firmados con las potencias agrícolas mundiales. Debido a ello, el producto nacional es excluido, lo que genera pérdidas en los agricultores e incentiva aún más el poco uso del suelo nacional. Teniendo en cuenta que Colombia posee más de 10 millones de hectáreas para el uso agrícola, emplea solo un poco más de 4 millones de ha (26), lo cual es evidencia del ineficiente uso del suelo en el país y a su vez una razón más del subdesarrollo del agro.

Colombia puede llegar a ser protagonista en factores como la seguridad alimentaria, uno de los temas más trascendentes en la actualidad. Esto se demuestra a partir de los estudios realizados por la FAO, en los cuales se afirma que para el 2050 la producción de alimentos deberá duplicarse (27), lo cual es una tarea compleja para países con bajo desarrollo agrícola.

En consecuencia, el país tiene una posibilidad de convertirse en una despensa mundial, haciendo valer el alto puesto en el escalafón agrícola, en el cual fue catalogada entre 223 países como el país número 25 con mejores condiciones y mayor potencial agrícola del mundo (28). Esto no solo mejoraría las condiciones del PIB, sino que aportaría internamente en la generación de empleo y en la reducción de pobreza, en lo que habría un cambio significativo.

## Demanda hortofrutícola en Francia

En los últimos años la población europea ha incrementado su interés por acceder a mercados que garanticen alimentación sana y balanceada; el resultado de esto se refleja en un aumento en la demanda de frutas y hortalizas en fresco por parte de países como Francia (29). Sin embargo, en la balanza comercial de este país, tanto en productos hortícolas como frutícolas, se evidencia un déficit, y al no ser productores potenciales importan frutas principalmente de los Países Bajos (17,4 %), Alemania (16,3 %), España (13,9 %), Bélgica (9,46 %) e Italia (8,32 %). Mientras que las hortalizas se importan en mayor proporción de Bélgica (60 %) y los Países Bajos (23,7 %) (30).

Adicionalmente, a Francia ingresan productos procesados como las bebidas de fruta y vegetales, en especial de España, Bélgica, Alemania y los Países Bajos, que representan el 77,4 % de las importaciones totales de dichos productos (30). En el 2016 el porcentaje de jugo puro consumido en territorio francés, es decir fruta exprimida, fue cercano al 61 %, mientras que los jugos reconstituidos con agua se consumieron en un 23 % y bebidas catalogadas como néctar (de 25 a 50 % de puré de frutas, con adición de azúcar y agua) fueron consumidas en un 6 % (31).

En 2011 en el mercado francés, las frutas que se consumían en mayor proporción eran bananos, manzanas, naranjas, mandarinas, peras, melones, melocotones y uvas (32). No obstante, en la actualidad, los productos que mayor demanda tienen en el mercado internacional registrados por los franceses, se encuentran: los cítricos con un 6,45 %; higos, piñas, aguacates, guayabas y mangos con un 4,79 %; tomates con un 4,26 %;

bananos con un 2,47 %; y melones, sandías y papayas tan solo con un 1,92 % (30).

Actualmente, Colombia cuenta con un acuerdo comercial (TLC) con la Unión Europea, el cual se aprobó desde 2012 y entró en rigor en 2013, con las disposiciones expuestas en el Decreto 1513 del 18 de julio del mismo año (33). Como parte de los compromisos adquiridos por ambas partes en el mencionado acuerdo, se destaca que las frutas frescas colombianas se encuentran libres de arancel para ingresar a los Estados miembros de la Unión Europea (34). Esto ha dado paso para que el Gobierno nacional trabaje en fortalecer las relaciones con Francia, mejorando los canales de comercialización con el fin de aumentar procesos de exportación agrícola hacia dicho destino.

Teniendo en cuenta lo anterior, la conexión marítima con la que se cuenta actualmente entre Cartagena y el puerto de Dunquerque permite llevar a cabo intercambios comerciales entre ambas naciones. Para aprovechar de la mejor manera dicha conexión, los empresarios franceses han expresado su interés en recibir contenedores de frutas frescas colombianas tales como aguacate, piña y banano, sin dejar de lado el interés por adquirir otros productos como el café, las flores, el cacao y las frutas exóticas (35).

Además, en junio de 2020 durante charlas comerciales entre empresarios europeos y ProColombia, se resaltó el incremento en el consumo de frutas con alto contenido de vitamina C por parte de la población europea, para fortalecer su sistema inmunológico frente a la pandemia que atraviesa el mundo. La demanda de frutas frescas aumentó de manera exponencial, al punto de generar un desabastecimiento en los *stocks* europeos cuatro semanas antes de lo previsto, lo que llevó a un

incremento cercano al 30 % en el precio de los cítricos (36).

En este contexto, es evidente la oportunidad de ingresar al mercado europeo frutas como la piña, que por cada 100 g de porción comestible brinda un aporte de vitamina C equivalente a 20 mg (37). Asimismo, la piña se conoce por ser un alimento con gran aporte de agua, que posee un 87 % en su composición (38). En cuanto a su aporte calórico, una piña aporta 227 calorías, 0,57 g de grasa y 59,61 g de carbohidratos (39).

## La piña en los mercados nacional e internacional

En el mercado nacional, con respecto al comportamiento del precio mayorista de la piña, se evidenció que entre 2015 y 2018 aumentó tan solo 5 % al pasar de costar \$1111 el kg a \$1169 en 2018; esto como resultado del alto

protagonismo de los intermediarios entre los productores y las centrales mayoristas (20).

Por otra parte, en lo que concierne al mercado internacional, la exportación en toneladas de piña registra un ascenso considerable al pasar de exportar 3209 ton en 2014 a 15 703 ton en 2018 por un valor total de 9 227 882 USD. Cabe resaltar que Colombia al asumir el papel de vendedor es el responsable de entregar la mercancía en el puerto de embarque, financiar costos aduaneros y licencias de exportación (20).

En este escenario, el marco histórico de exportaciones de piña, expuesto por el Ministerio de Agricultura, muestra a países como Italia, Chile y Reino Unido, por mencionar unos pocos, como destino principal de la piña nacional, ya que desde 2013 hasta 2018 se ha incrementado en altos puntos porcentuales, como se evidencia en el Tabla 1, lo cual genera un mercado atractivo de la piña y un importante modelo de activación económica del sector (20).

**Tabla 1. Balanza comercial de exportaciones.**

País destino de exportaciones 2013-2019							
País	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Italia	-	1511	2213	2804	3435	3208	941
Chile	0	0	4	2979	1984	3110	20
Reino Unido	17	198	150	1839	1609	1635	87
Eslovenia	-	-	-	-	1134	1405	930
España	-	0	16	245	1090	969	207
Países Bajos (Holanda)	0	0	172	1892	1125	827	84
Alemania	-	-	-	2	4	758	926
Estados Unidos	377	795	1416	2644	1550	753	96
Portugal	-	-	4	515	1308	611	525
Turquía	-	-	-	159	558	538	40
Rusia	-	-	-	447	262	350	58
Otros	244	705	907	1657	2625	1539	109
Total	638	3209	4882	15 183	16 684	15 703	4023

Fuente: adaptado de la Dirección de Cadenas Agrícolas y Forestales (20).

Sin embargo, y teniendo como base las cifras de producción y rendimiento, se concluye que la cantidad exportada podría mejorar, obteniendo así oportunidades en otros países europeos como Francia, donde no se tiene registro de exportación, y se trae a colación nuevamente que dicho país ha manifestado de manera pública su intención de adquirir piña colombiana.

De igual manera, no se deja de lado que Colombia a pesar de sus números de rendimiento y producción, importa piña anualmente, de manera mínima. Así, en 2018 importó 98 ton, con el fin de continuar favoreciendo el comportamiento de la balanza comercial y mantenerla positiva de cara al subsector (20).

## Proceso de exportación de piña a Francia

Las oportunidades de exportación aumentan progresivamente gracias a la conexión marítima existente entre los puertos de Cartagena, Puerto Colombia y Dunquerque (Francia), que se encuentra a cargo de la línea naviera CMA-CGM, cuya flota de embarcación es altamente eficiente, lo cual brinda las condiciones de seguridad sostenibles y ecológicas necesarias para exportar desde productos alimenticios hasta maquinaria pesada (40). El tiempo de tránsito entre los dos puertos es de 19 días, con una conexión marítima ubicada en Róterdam, Países Bajos (41).

Según el interés de ambas partes para la exportación de frutas frescas, se debe garantizar condiciones fitosanitarias favorables, y considerar que el gobierno francés es la autoridad competente que regula el cumplimiento de las condiciones de importación. Mientras que en Colombia, el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) y el Instituto Nacional de Vigilancia de

Medicamentos y Alimentos (Invima), se encargan de la vigilancia y el control de las condiciones fitosanitarias, con el fin de cumplir los requisitos establecidos por la parte importadora (42). Como parte de las funciones ejercidas por el ICA, se encuentra la revisión del cumplimiento de la compañía exportadora en las Normas Internacionales Fitosanitarias, expedidas por la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria (CIPF) (43).

En este contexto, es de suma importancia el proceso de empaque de la fruta, en el cual se deben tener ciertos factores claros, debido a que dependiendo de la consistencia de esta, se puede o no transportar a sitios distantes por los daños físicos que puedan tener en el trayecto, lo que garantiza un grado alto de homogeneidad, a partir de una evaluación de los conjuntos de productos de cada caja, ya que a mayor homogeneidad, se clasifica y ubica mejor, buscando así una óptima presentación, que es una de las características más importantes en el producto (44).

La principal finalidad del empaque es mantener el nivel de calidad posible para que el consumidor final disfrute el fruto de la manera más fresca. Por consiguiente, desde el inicio de la poscosecha, se hace un correcto lavado del fruto para purificarlo, luego se realiza una labor de encerado, allí pasan por un aspersor el cual utiliza ceras naturales y con alto grado alimenticio, autorizadas por las normas internacionales de exportación de frutas (45), debido a que la cera le permite conservar su brillo natural, evita afectaciones de insectos y otorga un mayor tiempo de conservación (45).

Una vez realizado lo anterior, se ubica el fruto en un área de secado, y se hace un escurrimiento de la cera y agua aplicadas. Después se realiza el proceso de selección y clasificación, en el cual se usan cajas especialmente fabricadas con

cartón, cumpliendo con requisitos de inocuidad y con capacidad de 25 libras. En este espacio se seleccionan las frutas por el grado de color y maduración deseadas por el cliente, y se ubican en las cajas por homogeneidad (45).

Conforme a lo anterior, uno de los estándares internacionales en el comercio de frutos como la piña, expone que las cantidades de esta que se deben empacar en una caja pueden llegar de 5, 6, 7, 8, 9 o 10, según su tamaño y peso en empaque (45). Las cajas, además de garantizar su conservación, aseguran su manejo y facilitan su refrigeración y transporte (45). Por norma general el peso de las cajas no puede superar las 26 libras, allí se colocan en pila para llenar un pallet de 75 cajas con un peso total de 1950 libras, esto debidamente certificado con el fin de lograr la estabilización en el transporte (45).

En cuanto al proceso de envío de la piña, se recomienda que el fruto tenga una temperatura de entre 7 y 12 °C, y en un periodo que no sea mayor de 3 a 5 semanas, debido a que puede sufrir lesiones por el frío (46).

Uno de los requisitos que deben tener los exportadores en cuanto a transporte y normativa en envíos de contenedores a la Unión Europea, es la presentación del producto en cajas, de 80 a 120 en europallets, según la norma EU Directive 89/395/EEG. A su vez, se busca armonizar los procesos de envío, regulando los etiquetados numerosos dependiendo de cada producto; en este sentido, la responsabilidad del mercado y etiquetado recae en el importador, quien debe informar al exportador de manera clara todas las regulaciones por cumplir y, a su vez, acordar con los minoristas todos los detalles del etiquetado, debido a que ellos cuentan con la información requerida en cuanto a procesos legales (44).

## Oportunidades de la piña colombiana en Francia

La piña poco a poco se va posicionando como una fruta muy apetecible en la dieta de las familias francesas. La encuesta de Toluna (47), realizada a los núcleos familiares franceses en 2015, determinó que la piña se ubica en la séptima posición (49 % de popularidad) en cuanto a frutas consumidas, por detrás de otras como la fresa (67 %), la cereza (59 %) y el melón (58 %) (48). Teniendo en cuenta lo anterior, y hablando de gastronomía francesa, consumen en gran medida las verduras y ensaladas, ya que lo suelen consumir como primer plato de las comidas (49). Así mismo, una de las tradiciones en Francia es la fabricación y el consumo de las mermeladas (*confitures*).

En este sentido, la realidad de Colombia no es diferente; comúnmente se consume la piña en varias presentaciones, desde salsas a ensaladas. De manera general, el cultivo de piña, como se ha mencionado, en los últimos años ha venido en un importante auge productivo, y en el país se refleja en su disponibilidad y variedad (50). Por lo anterior, es importante conocer las generalidades de los dos mercados, así como el producto que ingresa a Francia, buscando presentaciones patentadas y originales al gusto del consumidor francés, que brinden ventaja competitiva con respecto a los demás países (5).

Por eso es fundamental conocer los principales países exportadores de piña a Francia, para así identificar la competencia directa que tendría Colombia al incursionar en dicho mercado. A partir de esto, se logró determinar que Costa Rica es el principal proveedor de esta fruta tan valiosa, al registrar en 2020 una exportación de 68 860 ton, por un valor de 52 510 000 USD. En la región, el país que exporta piña en mayor

proporción es Ecuador, que alcanzó en 2020 un total de 13 396 ton, y registrar un valor de 9 586 000 USD (51).

Al reconocer el potencial de tan importantes proveedores y compararlos con la capacidad productiva de Colombia, se puede apreciar que este país cuenta con las características necesarias para ingresar al mercado francés, ya que la calidad del producto nacional satisface las exigencias de la población en cuestión y adicionalmente se cuenta con índices de productividad estables, acompañados de zonas aptas para el establecimiento de nuevos cultivares, acuerdos comerciales vigentes y rutas marítimas que favorecen el proceso de exportación (52).

## Conclusiones

Es evidente que las oportunidades de exportación de piña a Francia son significativas, basadas en la creciente demanda. Generalmente, las familias francesas adquieren productos que beneficien su salud, mediante el aporte calórico y vitamínico que esta le brinda. Colombia cuenta con la capacidad productiva para satisfacer dicha demanda, manteniendo los estándares de

calidad, producción constante del fruto y amplia gama de variedades del producto.

Lo anterior sería una oportunidad para fortalecer la economía nacional, y dar apertura a ventanas de comercialización, favorecer a pequeños y medianos productores, y mejorar la relación costo-beneficio en el establecimiento del cultivo de piña.

Por otro lado, Colombia tiene el reto de mejorar su política agraria, con el fin de expandir los proyectos productivos de frutas tropicales como la piña, y favorecer así el crecimiento del PIB, suplir la demanda alimenticia de la población francesa haciendo uso del TLC con el que se cuenta y entrar en competencia regional con los países productores de piña.

Teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto, la exportación de piña a Francia es viable y positiva económicamente para el país. Por lo tanto, se deben fortalecer los acuerdos comerciales e innovar la productividad agrícola nacional, buscando un valor agregado en la piña que permita introducirla estratégicamente en los demás mercados internacionales de forma permanente y representativa.

## Referencias

1. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). Colombia un país con una diversidad de suelos ignorada y desperdiciada. ICA [Internet]. 2020. Disponible en: [https://igac.gov.co/es/noticias/colombia-un-pais-con-una-diversidad-de-suelos-ignorada-y-desperdiciada#:~:text=Colombia %2C un país con una diversidad de suelos ignorada y desperdiciada,-A pesar de](https://igac.gov.co/es/noticias/colombia-un-pais-con-una-diversidad-de-suelos-ignorada-y-desperdiciada#:~:text=Colombia%20un%20país%20con%20una%20diversidad%20de%20suelos%20ignorada%20y%20desperdiciada,-A%20pesar%20de)
2. Investincolombia. Agroindustria y producción de alimentos, frutas y verduras. Investincolombia [Internet]. 2020. Disponible en: <https://investincolombia.com.co/es/sectores/agroindustria-y-produccion-de-alimentos/frutas-y-verduras>
3. Talero L. Modelo de optimización multiobjetivo para la programación de la producción agrícola a pequeña escala en Santander, Colombia. Tesis de maestría, Universidad Industrial de Santander. 2018. Disponible en: <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2018/173926.pdf>
4. Cardona F, Vargas J. Estrategias de internacionalización de fruta tropical fresca para el mercado alemán. Trabajo de investigación, Universidad Santo Tomás. 2019. Disponible en: <http://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/21068/2020FrancyCardona.pdf;jsessionid=56732AFAB4C863DD326EB69EB847FCF3?sequence=6>
5. Cámara de Comercio Colombo Americana [AMCHAM Colombia]. Oportunidades para la piña colombiana en el mercado estadounidense. AMCHAM [Internet]. 2014. Disponible en: <https://amchamcolombia.co/wp-content/uploads/2020/09/pina.pdf>
6. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Análisis del mercado de las principales frutas tropicales. FAO [Internet]. 2019. Disponible en: <http://www.fao.org/3/cb0834es/CB0834ES.pdf>
7. Agricultura de las Américas. La agroindustria de la piña incrementa exportaciones. 2019. Disponible en: <http://agriculturadelasamericas.com/agricultura/la-agroindustria-de-la-pina-incrementa-exportaciones/>
8. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). Consultas de producción de frutas. ICA [Internet]. 2020. Disponible en: [https://afrodita.ica.gov.co/VW\\_CONSULTAS\\_PROD\\_PAIS/ShowVW\\_CONSULTAS\\_PROD\\_PAISTable.aspx](https://afrodita.ica.gov.co/VW_CONSULTAS_PROD_PAIS/ShowVW_CONSULTAS_PROD_PAISTable.aspx)
9. Sistema Para la Planificación Rural Agropecuaria (Sipra). Cultivo de piña. Sipra [Internet]. 2020. Disponible en: <https://sipra.upra.gov.co/#nacional>

10. Agronegocios. La producción de piña en Colombia llegaría a 118 millones de toneladas. Agronegocios [Internet]. 2020. Disponible en: [https://www.agronegocios.co/agricultura/la-produccion-de-pina-en-colombia-llegaria-a-118-millones-de-toneladas-al-finalizar-el-ano-2895397#:~:text=Una fruta que siempre ha,Hortifruticola de Colombia \(Asohofrucol\)](https://www.agronegocios.co/agricultura/la-produccion-de-pina-en-colombia-llegaria-a-118-millones-de-toneladas-al-finalizar-el-ano-2895397#:~:text=Una%20fruta%20que%20siempre%20ha,Hortifruticola%20de%20Colombia%20(Asohofrucol))
11. Ministerio de Agricultura. Producción de piña llegaría a más 950 mil toneladas en 2018, calcula MinAgricultura. MinAgricultura [Internet]. 2020. Disponible en: [https://www.minagricultura.gov.co/noticias/Paginas/Producción-de-piña-llegaría-a-más-950-mil-toneladas-en-2018,-calcula-MinAgricultura-.aspx#:~:text=22 %2F05 %2F2018-,Producción de piña llegaría a más,toneladas en 2018 %2C calcula MinAgricultura&text=La cart](https://www.minagricultura.gov.co/noticias/Paginas/Produccion-de-piña-llegaria-a-más-950-mil-toneladas-en-2018,-calcula-MinAgricultura-.aspx#:~:text=22%2F05%2F2018-,Producción%20de%20piña%20llegaría%20a%20más,toneladas%20en%202018%2Ccalcula%20MinAgricultura&text=La%20carta%20de%20la%20producción%20de%20piña%20en%20Colombia%20llegaría%20a%20más%20de%20950%20mil%20toneladas%20en%202018%2Ccalcula%20MinAgricultura)
12. Ministerio de Agricultura. MinAgricultura resalta el potencial de Colombia para convertirse en un gran proveedor de alimentos del mundo. MinAgricultura [Internet]. 2019. Disponible en: <https://www.minagricultura.gov.co/noticias/Paginas/MinAgricultura-resalta-el-potencial-de-Colombia-para-convertirse-en-un-gran-proveedor-de-alimentos-del-mundo.aspx>
13. Roldán C, Yepes Vivas JS. Análisis de competitividad de la piña en fresco en Colombia. Periodo 2005-2016. Trabajo de grado, Universidad Eafit. 2017. Disponible en: [https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/12237/Cristian\\_RoldánSalazar\\_JuanSantiago\\_YepesVivas\\_2017.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/12237/Cristian_RoldánSalazar_JuanSantiago_YepesVivas_2017.pdf?sequence=2&isAllowed=y)
14. García N. Plantas nativas empleadas en alimentación en Colombia. Instituto Alexander Von Humboldt [Internet]. 2011. Disponible en: <http://repository.humboldt.org.co/bitstream/handle/20.500.11761/31275/11-11-020-240PS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
15. Garzón Serrato JI. Establecimiento y manejo de un cultivo de piña en la sede de la Asociación de Ingenieros Agrónomos del Llano en Villavicencio. Trabajo de grado, Universidad de los Llanos. 2016. Disponible en: [https://repositorio.unillanos.edu.co/bitstream/handle/001/341/Establecimiento y manejo de un cultivo de pi %F1a.pdf;jsessionid=B46D7364C17F8D3D ADB9457DE54E571B?sequence=1](https://repositorio.unillanos.edu.co/bitstream/handle/001/341/Establecimiento%20y%20manejo%20de%20un%20cultivo%20de%20piña.pdf;jsessionid=B46D7364C17F8D3DADB9457DE54E571B?sequence=1)
16. Ministerio de Agricultura. Cadena de la piña. MinAgricultura. 2019. Disponible en: [https://sioc.minagricultura.gov.co/Pasifloras/Documentos/2019-06-30 Cifras Sectoriales PIÑA.pdf](https://sioc.minagricultura.gov.co/Pasifloras/Documentos/2019-06-30%20Cifras%20Sectoriales%20PIÑA.pdf)
17. Mina M, Hincapié J. Modelos presupuestales de costeo aplicados en la producción de una hectárea de piña oro miel (MD2). Libre Empresa [Internet]. 2018;15(1):65-90. DOI: <https://doi.org/10.18041/1657-2815/libreempresa.2018v15n1.3157>
18. La Mayorista. Costos de la piña a 25 de mayo de 2021. 2021. Disponible en: <http://lamayorista.com/>



19. El Heraldó. Empresarios barranquilleros exportan piña fresca a París. El Heraldó [Internet]. 2019. Disponible en: <https://www.elheraldo.co/mas-negocios/empresarios-barranquilleros-exportan-pina-fresca-paris-463612>
20. Rúa E, Barrera A, Pinzón B. Caracterización y diagnóstico de la cadena productiva de la piña en el departamento del Casanare. *Revista Estrategia Organizacional* (Internet). 2016;5(1-2):29-48.
21. Banco de la República. Informe de la Junta Directiva al Congreso de la República. Banco la República [Internet]. 2020. Disponible en: <https://www.banrep.gov.co/es/informe-al-congreso>
22. Páez C, Peña F. Análisis del impacto del COVID-19 sobre el índice Colcap de la bolsa de valores de Colombia durante el primer trimestre del 2020. Trabajo de grado, Universidad Cooperativa de Colombia. 2021. Disponible en: <https://repository.ucc.edu.co/handle/20.500.12494/33051>
23. Acero A, Polanco J. Factores que limitan los proyectos de comercialización de pequeños y medianos productores de cítricos de Cundinamarca en los mercados formales. Seminario de Investigación, Especialización en Gerencia de Proyectos, Universidad EAN. 2020. Disponible en: <https://repository.ean.edu.co/bitstream/handle/10882/10369/PolancoJohana2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
24. Barrera V. Impacto de la Alianza del Pacífico en la definición de la política pública de innovación agrícola de Colombia (2009-2019). Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. 2020. Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/79033>
25. Calatayud A, Katz R. Cadena de suministro 4.0: mejores prácticas internacionales y hoja de ruta para América Latina. Banco Interamericano de Desarrollo (BID). 2019. Disponible en: <https://publications.iadb.org/es/cadena-de-suministro-40-mejores-practicas-internacionales-y-hoja-de-ruta-para-america-latina>
26. Portafolio. ¿Por qué no crece la agricultura colombiana? Portafolio [Internet]. 2019. Disponible en: <https://www.portafolio.co/economia/finanzas/crece-agricultura-colombiana-448660>
27. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). 2050: un tercio más de bocas que alimentar. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. 2021. Disponible en: <http://www.fao.org/news/story/es/item/35675/icode/#:~:text=Demanda de alimentos&text=La producción anual de cereales,alcanzar 470 millones en 2050>
28. Finagro. El momento del agro. Finagro (Internet). 2021. Disponible en: <https://www.finagro.com.co/noticias/el-momento-del-agro>

29. Blue Berries Consulting. Europa: por coronavirus aumenta demanda de frutas y verduras preenvasadas. Blueberriesconsulting [Internet]. 2021. Disponible en: <https://blueberriesconsulting.com/europa-por-coronavirus-aumenta-demanda-de-frutas-y-verduras-pre-ensadas/>
30. The Observatory of Economic Complexity. France (FRA). Exports, imports, and trade partners. The Observatory of Economic Complexity [Internet]. 2019. Disponible en: <https://legacy.oec.world/en/profile/country/fra/>
31. L'Union Nationale Interprofessionnelle des Jus de Fruits (Unijus). Les chiffres clés de la filière. Unijus (Internet). 2017. Disponible en: <https://www.unijus.org/1-/514-economie-marche/532-les-chiffres-de-la-filiere.aspx>
32. Ruiz V. Formulación de un plan exportador hacia Francia para la microempresa Fruta Dorada de la ciudad de Manizales. Trabajo de grado, Universidad Pontificia Bolivariana. 2014. Disponible en: <http://bibliotecavirtualoducal.uc.cl/vufind/Record/oai:localhost:10839-817>
33. Ministerio de Agricultura. Tratado de Libre Comercio (TLC). MinAgricultura [Internet]. 2020. Disponible en: <http://www.tlc.gov.co/acuerdos/vigente/union-europea>.
34. ProColombia. Oportunidad del sector industrial de frutas frescas. ProColombia [Internet]. 2019. Disponible en: [https://ue.procolombia.co/oportunidad-por-sector/agroindustria/frutas-frescas?\\_\\_cf\\_chl\\_jschl\\_tk\\_\\_=513b348eae4f8bfa2258fd08cefbf1b85642bc80-1622000073-0-AYxGHOBj7giCQwIEgHLYMDgDGLm9YsWT8XIA4CMZxbJHL3tYZMnJY9P5umtp39zSS6mN6SaFpXUiiiWmyE7cSI8RPHf7rIZANYxs7lt](https://ue.procolombia.co/oportunidad-por-sector/agroindustria/frutas-frescas?__cf_chl_jschl_tk__=513b348eae4f8bfa2258fd08cefbf1b85642bc80-1622000073-0-AYxGHOBj7giCQwIEgHLYMDgDGLm9YsWT8XIA4CMZxbJHL3tYZMnJY9P5umtp39zSS6mN6SaFpXUiiiWmyE7cSI8RPHf7rIZANYxs7lt)
35. El Universal. Oportunidades para exportar frutas colombianas a Francia. El Universal [Internet]. 2020. Disponible en: <https://www.eluniversal.com.co/economica/oportunidades-para-exportar-frutas-colombianas-a-francia-NF2337096>
36. ProColombia. Nuevas oportunidades para las frutas colombianas. ProColombia [Internet]. 2020. Disponible en: <https://procolombia.co/noticias/nuevas-oportunidades-para-las-frutas-colombianas-0>
37. Fundación Española de Nutrición. La piña. FEN [Internet]. 2018. Disponible en: <https://www.fen.org.es/MercadoAlimentosFEN/pdfs/pina.pdf>
38. El País. Valor nutricional de la piña. El País (Bolivia) [Internet]. 2019. Disponible en: [https://elpais.bo/sociales/20190130\\_valor-nutricional-de-la-pina.html](https://elpais.bo/sociales/20190130_valor-nutricional-de-la-pina.html)
39. Vegaffinity. Piña: beneficios e información nutricional. Vegaffinity [Internet]. 2020. Disponible en: <https://www.vegaffinity.com/comunidad/alimento/pina-beneficios-informacion-nutricional--f56>

40. The CMA CGM Group. Soluciones marítimas. 2020. Disponible en: <https://www.cma-cgm.com/offers/maritime-solutions>
41. Legiscomex. Los principales puertos colombianos tienen conexión con cinco puertos franceses. 2020. Disponible en: <https://www.legiscomex.com/Documentos/PERFIL-COMERCIAL-FRANCIA-RUTAS-MARITIMAS-COLOMBIA>
42. Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (Mincit). Mypimes. Medidas sanitarias y fitosanitarias. [Internet]. 2020. Disponible en: <http://www.mipymes.gov.co/mipymes/media/mipymes/Documentos/Anexo-VI-Medidas-Sanitarias-y-Fitosanitarias.pdf>
43. Instituto Colombiano Agroecuario (ICA). Convención Internacional de Protección Fitosanitaria CIPF (Normas NIMF). ICA [Internet]. 2020. Disponible en: <https://www.ica.gov.co/normatividad/normas-internacionales/normas-de-referencia-internacional/cipf>
44. Alemán C, Sáenz A. Manual de exportación de frutas (piña) para el mercado europeo (España). Trabajo de grado, Universidad Tecnológica de Bolívar, Cartagena de Indias. 2004. Disponible en: <https://biblioteca.utb.edu.co/notas/tesis/0026403.pdf>
45. Pirmex Piña. Pirmex, empaque de piña fresca. Pirmex Piña [Internet]. 2016. Disponible en: <https://es.slideshare.net/pirmex/catalogo-espaol-empaque-de-pia-fresca>
46. Otflow. ¿Cuál es la mejor temperatura para el envío de piña? Otflow [Internet]. 2021. Disponible en: <https://www.otflow.com/es/exportacion-de-pina/>
47. Toluna. Análisis estadístico del consumo de la piña en Francia. Toluna [Internet]. 2015. Disponible en: <https://co.toluna.com/#/>
48. Freshplaza. Las fresas son la fruta favorita de Francia, seguidas de cerca por las cerezas y el melón. Freshplaza [Internet]. 2015. Disponible en: <https://www.freshplaza.es/article/3082708/las-fresas-son-la-fruta-favorita-de-francia-seguidas-de-cerca-por-las-cerezas-y-el-melon/>
49. Blog Francia. Gastronomía francesa. Blog Francia [Internet]. 2021. Disponible en: <https://blog-francia.com/todo-francia/descubre-francia/gastronomia-francesa>
50. Arguello H. Cómo producir, cosechar y consumir la piña Ananas comosus. Universidad Nacional de Colombia (Unal). 2021. Disponible en: <http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/handle/11348/4026>

51. Trade Map. Cultivo de piña, análisis. Trade Map [Internet]. 2021. Disponible en: <https://www.trademap.org/Index.aspx>
52. Betancur A, Palencia A. Estrategias para la competitividad de la piña tipo exportación en Colombia. Trabajo de grado, Universitaria Agustiniana. 2018. Disponible en: <https://repositorio.uniagustiniana.edu.co/bitstream/handle/123456789/397/BetancurGil-Angie%20Tatiana-2018.pdf?sequence=4&isAllowed=y>

# Feeding fat in pig and dairy cattle

Alimentación con lípidos en cerdos y vacas lecheras

Nazly Yolieth Martín-Culma<sup>1\*</sup> 

Cómo citar este artículo: Martín-Culma NY. Feeding fat in pig and dairy cattle. Revista Ciencias Agropecuarias. 2021;7(1):85-92. DOI:

<sup>1</sup>Agricultural and Food Sciences and Environmental Management. Department of Animal Husbandry Engineering, University of Debrecen, Hungary.

\*Corresponding author: nmartin@ucundinamarca.edu.co

## Introduction

Fats are key components in animal nutrition for maintaining normal development and performance. They are organic, water-insoluble substances and are classified as saturated (SFA), unsaturated (USFA), monounsaturated (MUFA), and polyunsaturated (PUFA) fatty acids (1). The level of inclusion in the diet affects animal growth and feed conversion. The inclusion of fats in the diet differs in monogastric and polygastric animals as it is related to lipid metabolism. In ruminants, dietary fats are hydrogenated in the rumen before intestinal absorption, for this reason, absorbed fatty acids are more saturated than fatty acids supplied by the original diet. In contrast, in non-ruminants, the intestinal digestibility of fatty acids depends on the degree of saturation of these fatty acids supplied in the diet (2).

# 1. Role of fat in animal nutrition

The role of fats in animal nutrition has been studied for more than 200 years. Fats are an important source of energy in the diet and in feed reduced powder. Traditionally, the fat content in the diet of livestock varies between 2-5% of digestible energy. Increasing the fat content in the diet of cattle, pigs and poultry has shown better feed conversion and faster growth rates. The quality of fats depends on their fatty acid content and influences the fatty acid profile of the tissues. An important advantage of fats is the additional caloric effect provided by unsaturated fatty acids, which provide more energy than saturated fats. High levels of oleic acid increase the resistance of fat to oxidation. For this reason, there is great interest in optimizing the amount and type of fat in the diet. The main objective of determining the proper level of dietary fat intake is to enhance animal performance and welfare (3).

## 2. Advantages of fat supplementation

### 2.1 Fat supplementation in dairy cattle and physiological changes

Fatty acids reaching the duodenum are adsorbed mainly on food particles and bacteria. Desorption occurs by bile salts and by enzymes such as lysolecithins, which allow their solubilization in the micellar phase. It is these micelles that allow the absorption of lipids in the jejunum. In the epithelial cells of the small intestine, fatty acids are esterified, triacylglycerols and phospholipids are incorporated into chylomicrons (lipoproteins) and very-low-density lipoproteins (4). Feed

commonly consumed by cows contains only 4 to 6% lipids, which contribute directly to nearly 50% of the fat in milk and are the most concentrated source of energy in the diet. Lipids are largely hydrolyzed in the rumen, breaking the bonds, and producing glycerol and three fatty acids (Figure 1). Thus, glycerol is rapidly fermented to produce volatile fatty acids, another important function of the microorganisms present in the rumen is the hydrogenation of unsaturated fatty acids. These free fatty acids in the rumen tend to bind to feed particles and microorganisms to prevent an increase in rumen fermentation (1). The intestinal digestibility does not depend on the intake of fatty acids, and it should be noted that the absorption capacity of these fatty acids may be greater than 1 kg/d in dairy cows fed different fat sources or oil. Rapeseed released in the duodenum as evidenced in (Table 1) (4). On the other hand, the digestibility of fatty acids depends on the chain length (Figure 2) and seems to be lower for fatty acids with C20 and C22, but the digestibility of fatty acids with C12, C13, and C14 increases (5).

Fat supplementation in the early lactation of the cow reduces the loss of body condition, in general, the addition of lipids increases progesterone, which has a positive effect on fertility, improves feed efficiency and affects methanogenesis by several mechanisms, one of which is the hydrogenation of unsaturated fatty acids, as this mechanism leads to H<sub>2</sub> ion binding (6). The addition of omega-3 to the diet has shown an improvement in pregnancy rates.

### 2.2 Protected fat as feed supplement in cattle

The main property of protected fats is to resist biohydrogenation by rumen microbes and to alter the fatty acid profile of body tissues and milk.

These protected fats rely on encapsulation of unsaturated fatty acids by a protective capsule that resists biohydrogenation, such as the conversion of fatty acids to fatty amides (7). Supplementation with oilseeds has shown a positive effect on the digestive process by encapsulating antimicrobial fatty acids in their hard outer seed coat. However, destruction of the outer seed coat by chewing and rumination often results in little ability of oilseeds to enhance unsaturated fatty acids in milk (7).

## 2.3 Fat supplementation in pigs and physiological changes

In monogastric animals, lipids emulsify and enter the duodenum as triacylglycerols and phospholipids. In contrast to bacterial lipases of ruminants, the action of pancreatic lipase on triacylglycerols releases two fatty acids and a monoacylglycerol molecule. These compounds form micelles with bile salts and are then absorbed. After re-esterification in the intestinal cells, transport in mammals is mainly via the lymph through the portal system as very low-density lipoproteins (8). Lipids are important components of the diet for pigs due to their high energy value in addition to the fact that they can provide fat-soluble vitamins and essential fatty acids (9). Dietary lipids can increase growth and feed efficiency in pigs and can also modify body lipid composition, chain length, and the degree of saturation of the double bonds of fatty acids determine the physicochemical properties of fatty acids, which suggests that it influences the use of lipids by pigs (10).

Lipids are important components of the diet of pigs because of their high energy value and the fact that they can provide fat-soluble vitamins and essential fatty acids (9). The inclusion of lipids in the diet can increase growth and feed efficiency of pigs and modify body lipid composition. The chain length and degree of saturation of

the double bonds of fatty acids determine the physicochemical properties of fatty acids, suggesting that they influence the utilization of lipids by pigs (10). De novo lipogenesis in pigs occurs in adipose tissue, which is the main active site, and glucose is the main substrate. Lipogenesis can also occur in the liver where acetate, lactate, and propionate can be used as substrates instead of glucose (11). The addition of fat and oil in the diet improves feed efficiency and that supplementing corn and soybean diets with 6% fat improves feed efficiency of gilts (12), and the addition of 10% fat to a low-fat diet, regardless of source, increased daily gain and feed efficiency (13). Involving 70 gilts, carcass characteristics and primary cut yields were determined as a function of intake of different fat diets, as shown in Table 2 (14). Slaughter percentage was higher ( $P = 0.05$ ) in gilts fed the diet without added fat than the diet based on an oil mixture (40% fish oil and 60% linseed oil). These results are in contradiction with other studies reported by Pettigrew and Moser (1991), in which they concluded that the addition of fat in the diet of growing pigs increased the fat content of the carcass. The percentage of lean loin meat was higher ( $P = 0.05$ ) in sows fed suet compared to those fed no added fat (14).

## 3. Disadvantages of fat supplementation

Excessive intake of lipids in the diet of about more than 8% intake can have a negative effect on milk production and fat content. Unsaturated lipids have a more negative effect than saturated lipids, but these lipids can be protected to reduce the effect of hydrolysis and thus make them less reactive in the rumen, such as intake with the seed coat, which protects the lipids and reduces hydrolysis (1). The protected fat in

lactation cows can reduce the consumption of dry matter (DM), even when the fat is supplied directly in the duodenum (15), suggesting that the decrease in consumption may be related to the increase in the concentration of free fatty acids that circulate and come from the incomplete tissue uptake of the hydrolysis of chylomicron triglycerides and very-low density lipoproteins by lipase (16).

## 4. Hazards of fat supplementation

Excessive intake of lipids in the diet of about more than 8% intake can have a negative effect on milk production and fat content. Unsaturated lipids have a more negative effect than saturated lipids, but these lipids can be protected to reduce the effect of hydrolysis and thus make them less reactive in the rumen, such as intake with the seed coat, which protects the lipids and reduces hydrolysis (1). The protected fat in lactating cows can reduce the consumption of dry matter (DM), even when the fat is supplied directly in the duodenum, suggesting that the decrease in consumption may be related to the increase in the concentration of free fatty acids circulating and coming from the incomplete tissue uptake of the hydrolysis of chylomicron triglycerides and very low-density lipoproteins by lipase (15). The consequences that may occur in the diet of dairy cows when fat is added to the diet to increase the energy value is an effect on the composition of milk, which may have consequences for human health due to variations in fatty acid saturation. Similarly, the variation in the saturation of trans fatty acids and how their excessive intake in humans can represent a high cardiovascular risk (17).

## Conclusions

1. Fat availability in polygastric diets, such as cattle, is improved by using protected fats, which improves the lipid profile of milk, fertility, feed conversion, and reduce methane emissions, and in monogastric diets, such as pigs, optimizing the ratio of unsaturated/saturated fatty acids increase the energy efficiency of fats. Feeding a diet with no added fat to swine may result in fatter carcasses and cuts compared to diets formulated with a high-fat content.
2. The main property of protected fats is to resist biohydrogenation by rumen microbes and to alter the fatty acid profile of body tissues and milk. These protected fats rely on encapsulation of unsaturated fatty acids by a protective capsule that resists biohydrogenation, such as the conversion of fatty acids to fatty amides.
3. In dairy cows, excess lipids in the diet may reduce dry matter consumption, milk production, and milk fat composition.
4. Combining different fat sources and consuming lower amounts of fat in pigs can produce fatty acid profiles in the carcass with nutritional benefits without compromising meat quality.
5. Increasing the amount of long-chain fatty acids in the diet increases milk secretion, but also stops the synthesis of short- and medium-chain fatty acids.
6. It is important to emphasize that knowledge of the chemical composition and nutritional value of the foods included in the ration must be strategically planned to meet the requirements of the animals and achieve greater productive efficiency.



## References

1. Wattiaux MA, Grummer RR. Guía técnica básica de lechería Universidad de Wisconsin-Madison. Instituto Babcock para la Investigación y Desarrollo Internacional de la Industria Lechera. Esenciales Lecheras. Universidad de Wisconsin-Madison, Madison, USA. 2011;140. Available in: [https://kupdf.net/download/gu-iacute-a-t-eacute-cnica-b-aacute-sica-de-lecher-iacute-a-universidad-de-wisconsin-madison\\_58a85b4e6454a7d43eb1e8d8\\_pdf](https://kupdf.net/download/gu-iacute-a-t-eacute-cnica-b-aacute-sica-de-lecher-iacute-a-universidad-de-wisconsin-madison_58a85b4e6454a7d43eb1e8d8_pdf)
2. Doreau M, Chilliard, Y. Digestion and metabolism of dietary fat in farm animals. *British Journal of Nutrition* [Internet]. 1997;78(1):S15-S35. DOI: <http://doi.org/10.1079/bjn19970132>
3. Çetingül IS, Yardimci M. The importance of fats in farm animal nutrition. *Kocatepe Veterinary Journal*. 2008;(1):77-81. Available in: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/108766>
4. Bauchart D, Legay-Cannier F, Doreau M. Relationship between intake and duodenal flows of linoleic acid in dairy cows fed lipid-supplemented diets. *Reproduction Nutrition Development*, EDP Sciences [Internet]. 1990;30(Suppl 2):188s. Available in: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00899343/document>
5. Doreau M, Ferlay A. Digestion and utilisation of fatty acids by ruminants. *Animal Feed Science and Technology* [Internet]. 1994;45(3-4): 379-396. DOI: [https://doi.org/10.1016/0377-8401\(94\)90039-6](https://doi.org/10.1016/0377-8401(94)90039-6)
6. Martín Culma NY, De Jesús Rojas G, Arenas-Suárez NE, Herrera-Franco V. Alternativas nutricionales para disminuir emisiones de gas metano por bovinos y su efecto en el calentamiento global. *Revista Ciencias Agropecuarias*. 2020;3(1):8-17. Available in: [http://200.14.47.231/index.php/Ciencias\\_agropecuarias/article/view/216](http://200.14.47.231/index.php/Ciencias_agropecuarias/article/view/216)
7. Behan AA, Loh TC, Fakurazi S, Kaka U, Kaka A, Samsudin AA. Effects of supplementation of rumen protected fats on rumen ecology and digestibility of nutrients in sheep. *Animals (Basel)* [Internet]. 2019;9(7):400. DOI: <https://doi.org/10.3390/ani9070400>
8. Freeman CP. The digestion, absorption, and transport of fats: non-ruminants. In *Fats in animal nutrition*. Wiseman J, editor. London: Butterworths. 1994;105-122.
9. Murray RK, Granner DK, Mayes PA, Rodwell VW. Lipids of physiologic significance. *Harper's Biochemistry*, McGraw-Hill, New York. 25th ed. 2000;160-171.

10. Azain MJ. Fat in swine nutrition. CRC Press, New York, NY. Swine Nutrition. 2nd ed. 2001;95-105.
11. O'Hea EK, Leveille GA. Significance of adipose tissue and liver as sites of fatty acid synthesis in the pig and the efficiency of utilization of various substrates for lipogenesis. *The Journal of Nutrition* [Internet]. 1969;99(3):338-344. DOI: <https://doi.org/10.1093/jn/99.3.338>
12. De la Llata M, Dritz SS, Tokach MD, Goodband RD, Nelssen JL, Loughin TM. Effects of dietary fat on growth performance and carcass characteristics of growing-finishing pigs reared in a commercial environment. *Journal of Animal Science* [Internet]. 2001;79(10):2643-2650. DOI: <https://doi.org/10.2527/2001.79102643x>
13. Allee GL, Romsos DR, Leveille GA, Baker DH. (1972). Lipogenesis and enzymatic activity in pig adipose tissue as influenced by source of dietary fat. *Journal of Animal Science* [Internet]. 1972;35:41-47. DOI: <https://doi.org/10.2527/jas1972.35141x>
14. Realini CE, Duran-Montgé P, Lizardo R, Gispert M, Oliver MA, Esteve-García E. Effect of source of dietary fat on pig performance, carcass characteristics and carcass fat content, distribution and fatty acid composition. *Meat Science* [Internet]. 2010;85(4):606-12. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.03.011>
15. Hammon HM, Metges CC, Junghans P, Becker F, Bellmann O, Schneider F et al. Metabolic changes and net portal flux in dairy cows fed a ration containing rumen-protected fat as compared to a control diet. *Journal of Dairy Science* [Internet]. 2008;91(1):208-217. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2007-0517>
16. Adewuyi A, Gruys E, Van Eerdenburg F. On esterified fatty acids (NEFA) in dairy cattle. A review. *Veterinary Quarterly* [Internet]. 2005;27(3):117-126. DOI: <https://doi.org/10.1080/01652176.2005.9695192>
17. Willett WC, Stampfer MJ, Manson JE, Colditz GA, Speizer FE, Rosner B et al. Intake of trans fatty acids and risk of coronary heart disease among women. *The Lancet* [Internet]. 1993;341(8845):581-585. DOI: [https://doi.org/10.1016/0140-6736\(93\)90350-p](https://doi.org/10.1016/0140-6736(93)90350-p)

## Tables and figures

**Table 1. Effect of large amounts of fat on ruminal fatty acid (FA) balance and intestinal FA digestibility (5)**

	Control	Rapeseed oil (50 g/kg)	Rapeseed oil (100 g/kg)	Tallow (100 g/kg)
FA intake (g/d)	290	835	1500	1530
FA digestive flow (g/d)	365	625	1235	1235
FA intestinal digestibility (%)	89,1	84,5	77,1	74,6

**Table 2. Least-squares means for carcass parameters and primal cut yields of gilts fed experimental diets (14).**

Carcass parameters	T	HOSF	SFO	LO	FB	OB	NF	RMSEB
Caecass weight (kg)	78,1	79	76,6	75	79,4	73,7	79,6	6,66
Kolling out (%)	78,8ab	78,4ab	79,3ab	78,5ab	78,2ab	77,5b	80,0a	1,38
Flare fat (%)	1,5b	1,84ab	1,83 ab	1,62 ab	1,62 ab	1,71 ab	1,95a	0,313
Last rib fat depth (mm)	13,5	15,7	15,9	14,3	14	14,9	16,2	2,3
Fat depth 3-4 l.r c	15,1	17,9	17,9	16,3	16,1	16,7	18,6	2,64
Muscle depth 3-4 l.r c	51	49,8	49,7	50,8	51,7	49,2	52,3	4,01
Carcass lean (%)	56,3	53,6	53,6	55,3	55,6	54,6	53,5	2,4
<i>Primary cut yields (%)</i>								
Ham	24,5	24,38	24,17	24,67	24,65	24,35	24,43	0,802
Loin	18,29 ab	17,69 ab	18,42 ab	17,94 ab	17,23	18,4 ab	18,84 ab	0,931
Shoulder	13,86	13,7	13,54	13,54	13,77	13,84	13,4	0,539
Belly	9,08	9,84	9,88	9,5	9,82	9,49	9,69	0,694
Tenderloin	1,22	1,22	1,22	1,25	1,27	1,24	1,21	0,098
Other fat cuts D	7,92	8,48	8,19	7,98	8,34	8,08	7,7	0,599

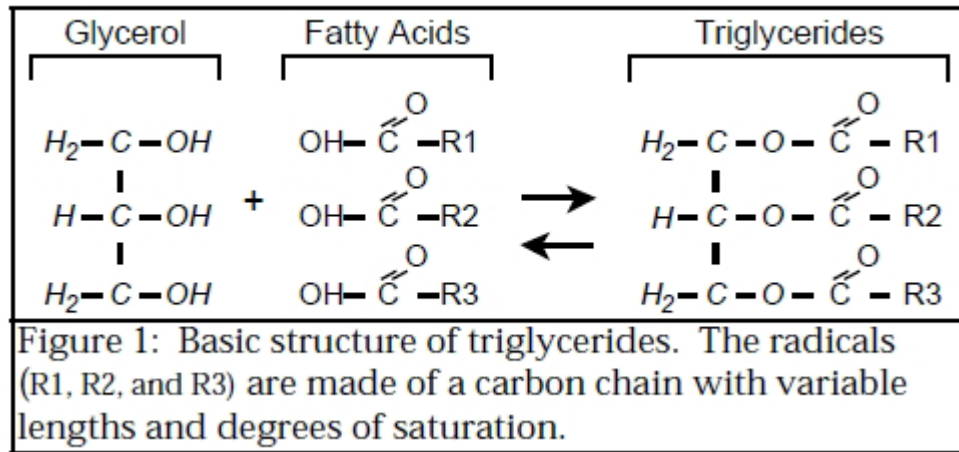
<sup>ab</sup> Within a row. Means lacking a common superscript letters differ ( $P < 0,05$ ).

<sup>A†</sup> = tallow; HOSF = high-oleic sunflower oil; SFO = sunflower oil; LO = linseed oil; FB = fat blend (55% tallow, 35% sunflower oil and 15% linseed oil); OB = oil blend (40% fish oil and 60% linseed oil); and NF = no added fat.

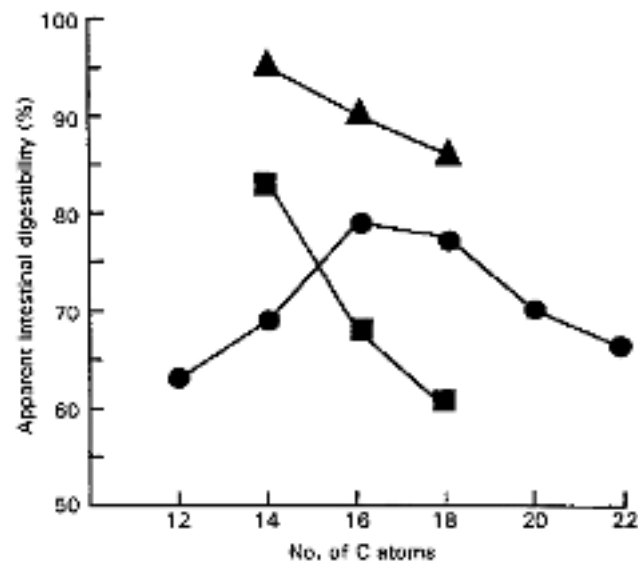
<sup>B</sup> RMSE: Root Mean Square Error.

<sup>C</sup> Estimated with FOM. l.r.: last rib.

<sup>D</sup> Other fat cuts: belly trimmings plus jowl.



**Figure 1.** Basic structure of triglycerides. The radicals (R1, R2 and R3) are made of a carbon chain with variable lengths and degrees of saturation (1).



**Figure 2.** Effect of carbon chain length on saturated fatty acid digestibility in (•) rumiants (all fats).

(◼) prurumiant calves (all fats except milk) and (◻) poultry (tallow). (5).


# MEMORIAS-2o. Encuentro SPV Enfoque OneHealth UG 2021





# INFORME EJECUTIVO





**El 2º. Encuentro Internacional Académico  
Multidisciplinario de Salud Pública  
Veterinaria con Enfoque One Health,**  
se realizó del 7 al 9 de julio de 2021, en el  
marco de la Red Latinoamericana, Caribe e  
Iberoamericana One Health.






## El comité organizador se integró de la siguiente manera:

**Coordinación general:** Dra. Vilma Chávez de Pop, Decana Facultad de Ciencias de la Salud - FACISA Universidad Galileo de Guatemala.


**Coordinación académica:** Dr. Marco Tulio Cueva López, Escuela de Salud Pública Veterinaria (ESPV)  
Facultad de Ciencias de la Salud (FACISA),  
Universidad Galileo de Guatemala

**Asuntos administrativos:** Dra. Telma Cecilia Marcos, ESPV y Asociación de Salud Pública Veterinaria - ASAPUVET ONG.

**Asuntos internacionales:** Dra. Gloria Alcázar Cano, Directora Ejecutiva y Dra. Margarita Soler, Secretaria Ejecutiva de la Fundación para la Gestión de Riesgos y Asistencia Veterinaria en Emergencias y Desastres – GRAVED, Colombia



**Un Bienestar:** Dr. Leopoldo Estol. Facultad de Ciencias de la Salud – FACISA, Buenos Aires Argentina.



**Cooperantes:** Ing. MSc. Claudia Calderón López y Licda. Elvia Colo, del Instituto de Cooperación para la Agricultura - IICA Representación Guatemala

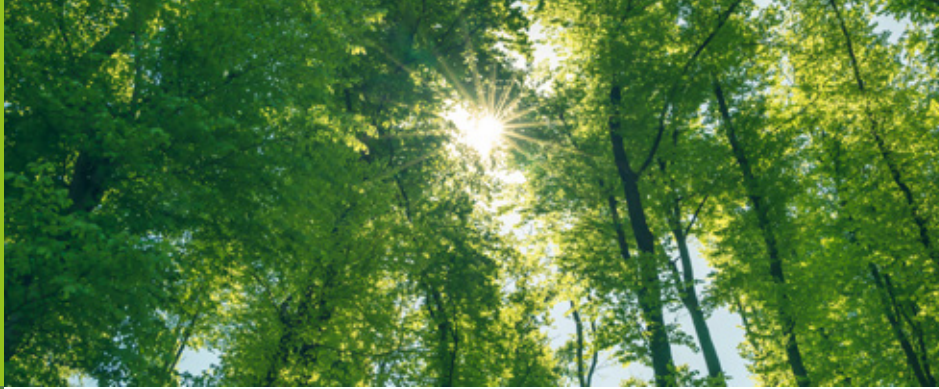
**Educación y competencias:** MSc. Carmelina Sarno FMVZ Universidad Autónoma de Tamaulipas – UAT México.

**Eventos:** Dr. Hugo A. Ruiz Piña Universidad Autónoma de Yucatán México

**Diseño y diagramación:** MSc. Shericka Aldana, Directora de Imagen Pública Universidad Galileo Guatemala.

**Logística:** Personal de apoyo ASAPUVET – APIA – ESPV – FACISA – GRAVED - IICA.

El propósito del evento es impulsar el intercambio técnico científico, propiciar la investigación compartida entre pares académicos e investigadores y motivar la gestión y movilización de recursos de cooperantes, con el propósito de impulsar planes, programas y proyectos para el bienestar en la interfaz de las poblaciones humanas, animales y el ambiente a nivel regional, hemisférico y globales.



Los objetivos del **2º. Encuentro Internacional Académico Multidisciplinario de Salud Pública Veterinaria con Enfoque One Health** fueron:

1. Promover y difundir la importancia de la Salud Pública Veterinaria – SAPUVET generando acciones territoriales de alto impacto con enfoque One Health.
2. Impulsar el trabajo colaborativo y la red de expertos nacionales e internacionales, para documentar, ejecutar y evaluar los programas de actualización y formación de recursos humanos y la investigación aplicada en Salud Pública Veterinaria.
3. Establecer vínculos de coordinación y colaboración entre actores del sector público, privado, académico y sociedad civil para la gestión y movilización de recursos de organismos de cooperación nacionales e internacionales.

El evento inició el 7 de julio de 2021 con la ceremonia de apertura oficial, siendo los participantes funcionarios delegados:

Ingeniero MS. Fernando Conde, delegado de la Representación del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura – IICA Guatemala.

El Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) es el organismo especializado en agricultura del Sistema Interamericano que apoya los esfuerzos de los Estados Miembros para lograr el desarrollo agrícola y el bienestar rural.

Brindamos cooperación mediante el trabajo cercano y permanente con los 34 Estados Miembros. El activo más valioso es la estrecha relación que mantenemos con los beneficiarios de nuestros programas, contamos con especialistas con vasta experiencia en temas de tecnología e innovación para la agricultura, sanidad agropecuaria, calidad

e inocuidad de los alimentos, comercio agropecuario internacional, agricultura familiar, desarrollo rural, gestión de los recursos naturales y bioeconomía.

Para el IICA Guatemala trabajar de manera coordinada con la Asociación de Salud Pública Veterinaria (ASAPUVET) de Guatemala, el Grupo de Gestión del Riesgo y Asesoría Veterinaria en Emergencias y Desastres (GRAVED) de Colombia, la Universidad de Tamaulipas, México, la Universidad Autónoma de Yucatán, México, la Universidad Galileo de Guatemala, cumplimos con los objetivos estratégicos del instituto:

1. Aumentar las contribuciones del sector agropecuario al crecimiento económico y al desarrollo sostenible.
2. Contribuir al bienestar de todos los habitantes en los territorios rurales.
3. Mejorar el comercio internacional y regional de los países de la región.
4. Aumentar la resiliencia de los territorios rurales y los sistemas agroalimentarios a los eventos extremos.

En el IICA se prioriza la cooperación triangular y la cooperación sur-sur, orientados con eficiencia, flexibilidad, descentralización, el trabajo colaborativo y redes de especialistas para la gestión y movilización de recursos.

**Ingeniero Rómulo Ramírez, Presidente de la Comisión Técnica Sectorial Agropecuaria y del Subsistema Nacional de Investigación, Innovación y Transferencia Agropecuaria CTSA – SNITA Guatemala**, delegado Oficial del Instituto Nacional de Bosques – INAB Guatemala. Resaltó la importancia del Programa Especial de Investigación en Salud Pública Veterinaria - PEI SAPUVET.

Dr. Humberto Maldonado, Presidente del Tribunal de Honor del Colegio Profesional de Médicos Veterinarios y Zootecnistas de Guatemala – TH CMVZ. Manifestó su complacencia por el evento y la disposición a cooperar y establecer puentes de vinculación para impulsar el programa de Salud Pública Veterinaria.

**Dr. Martín Martínez, Presidente de la Junta Directiva del Colegio Profesional de Médicos Veterinarios y Zootecnistas de Guatemala**, agradeció la deferencia de ser invitados especiales y en su gestión 2021 – 2023 con la disposición a colaborar y establecer puentes de vinculación con el gremio que representa, así como impulsar mecanismos de vinculación con los sectores público, privado y académico para la gestión del programa nacional de Salud Pública Veterinaria con el enfoque de Una Salud.

**Dra. Vilma Chávez de Pop, Decana de la Facultad de Ciencias de la Salud en Universidad Galileo de Guatemala.**

Resaltó la importancia de los Servicios Veterinarios en los programas de atención primaria para la prevención y control de enfermedades zoonóticas y transmitidas por vectores entre otras, indica que es de suma importancia la gestión nacional e internacional para la inserción de los Servicios Veterinarios como un bien público.

Desde la Facultad de Ciencias de la Salud en Universidad Galileo, se impulsa la educación por competencias de pregrados y posgrados, siendo clave la disposición de la Maestría en Salud Pública Veterinaria así mismo la Innovación educativa de los servicios veterinarios, con la formación de personal operativo con el Técnico Universitario en Enfermería Veterinaria, por último se cuenta con la oferta del Diplomado Universitario Internacional de Una Salud – DIUS, todas las ofertas académicas en modalidad virtual.

En el año de la pandemia 2020 – 2021, a pesar del riesgo y limitaciones, estamos en fase de campo para la gestión y vinculación con los gobiernos locales y las organizaciones de productores para llevar la Universidad al Campo con los Modelos de Unidades Municipales de Salud Pública Veterinaria – UMSPV. Las unidades de salud pública veterinaria pretenden generar y contribuir con Investigación aplicada, innovación e inserción laboral y gestión empresarial en cadenas de valor de productos de origen animal, con calidad e inocuidad para la soberanía y la seguridad alimentaria

Por último, declaró oficialmente abierto e inaugurado el **2º. Encuentro Internacional Académico Multidisciplinario de Salud Pública Veterinaria con Enfoque One Health.**

Evento No. 1 se denominó: **“Interfaz de poblaciones humanas, animales y el ambiente”**, moderado por el Dr. Marco Tulio Cueva López, Director Académico de la Escuela de Salud Pública Veterinaria de la Facultad de Ciencias de la Salud en Universidad Galileo de Guatemala. Los temas fueron:

**Tema 1. “Un Bienestar y Servicios Veterinarios”**, desarrollado por el Dr. Leopoldo Estol, Académico, Consultor e Investigador. Profesor Titular de Bienestar Animal en la Facultad de Ciencias de la Salud – Universidad Galileo de Guatemala.

El Dr. Estol hizo la reseña histórica evolutiva de las acciones de Salud Pública Veterinaria hasta el concepto actual de Una Salud – One Health propuesto en el año 2004 en Costa Rica por el Profesor Mantovani. Es clave impulsar el abordaje integral de la Salud Ambiental, la Salud Animal y la Salud Humana de manera holística en los territorios, trabajando “Un Bienestar”, resaltó los aspectos clave como:

- La coordinación intersectorial, multidisciplinaria y transdisciplinaria,
- Mejorar las comunicaciones internas y externas entre académicos e investigadores propiciando la colaboración entre pares y redes temáticas de cooperación,
- Impulsar los servicios veterinarios como un bien público

Recomienda fortalecer los Servicios Veterinarios Nacionales

- Control de faena de animales
- Sanidad Animal
- Fauna silvestre
- Aprobación de alimentos de origen animal
- Aprobación de alimentos para animales
- Impulsar y gestionar Servicios Veterinarios Locales y Territoriales
- Servicios de Bromatología y de diagnóstico veterinario







- Control de fauna e inventarios
- Centros de control de zoonosis

Por último, resaltó la importancia de trabajar desde estos espacios en la consolidación del nuevo paradigma de “Una Salud, Salud Pública y Un Bienestar”

**Tema 2. “One Health Latinoamérica, acciones y proyecciones 2021 y más”,** a cargo del Dr. Juan Carlos Carrascal Velásquez, de la Universidad de Córdoba, Montería, delegado de la Fundación para la Gestión de Riesgos y Atención Veterinaria en Desastres – GRAVED Colombia.



El Dr. Carrascal Velásquez hizo la línea del tiempo desde la fundación de la primera Escuela de Veterinaria con Claude Bourgelat, un Médico veterinario francés, fundador de los Institutos de Enseñanza Superior Veterinaria en Lyon en 1762, y después en Maisons-Alfort. considerado el fundador de la Hippiatrica en Francia.

Rudolf Ludwig Karl Virchow fue un médico, patólogo, político, antropólogo y biólogo alemán, realizó aportes fundamentales para conceptualización de Una Salud, considerado el “padre de la patología moderna” introdujo el término Zoonosis.

La fundación de la División de Salud Pública Veterinaria en los Centros para el Control y Prevención de Enfermedades CDC por James H. Steele, veterinario especializado en salud pública, ayudó a entender la forma en que las enfermedades están extendidas entre animales y humanos, mejor conocida como epidemiología de enfermedades zoonóticas.

El Dr. Calvin Schwabe, veterinario formado en salud pública, acuñó el término One Health en un texto de medicina veterinaria en 1964, el cual refleja las semejanzas entre medicina animal y humana y acentúa la importancia de colaboración entre veterinarios y médicos para ayudar solucionar problemas de salud global.

El concepto Una Salud, es integrador de la interfase humano – animales y ambiente, frente a las patologías emergentes, reemergentes y transfronterizas. Un Mundo Una Salud. El 29 de septiembre de 2004, en Manhattan, Nueva York (EE.UU.), se realizó



un simposio organizado por la Sociedad de Conservación de la Fauna de los EE.UU. y la Universidad Rockefeller, asistieron expertos de salud y representantes de la Organización Mundial de la Salud (OMS), la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, por sus siglas en inglés), la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE, por sus siglas en inglés) y el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF). Se trataron los potenciales riesgos de las enfermedades compartidas entre seres humanos y animales domésticos y de fauna silvestre, con una mirada internacional e interdisciplinaria. Sus conclusiones se conocen como **“Los 12 principios de Manhattan”**, en los cuales se fundamenta un método holístico para prevenir las enfermedades epidémicas y epizooticas, respetando la integridad

de los ecosistemas, en beneficio de los seres humanos, los animales domésticos y la biodiversidad del mundo entero.

El corolario del simposio fue el concepto **“Un Mundo, Una Salud”**, síntesis del pensamiento sanitario en la globalización e interdependencia social, cultural y económica entre países.

La misión de One Health Latinoamérica, Iberoamérica y el Caribe es, priorizar el actuar con un sinergismo colaborativo y no competitivo desde el enfoque One Health, para sensibilizar a los distintos actores de la sociedad, conformando grupos de trabajo en distintas áreas de salud global.

El Dr. Carrascal resaltó la importancia de la Red One Health Latinoamérica, Iberoamérica y Caribe, que es una red de profesionales multidisciplinarios a la fecha con más de 20 países. Es una plataforma colaborativa de encuentro y acercamiento de especialistas de distintas áreas de la salud humana, animal y del ecosistema, para el intercambio de conocimientos científicos, culturas, pensamientos e iniciativas en torno a Una Salud.

**Tema 3. “Análisis de riesgos de transmisión de zoonosis como política de evaluación de impacto ambiental” caso México.** Desarrollado por el Maestro Salvador Canul, Biólogo jefe del Departamento de Recursos Naturales y Vida Silvestre Yucalpetén del puerto de Progreso, Yucatán de la Secretaría de Manejo de los Recursos Naturales – SEMARNAT, México.

El Maestro Canul, resaltó la importancia de trabajar el “análisis de riesgos de transmisión de zoonosis, como Políticas Públicas de Evaluación de Impacto Ambiental”. Considera importante el abordaje integral de los nuevos escenarios de riesgos para la salud global, los cuales han aumentado el número de zoonosis conocidos, siendo entre otros:

- El cambio climático,
- Fenómenos naturales,
- Crecimiento poblacional
- Deficiencias de servicios básicos,
- Contaminación y deforestación entre otros.

El Maestro Canul, resalta que:

- i. Las pandemias pueden ocurrir en cualquier momento y en cualquier parte del mundo.
- ii. Las enfermedades de transmisión por vectores – ETV y las zoonosis, son un problema creciente en México, representan aproximadamente el 70% de los problemas de salud.
- iii. Los determinantes de las ETV y de las Zoonosis son multifactoriales y requieren una visión y acción integral.
- iv. Para su prevención y control, es importante fortalecer la coordinación institucional siendo eficientes con los recursos disponibles.
- v. Una salud deseable, requiere forzosamente integración multisectorial.

Considera que las principales zoonosis emergentes y reemergentes en las que recomienda hacer trabajos son entre otras:

- SARS, MERS-COV2 e Influenzas pandémicas
- Virus del Nilo Occidental, de la fiebre hemorrágica (ébola) y Hanta virus.
- Cólera, Chikungunya y dengue.

**Tema 4. “Análisis de riesgos de transmisión de zoonosis como política de evaluación de impacto ambiental”, caso Colombia**, expuesto por el Dr. Luis Alberto Carreño del Ministerio de Salud de Colombia. El Dr. Carreño es Médico Veterinario, Especialista en Epidemiología, Magister en Salud Pública, se desempeña como profesional Especializado de la Subdirección de Salud Ambiental de la Dirección de Promoción y Prevención del Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia.

Considera el Dr. Carreño, que la clave para los organismos nacionales desde la óptica del Ministerio de Salud Pública de Colombia es el abordaje integral y de coordinación:

- Sector ambiental
- Sector salud
- Sector pecuario

Las principales enfermedades zoonóticas de importancia nacional en Colombia son:

- a. **Zoonosis:**
  - Brucelosis
  - Leptospirosis

- Rabia
- Encefalitis equina
- b. Zoonosis alimentarias**
  - E. coli
  - Listeriosis
  - Salmonelosis
- c. Zoonosis metaxénicas**
  - Chagas
  - Leishmaniasis
  - Arbovirosis
  - Fiebre amarilla
- d. Zoonosis desatendidas**
  - Complejo teniasis – cisticercosis
  - Tracoma
  - Rickettsiosis
  - Oncocercosis

Señala el Dr. Carreño la importancia de un abordaje integral, multisectorial y transdisciplinario lo que permite:

1. Abordar cumpliendo con los acuerdos globales de Una Salud,
2. Atender los riesgos asociados a las zoonosis y su relación con el ambiente,
3. Estudiar las cargas de enfermedades atribuidas a las zoonosis,
4. Impulsar políticas ambientales, de ganadería sostenible, manejo y bienestar
5. Gestionar los riesgos de salud humana y animal.

Por último, resaltó la importancia del control epidemiológico de las zoonosis, establecer las líneas de base de las enfermedades emergentes y reemergentes, la importancia de la gestión del conocimiento y contar con sistemas de información especialmente de los componentes ambientales, factores condicionantes y los determinantes de la salud.

## **Evento 2. Gestión del Riesgo y Manejo de Animales en Situación de Desastres** **Moderadora: Dra. Gloria Alcázar Cano.**

**Tema 1.** Manejo integrado de Plagas y Enfermedades transmitidas por vectores en emergencias y desastres. Dr. Víctor Manuel Acero Plazas – Colombia

Desde el abordaje de salud pública, las plagas y los vectores siempre han representado un papel crítico dentro de las cadenas de contaminación/transmisión/infección, fenómenos documentados incluso desde tiempos del antiguo Egipto. Dentro de las múltiples definiciones que existen de Plaga (animales que compiten con el hombre en la búsqueda de agua y alimentos, invadiendo espacios en los que se desarrollan actividades humanas) están adicionalmente las contempladas por la OMS, diferenciando las plagas rurales y urbanas. La normatividad colombiana establece varias resoluciones que acompañan el control de plagas desde un enfoque preventivo, como las generadas por el Ministerio de Salud y Protección Social. Los factores que favorecen la presencia de las plagas generalmente se dan por defectos en infraestructura lo cual es común en escenarios de desastres y que pueden afectar materias primas, alimentos, bodegas de almacenamiento





o las construcciones provisionales tipo albergues, que no tengan la suficiente planeación y permitan espacios estructurales por donde puedan ingresar las plagas. Adicionalmente los cambios en el comportamiento habitual y alimenticio de estas especies en escenarios de desastre hacen que aumenten los riesgos de contaminación directa o indirecta, por desplazamiento hacia los lugares de asentamientos humanos debido a la reubicación, en donde aumentan la voracidad (en el caso de los roedores) y su actividad por la modificación de su hábitat de forma aguda o abrupta. Los efectos de las plagas se pueden clasificar en efectos sobre salud pública (por ser reservorios importantes de agentes como Leptospiras, Toxoplasma, Parasitosis, Salmonelas, Giardias, entre otras), medioambientales y contaminación de alimentos.



En cuanto a los vectores conocidos por su amplia capacidad de transmisión de enfermedades, por su capacidad reproductiva y adaptativa, reconocemos algunas enfermedades que se pueden aumentar en casos de desastres como la malaria, leishmaniasis, chagas, dengue, chikungunya y zika, sobre todo en casos de inundaciones. Los reportes que existen de las actuaciones y experiencias en este tipo de desastres deben servir de base para la generación de instrucciones, planes y lineamientos para generar estrategias de prevención y control, sobre todo en ciertos períodos detectados como críticos posteriores a este tipo de desastres. El riesgo de enfermedades por tipo de desastres también es una consideración importante a tener en cuenta y depende netamente del fenómeno visto, el diagnóstico local y la epidemiología de campo. Dentro del manejo integrado de plagas, el enfoque principal debe estar dirigido hacia la prevención, de acuerdo con el diagnóstico previo realizado en las zonas vulnerables, con estrategias dirigidas a evitar e impedir el acceso y anidamiento de vectores y plagas. Las estrategias generales incluyen plan de contingencia y plan de respuesta, estrategias de sensibilización y educación, uso de barreras físicas en lugares de evacuación (barreras entre hospedadores y vectores en los principales centros de evacuación con toldillos, ropa protectora) con conocimiento claro de cuáles son los vectores o plagas que habitan en la región, eliminación de criaderos, limpieza y desinfección, uso de repelentes naturales, control biológico, feromonas y demás estrategias cuyo impacto ambiental sea mínimo, como última medida el uso de plaguicidas. En general, medidas orientadas a fortalecer el plan de saneamiento básico, protección de alimentos, fuentes de agua y manejo de residuos.



**Tema 2.** Modelo en la Gestión de Riesgos en el marco de la Salud Pública Veterinaria a cargo del Dr. Diego Hernández Pulido. Colombia

A pesar de no ser un tema nuevo la Gestión de Riesgos ha sido abordada de manera tímida por el sector de salud pública veterinaria, destacándose Centroamérica como uno de los vanguardistas en cuanto a experiencia y los procesos académicos direccionados a esta área de trabajo. Teniendo en cuenta el aumento en la ocurrencia de fenómenos ocasionados por la naturaleza se deben articular la salud pública humana y animal, junto al conocimiento e información epidemiológica para empezar a realizar gestiones y profundizaciones y saber hacia dónde se debe trabajar. La vinculación de la GDR con la salud pública comienza desde los

90's donde el Programa Nacional de Desempeño y estándares de Salud Pública de USA se reúne con la OPS y OMS para trabajar los estándares a cubrir y en la década del año 2000 se involucran referentes de Latinoamérica con un objetivo: Reducción del impacto en emergencias y desastres que se define como reducción del impacto de emergencias y desastres en salud de acuerdo a las políticas públicas nacionales que incluyen un enfoque integral, sistemas de alertas tempranas que impacten sobre medios de vida y de subsistencia, y la cooperación internaciones de diversas agencias, lo cual comenzó a generar cursos de formación de libre inscripción en algunas entidades, para capacitar en este tema.

La función No 11 de la salud pública en este contexto, se ha venido implementando en Latinoamérica y se tienen 4 indicadores para evaluarla de manera cuali-cuantitativa:

- Gestión de la reducción de RYD
- Desarrollo de normas y líneas de actuación que apoyen la reducción de E y D
- Asesoría y apoyo técnico a las instancias subnacionales para la reducción del impacto de (emergencias y Desastres) E y D
- Coordinación y alianzas con organismos institucionales.

El marco de Sendai (vigente en la actualidad) para la reducción de Riesgos y Desastres ha servido para proteger los medios de subsistencia y activos productivos (animales de producción, de trabajo, herramientas y semillas), fortalecer la promoción y colaboración intersectorial en busca de su salvaguarda. Considerando las diferencias entre Emergencia, Urgencia y Desastre que no son sinonimia, se analizan desde la capacidad de los recursos, de atención o respuesta y evaluaciones y declaraciones de los entes encargados a nivel local, Nacional o Internacional. El sector académico junto a los sectores público/privados y las comunidades forman la tríada para empezar a trabajar desde la seguridad, protección y bienestar. El vínculo de la GDR con la salud pública es amplio y congrega componentes de Bioseguridad (descontaminación básica, eutanasia humanitaria, manipulación de cadáveres), el manejo de animales silvestres que es complejo por la manipulación de los mismos, riesgos zoonosarios y control del hábitat, el factor etológico en animales afectados, implementación de albergues temporales, evacuación de animales con todas

sus fases (detección, alarma preparación, salida) atención primaria en salud, abastecimiento de agua y alimentos, componente nutricional y los cambios en condición de desastres, restablecimiento de contactos (animales que deambulan y su reencuentro con propietarios), articulación con clínicas móviles y fijas.

**Tema 3.** Zoonosis con impacto epidémico en emergencias y desastres. Dr. José Isaías Muñoz Pineda. Colombia

Existe relación entre los desastres naturales y tecnológicos, sobre la incidencia de enfermedades animales emergentes y reemergentes. Adicionalmente, la dependencia entre el ser humano, los animales y el medio en el que viven, generan problemas sanitarios.

Teniendo esto en cuenta las consecuencias más graves de un evento natural en situación de desastre son: la introducción de "agentes de enfermedad" en zonas geográficas donde no existían y la amplia difusión y diseminación de esos agentes patógenos en territorios terrestres y acuáticos, de ahí que en Salud Pública Veterinaria se utilicen dos términos a saber:

- Emergencias y/o desastres no epidémicos provocados por el hombre, en donde hay daño al ambiente, efectos en la salud y a estructuras.
- Emergencias y/o desastres epidémicos, de origen accidental o intencional con brotes de enfermedades emergentes o reemergentes asociados o no a E y D.

La interrelación desastres/zoonosis, se basa primordialmente en la alteración del medio ambiente, ya que proporciona los elementos necesarios al vulnerar los espacios naturales vitales, que facilitan la contaminación e infección hacia humanos y animales. Las zoonosis de importancia en emergencias y desastres son:

- Por contacto directo: tuberculosis, brucelosis, rabia, fiebre Q, dermatomicosis, fungosis respiratorias, entre otras.



- Por contacto con restos de animales o cadáveres: Ántrax (carbunco bacteridiano), tétano, leptospirosis, tularemia, fiebre del Valle del Rift, del Nilo y esquisostomiasis.
- Por ingestión oral: enfermedades vehiculizadas por agua (EVAS) y enfermedades transmitidas por alimentos (ETAS) (botulismo, salmonelosis, brucelosis, leptospirosis, tuberculosis, helmintiasis, teniasis, entre otras).
- Por acción de insectos vectores: encefalitis equinas, leishmaniasis, rickettsiosis, fiebre del Valle de Rift, entre las más frecuentes.

**Tema 4.** Control de poblaciones caninas en condición de calle y su impacto en la Salud Pública. Dr. Juan Camilo González Niño. Colombia

Dentro de la dinámica poblacional de caninos en condición de calle resalta lo referenciado por el ICAM (International Companion Animal Management Coalition) donde se evidencia que la mayoría de los animales en condición de calle tienen tutor, lo que es un claro ejemplo de la falta de tenencia responsable. Es fundamental para mitigar esta problemática la regulación de las fuentes de animales de compañía como lo son: los criaderos, tiendas de mascotas, los particulares que cruzan sus animales y venden o dan en adopción las crías,

los albergues o centros de bienestar animal y la adopción directa de los animales que están en calle. Al ser una problemática mundial se han generado guías para el manejo humanitario de poblaciones caninas en condición de calle donde se ve la participación de las ONGs, las asociaciones veterinarias y los entes gubernamentales que trabajan por la protección y el bienestar de los animales.

De igual manera se debe prevenir el abandono de animales que según la Fundación Affinity se da por los siguientes motivos: camadas no deseadas (15%), fin de temporada de caza (13%), comportamiento (11%), factores económicos (11%) y pérdida de interés (10%). Estos animales en condición de calle generan problemas para la Salud Pública ya que se vuelven agentes transmisores de zoonosis, reservorios de enfermedades, son los principales animales involucrados en los accidentes rábicos, y generan pérdidas económicas debido a las agresiones a animales de producción y una disminución en la biodiversidad al afectar los animales silvestres.

Adicionalmente desde hace unos años viene creciendo la investigación alrededor del concepto "The Link" por organizaciones como la National Link Coalition, donde se generan cada vez más evidencias que vinculan el maltrato animal con crímenes violentos, crímenes sexuales, abuso infantil y abuso del adulto mayor. AL respecto, la OIE dentro del Código Sanitario para los Animales Terrestres (2019) cita la importancia del control de las poblaciones de perros vagabundos, dando a los países miembros algunos lineamientos para el manejo de esta problemática:

- Pedagogía y legislación sobre la propiedad responsable dentro de la que se incluye tenencia responsable de animales sanos en donde se disminuya el riesgo para la salud pública
- Registro e identificación: permite tener una trazabilidad (vacunación, desparasitación), disminución de los animales perdidos y consecuentemente



- disminuir el abandono (conociendo quién deja abandonado a su animal)
- Control reproductivo: las culturas machistas latinoamericanas no acceden de manera fácil a castrar o esterilizar a los caninos domésticos, lo cual implica implementar programas masivos de educación para sensibilizar a propietarios
  - Captura y Manipulación: recoger los perros que no se encuentren bajo vigilancia directa y comprobar si tienen propietario
  - Captura, devolución, adopción o liberación
  - Controles ambientales: evitar acceso de estos animales a fuentes de alimento mediante el uso de contenedores de basura y generar rutas de alimentación (con horarios establecidos en donde se les permita alimentarse y posteriormente retirarlos para evitar fómites)
  - Controles de movimiento Nacional e Internacional en adecuadas condiciones y medios de transporte habilitados y reglamentados
  - Reglamentación de la venta de animales: responsabilidad en la salud física y emocional de los animales vendidos, necesidad de participar en la educación de cachorros y tenencia responsable, inspección y vigilancia de las “fábricas de cachorros” y los requisitos de funcionamiento administrativo, técnicos, de higiene que deben tener estos criaderos, incluyendo animales sanos desde el punto de vista emocional.
  - Reducción de la incidencia de mordeduras de Perro, educación en tenencia responsable, aprender a reconocer a un animal



Finalmente, se debe considerar la normatividad reajustando leyes actuales en donde prevalezca la competencia del propietario, su educación y el manejo del canino en las mejores condiciones.

**Tema 5.** Reflexiones sobre Bioseguridad y Bioterrorismo en la Industria Pecuaria y Sistemas de Producción. Dr. José Isaías Muñoz Pineda. Colombia

El bioterrorismo es el uso de microorganismos como armas de efectos catastróficos que producen un impacto negativo, no solo físico sino también psicológico y económico,



que puede afectar humanos, animales y cultivos (Agroterrorismo). En este último sentido, la OIE, la FAO e INTERPOL están trabajando en un proyecto conjunto que se completará en 2021: “Consolidar la resiliencia frente al agroterrorismo y la agrocriminalidad”. La problemática se centra en dos aspectos importantes: carencia de información sólida en las políticas de salud pública para diseñar programas costo-efectivos que prevengan y mitiguen los ataques y segundo la mayoría de los países no cuentan con los protocolos de prevención y control. Desde épocas históricas se ha utilizado el bioterrorismo como una forma de doblegar comunidades o ganar guerras. Desde los Hititas en el siglo XIV a. de C. usando carneros infectados con tularemia y siendo el primer caso reportado al respecto hasta la actualidad en el año

2001 con el uso de cartas con ántrax en el que murieron 5 personas en EE. UU. Los tipos de armas biológicas a utilizar dependen del tipo de patógeno, la relación con su virulencia y la facilidad de transmisión, siendo a la fecha los agentes con mayor potencial de uso bioterrorista: Ántrax, peste, rickettsiosis, influenza aviar (H5N1), influenza porcina (H1N1), hepatitis A, tularemia, brucelosis, fiebre Q, viruela, encefalitis equinas, fiebres hemorrágicas, botulismo y hoy en día se teme que enfermedades como el Zika y el COVID-19 puedan hacer parte de esta lista.

### **Conclusiones:**

A pesar de que la Gestión del Riesgo en manejo de Emergencias y Desastres no es un concepto novedoso, existe una posibilidad de avance y fortalecimiento para el área de la Medicina Veterinaria desde las múltiples áreas de acción que involucra a esta profesión. Los componentes etológicos, de Salud Pública, de diagnóstico, epidemiología, y muchos más, juegan un papel relevante dentro del marco conceptual del abordaje integral de las emergencias y desastres.

Dado el aumento de fenómenos climáticos y a la vulnerabilidad que presentan algunos países por su ubicación geográfica y que son conducentes a la presentación de este tipo de escenarios, el requerimiento hacia la protección y bienestar humana y animal sigue siendo un factor de prelación para que mancomunadamente empecemos a generar acciones individuales y colectivas que conlleven a una mejora en la atención de este tipo de eventos.



### Recomendaciones:

Tal como lo menciona la OIE “Los servicios veterinarios Oficiales y los MV en ejercicio particular, deben estar preparados para emergencias y/o desastres, donde prevalezca el bienestar de los animales y la salud Pública”, por ello recomendamos:

- Capacitación continua de profesionales de la Salud animal en temas de Gestión de Riesgos (GDR) y escenarios de crisis.
- Contar con personal de salud Veterinaria, académica y técnicamente preparado y listo para acciones como respondedores en EYD (emergencias y Desastres)
- Fortalecimiento de las políticas de GDR (Gestión de Riesgos) a nivel Latinoamérica, involucrando entidades de carácter público y privado con el fin de establecer protocolos de acción coordinada local y Nacional.
- Generar redes de apoyo Nacionales que permitan respuestas rápidas y oportunas, en donde se pueda intervenir en los diferentes momentos de una emergencia o desastre.
- Caracterización de las principales zoonosis de impacto vistas en desastres e implementación de acciones encaminadas a su control, bajo los lineamientos de One Health.

**8 de julio de 2021.**

### **Evento 3. Agricultura familiar, Protección de Alimentos y Seguridad Alimentaria** **Moderadora: Inga. MSc. Claudia Calderón.**

#### **Tema 1. El Papel del Médico Veterinario en la Inocuidad y Seguridad Alimentaria.**

Ponente Dr. Víctor Manuel Acero Plazas, médico veterinario, Director de publicaciones seriadas y científicas- Asociación Nacional de Médicos Veterinarios en Colombia (AMEVEC). Grupo GRAVED.

Los médicos veterinarios cuentan con recomendaciones y lineamientos de la Organización Mundial de la Sanidad Animal (OIE) y de la Asociación Panamericana de Ciencias Veterinarias (PANVET) y la Federación Panamericana de Facultades y Escuelas de Ciencias Veterinarias, sobre las competencias profesionales en medicina veterinaria. Los médicos veterinarios están comprometidos a aumentar y mejorar la producción animal preservando la salud animal y humana.

Tres líneas prioritarias: 1) salud animal; 2) salud pública y; 3) producción animal.

1. **Salud Animal:** preservar la salud animal. Clínicas veterinarias, aplicar la sistemática médica en la prevención y tratamiento de las enfermedades y alteraciones de los animales domésticos.

2. **Salud Pública:** preservar la salud humana. Promoción de la salud humana mediante la aplicación de las ciencias veterinarias en: a) calidad e inocuidad de alimentos; b) higiene urbana veterinaria; c) protección ambiental; d) epidemiología; y e) medicina comparada

**3. Producción Animal:** aumentar y mejorar la producción animal. Alimentación y nutrición animal. a) Diseño de dietas, programas de alimentación para las especies productivas; b) Genética animal; c) administración de recursos para aumentar la productividad; d) reproducción animal; e) zootecnia.

Siendo específicos en el rol del médico veterinario en inocuidad y seguridad alimentaria, sus labores son amplias y pueden resumirse en actividades de Inspección, Vigilancia y Control (IVC) con un enfoque de riesgo.

1. Inspección: verificación por parte de la autoridad sanitaria, con el fin de verificar que cumpla con las condiciones sanitarias establecidas en la normatividad sanitaria vigente. En las etapas de preparación, inspección in situ, evaluación y emisión del concepto sanitario.
2. Vigilancia: corresponde al monitoreo u observación vigilante de los establecimientos y los productos, mediante acciones sistemáticas y constantes de captura, análisis, interpretación y divulgación de información. Incluye la información recolectada por la autoridad sanitaria en sus actividades y la que puede identificarse externamente.
3. Control: cuando se hace necesaria la intervención de la autoridad sanitaria, debido a la presentación de situaciones que pueden afectar la salud de la población identificadas durante la inspección o la vigilancia sanitarias. Corresponde a la aplicación de medidas sanitarias de seguridad y sanciones.

## **Tema 2. Delegación de Servicios Veterinarios y formación de competencias.**

Ponente Dra. Thelma Cecilia Marcos Escobar. Médico Veterinario, docente de gestión de calidad e inocuidad de los alimentos y enfermería en técnico enfermero veterinario de la Universidad de Galileo, Maestrante de Salud Pública Veterinaria, Universidad de Galileo, Guatemala.

Su ponencia destaca la presentación de la propuesta del “Modelo de Unidad de Salud Pública Veterinaria” para la operatividad de los Servicios Veterinarios Delegados, para la seguridad alimentaria, que permitan **garantizar la atención primaria, la calidad y la inocuidad desde la finca hasta el consumidor final**, con planes y programas operativos, para satisfacer las necesidades de los sectores agroindustriales cárnicos y lácteos.

Los objetivos específicos del Modelo son:

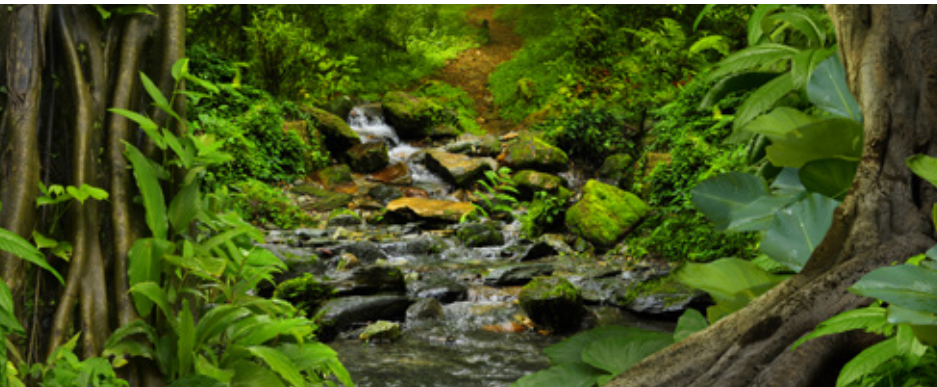
- i. Formar recursos humanos desde el nivel operativo, técnico y profesional para el fortalecimiento de la seguridad alimentaria nutricional del ser humano.
- ii. Atender a productores agropecuarios con servicios de asistencia técnica veterinaria en el campo de la ganadería, para el fomento y desarrollo de sistemas de producción integral.

Su metodología propone 3 fases:

- i. Fase 1: integración y formación de equipos profesionales
- ii. Fase 2: Servicios de diagnóstico veterinario







- iii. Fase 3: Propuesta de "Acuerdo Gubernativo del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA) en conjunto con el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social para la delegación de servicios veterinarios.

### Tema 3. Huertos familiares y presencia de zoonosis en la zona de Yucatán.

Ponente Dr. Enrique Reyes de México. Egresado de la Licenciatura en Biología en el Instituto Tecnológico Agropecuario No. 2, con estudios de Maestría y Doctorado en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Yucatán. Profesor-Investigado Titula C del Centro de Investigaciones Regionales "Dr. Hidey Noguchi" de la Universidad Autónoma de Yucatán, México.



La zoonosis es cualquier enfermedad o infección naturalmente transmisible de animales vertebrados a humanos (WHO, 2020).

Entre los organismos causantes de zoonosis se encuentran los priones, virus, bacterias, protozoarios, helmínticos, artrópodos. El 60% de las enfermedades infecciosas en humanos son causadas por animales.

Las formas de transmisión son diversas: por consumo de carne infectadas, contacto con fauna silvestre infectada, contaminación con fluidos o rasguños de mascotas, contacto con agua contaminada, inhalación en ambientes contaminados, piquetes de artrópodos, entre otros.

Los factores relacionados con la transmisión pueden asociarse a deforestación y cambios en el uso del suelo, comercio ilegal o poco regulado de vida silvestre, resistencia antimicrobiana, agricultura y ganadería intensivas, cambio climático.

Un factor determinante es el **Huerto Familiar Peridomiciliar** que hay alrededor de mi vivienda, que hay alrededor de mi huerto y de mi área de producción agropecuaria, todo el ambiente exterior de flora, fauna, humano y ambiente está relacionado con la zoonosis. La presencia de animales domesticados, animales silvestres, animales sinantrópicos, humanos y el clima que existe en la localidad, todos los factores se vinculan y tienen sus efectos de acuerdo a la forma de su interacción. Los cuerpos de agua, el pozo, el huerto, el semillero, las deposiciones de desechos y basuras.



El ponente junto con otros profesionales de la rama veterinaria han formado un equipo multidisciplinario que desarrollan acciones en pro del bienestar de la salud pública veterinaria, han realizado muchas publicaciones vinculadas con zoonosis para el área de Yucatán, entre las que pueden mencionarse temas generales como: a) mal de chagas; b) murciélagos y su vinculación con la transmisión de *Trypanosoma cruzi*; c) mamíferos sinantrópicos y la transmisión de enfermedades zoonóticas; d) evidencia de *Leptospira* spp. en sangre de perros.

La perspectiva deseada para mantener el equilibrio es el enfoque de ONE HEALTH.

#### **Tema 4. Zoonosis alimentarias de mayor relevancia en Salud Pública.** Ponente Dr. José

Isaías Muñoz Pineda de Colombia, quien es Médico Veterinario, Epidemiólogo, forma parte del Grupo GRAVED de Colombia.

La ponencia se centró en las enfermedades transmitidas por alimentos (ETAs), causadas por peligros microbiológicos ya que constituyen un problema de salud pública importante y creciente, en las últimas décadas ha habido aumentos significativos en la incidencia de enfermedades originadas por microorganismos en los alimentos.

En varios países de Latinoamérica poco se conoce de la prevalencia real de estos microorganismos, debido al poco estudio sobre estos y su diagnóstico en humanos.

Entre las enfermedades transmitidas por alimentos (ETAs) de mayor impacto están:

1. *Campylobacteriosis*, es una bacteria Gram negativa, en forma de espiral, con más de veinte especies descritas (Gañan 2012), reservorio de diferentes especies animales silvestres y domésticas. Las aves son un foco reservorio. Es una de las cuatro principales causas mundiales de enfermedad diarreica y está considerada como la causa bacteriana más frecuente de gastroenteritis en el mundo. El calor y la cocción a fondo de los alimentos matan las diferentes especies de *Campylobacter*.
2. *Listeriosis*, es una enfermedad transmitida por alimentos, en algunos casos es grave, con tasas de letalidad entre el 20 y 30%, comparadas con las de otros microorganismos patógenos transmitidos por alimentos.

3. Shigelosis, es un patógeno de transmisión frecuente entre seres humanos, invade la mucosa intestinal, causa disentería, siendo frecuente la diarrea acuosa, sobre todo, en lactantes. Casuística en niños de 1 a 4 años, principalmente en climas cálidos.
4. Salmonelosis, se estima que afecta por año a millones de personas de todo el mundo y provoca más de cien mil muertes. Hasta el presente se han identificado más de 2500 cepas diferentes. Es una bacteria omnipresente y resistente que puede sobrevivir varias semanas en un entorno seco y varios meses en agua.
5. Colibacilosis, es la *Escherichia coli*, es la especie bacteriana más común de la microbiota intestinal. Se presenta como un comensal del intestino humano, pocas horas después del nacimiento. Existen varios patotipos de *E. coli* implicados en un amplio espectro de enfermedades, agrupados en tres síndromes clínicos.
6. *Staphylococcus*, es un microorganismo que se encuentra frecuentemente en alimentos crudos o cocidos de origen animal (sobre todo aquellos que requieren manipulación directa).
7. Prevención y control de ETAs: Se recomienda implementar buenas prácticas de higiene en todo momento y a lo largo de la cadena de los alimentos desde la producción, transformación, envasado, conservación, empaque, transporte, comercialización y consumo.

### Conclusiones:

La jornada 3, titulada: **“Agricultura familiar, Protección de Alimentos y Seguridad Alimentaria”** fue un tema muy bien abordado por los ponentes quienes son expertos en cada uno de los temas liderados, representantes de las Universidades de Yucatán, México, Galileo, Guatemala y grupo GRAVED, Colombia

La ponencia sobre “El Papel del Médico Veterinario en la Inocuidad y Seguridad Alimentaria” detalla claramente que son muchas los lineamientos y recomendaciones que tienen los profesionales médicos veterinarios para contribuir con la inocuidad y seguridad alimentaria de los humanos, sobre todo en la inspección, vigilancia y control de alimentos. Para el caso de Colombia y muchos países de Latinoamérica estos roles y lineamientos están regulados por organismos internacionales y nacionales como la Organización Mundial de la Sanidad Animal (OIE) y la Asociación Panamericana de Ciencias Veterinarias (PANVET).

La ponencia sobre la “Delegación de Servicios Veterinarios y formación de competencias” destaca que aún hay mucho por hacer en Guatemala vinculado con la labor de los médicos veterinarios y se propone la creación de un “Modelo de Unidad de Salud Pública Veterinaria” para la operatividad de los Servicios Veterinarios Delegados, para la seguridad alimentaria, que permitan garantizar la atención primaria, la calidad y la inocuidad desde la finca hasta el consumidor final, con planes y programas operativos, para satisfacer las necesidades de los sectores agroindustriales cárnicos y lácteos.

La tercera ponencia titulada “Huertos familiares y presencia de zoonosis en la zona de Yucatán” deja claro que el medio en donde se desarrollan los humanos, los animales domésticos, animales silvestres, animales sinantrópicos, tiene la posibilidad de vincularse y de convivir en un momento dado, es importante saber que hay alrededor del huerto, de la vivienda, del área de producción agropecuario, todo puede relacionarse y causar dos efectos un desequilibrio y/o un equilibrio si se vive con el concepto de One Health.

La última ponencia titulada “Zoonosis alimentarias de mayor relevancia en Salud Pública” evidencia que existen a nivel mundial enfermedades transmitidas por alimentos en donde mucho de los causantes son patógenos que pueden tener de hospederos a animales silvestres, domesticados y a humanos. Entre las principales enfermedades destacan las causadas por bacterias que pueden originar grandes problemas de salud a distintos grupos etarios, siendo algunas más dañinas en niños y ancianos.

Recomendaciones: entre las recomendaciones que deben seguirse de acuerdo con lo indicado por los participantes es disponer de un certificado de participación y el traslado de las ponencias para que las personas puedan acceder a las mismas.

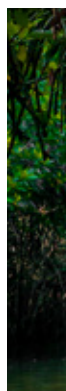
Se cierra la sesión de la tercera jornada del Encuentro de manera exitosa con la participación de todos los ponentes invitados a la jornada, con la colaboración de los asistentes en el desarrollo de preguntas, comentarios y felicitación hacia los ponentes, sus presentaciones y a los organizadores del evento.

#### **Evento 4. Sociedad civil y políticas públicas en ambiente y salud.**

**Moderador: Dr. Hugo Ruiz. Horario: 14:30 a 18:00 horas.**

**Tema 1. Educación en salud, atención primaria y prevención de enfermedades en comunidades.** MSc. Margarita Zarco de Proyectos Sociales de la Universidad de Yucatán.

La maestra Margarita Zarco inició su participación haciendo una reseña del Modelo de Responsabilidad Social que promueve la Universidad Autónoma de Yucatán, enfatizando su impacto en el contexto, social, económico y ambiental de la sociedad yucateca. Describió que el objetivo de la Unidad de Proyectos Sociales, que actualmente encabeza, es “desarrollar proyectos sociales en comunidades de aprendizaje, para generar conocimientos y soluciones a problemáticas significativas de la población del estado de Yucatán, en una perspectiva de interculturalidad al tiempo que coadyuva a la formación profesional y ciudadana de los estudiantes y profesores, reforzando el valor de la educación como un servicio solidario”. Como parte de su experiencia adquirida, hizo una breve reseña de las características intrínsecas de la población Maya, como se perciben a sí mismos y como la perciben los diferentes sectores de la sociedad. Dejó muy en claro la riqueza cultural, valores y saberes de la población maya y que contrasta drásticamente con las condiciones en las que actualmente viven como la extrema pobreza, marginación y desigualdad. Por ello, la Universidad Autónoma de Yucatán aborda esta problemática desde una perspectiva integral generando espacios de concertación donde confluyen actores comunitarios y universitarios para trabajar en conjunto en proyectos consensuados, posibilitando la generación de conocimientos transdisciplinarios que integran los conocimientos científicos y los







saberes tradicionales, para ponerlos al servicio de las comunidades en la atención de necesidades y problemáticas significativas para ellas, lo que ha permitido el desarrollo de espacios de aprendizaje intercultural. Como resultado de esta iniciativa, se han desarrollado proyectos de investigación en salud, si bien no desde un enfoque One Health pero abarcando diferentes disciplinas sociales, culturales y económicas, que permitan la atención y solución de sus principales problemas sanitarios. Bajo este programa y en el marco de la salud integral, se han realizado 18 proyectos de investigación que abarcan 13 municipios y 23 localidades de la región yucateca, mismos en los que se han involucrado 154 profesores e investigadores, 493 estudiantes y 3166 actores comunitarios. Las temáticas de los proyectos desarrollados con este enfoque integral abarcan aspectos de difusión, educación y prevención de enfermedades gastrointestinales, enfermedades transmitidas por vectores como la Enfermedad de Chagas y la Leishmaniosis, entre otros.



### Conclusiones:

**La Maestra Zarco** nos compartió que sus principales logros han sido:

- Ampliación de la presencia de universitarios en procesos de gestión social del conocimiento.
- Generación, aplicación y uso de múltiples programas, modelos, infraestructura, materiales educativos, construidos de manera intercultural.
- Los tres integrantes de la Comunidad de Aprendizaje se ven fortalecidos en procesos de desarrollo humano.

### Los principales retos para son:

1. Para las comunidades:
  - Consolidar procesos de aprendizaje y gestión
2. Para la Universidad:
  - Ampliar la estructura institucional que favorezca las actividades en RSU.



- Sistematización de los procesos
- Evaluación de los resultados, efectos e impactos
- Difusión de resultados
- Procesos de formación para el trabajo de investigación multi, inter y transdisciplinario, interculturalidad, diálogo de saberes, GSC y IAP, Innovación social.

### **Tema 2. Enfermería Veterinaria. La experiencia de la formación técnica en Guatemala y México.**

MS. Carmelina Sarno Riccio. Facultad MVZ, Universidad Autónoma de Tamaulipas, México. – FMVZ - México.

Como introducción a su ponencia, la maestra Carmelina Sarno Riccio nos compartió algunos datos importantes sobre la historia y la conformación de la Universidad Autónoma de Tamaulipas, particularmente de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia la cual se fundó en octubre de 1957, por el Dr. Norberto Treviño Zapata, entonces Gobernador de Tamaulipas y siendo rector el Lic. Roberto Elizondo Villarreal. Posteriormente, se hizo énfasis en la labor del Médico Veterinario en la sociedad y los retos que actualmente enfrenta y la necesidad de contar con asistentes calificados que le permitan garantizar la atención en salud de calidad para sus pacientes.

Posteriormente, la temática se centró en la educación y formación técnica profesional, misma que se señala como “un factor relevante para el desarrollo de los países, en tanto aumenta la competitividad y favorece el desarrollo de la estructura productiva”.

Por ello, la maestra Sarno propone la formación del Técnico en Enfermería Veterinaria, el cual como parte de su formación podrá:

- asistir y apoyar los procedimientos médicos
- tener como responsabilidad la educación de la ciudadanía, cuidado de pacientes a través de la práctica de enfermería
- apoyar en las intervenciones quirúrgicas
- ejercer en el área productiva
- controlar la nutrición y alimentación
- contribuir en el mantenimiento sanitario y reproductivo animal
- prestar colaboración en el control de la higiene ambiental, control de plagas, inspección y control plagas.

Como áreas de oportunidad del Técnico en Enfermería Veterinaria, se enfatizó la salud animal, salud pública y producción animal, particularmente en Adiestramiento Canino, Nutrición y Dietética Veterinaria o Peluquería y Estética Canina. Como áreas de especialización se proponen especialista de animales de zoológico, ganadería, cuidado de caballos, animales exóticos, experto en animales de granja, cetáceos y animales marinos auxiliar especialista en rehabilitación de animales. Respecto a la relevancia de la formación de estos profesionales en la medicina veterinaria, la maestra Sarno señaló los programas educativos con esta formación que se ofrecen en diversas universidades de países europeos y latinoamericanos, ya que tristemente en México ninguna institución educativa tiene actualmente el interés en ofertarla. Como parte del cierre de la ponencia, se enlistaron competencias profesionales y laborales que se pueden alcanzar con esta opción profesional, así como las principales debilidades y fortalezas, entre las cuales se encuentran:

- Interés por cursar la carrera en Técnico Superior en Enfermería Veterinaria 56.7%
- Oferta laboral el 60% con buenas oportunidades, mientras el 40% no es tan satisfactorio por el bajo salario y por la situación económica actual.
- El 70% la recomienda mientras el 30% no la recomienda por los bajos salarios, la carga de trabajo, falta de oportunidades de mejora.
- El 90.90% de los MVZ consideran una necesidad, el restante 9.10 % no está de acuerdo porque considera que podrían sufrir usurpación de profesión.

Finalmente, mencionó que uno de los principales beneficios de los egresados es que contarán con oportunidades laborales y profesionales de acuerdo con sus necesidades y aspiraciones bajo las directrices de los órganos acreditadores en el área de las Ciencias Veterinarias hacia Una Sola Salud.

### **Evento 5. Cierre: “Agencias de cooperación y vínculos institucionales”**

**Moderador: Dr. Leopoldo Estol.**

**Evento 5.** denominado “**Agencias de cooperación y vínculos institucionales**”, se realizó el 9 de julio de 2021, siendo moderado por el Dr. Leopoldo Estol, Profesor de Bienestar Animal de la Escuela de Salud Pública Veterinaria, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Galileo de Guatemala. Los temas fueron:

**Tema 1. “Servicios Veterinarios y Gestión de Riesgos con Enfoque de Una Salud”**, por la Dra. Sacha Trelles Zárata, Médica Veterinaria, MSc. en Epidemiología y Medicina Preventiva, especialista en Sanidad Agropecuaria e Inocuidad de los Alimentos del IICA - Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura- desde el 2009, donde es actualmente Coordinadora Técnica.

La Dra. Trelles visibilizó el aporte del sector pecuario a la seguridad alimentaria, la productividad y el comercio internacional, con los retos que enfrenta actualmente tanto en sectores urbanos como rurales.



Describió el grado de exposición del sector a diversos fenómenos adversos que pueden convertirse en desastres y la necesidad que los servicios veterinarios tengan la preparación adecuada para hacer frente a dichas situaciones, condición vertebral para garantizar un desarrollo sostenible.

Finalizó recomendando la necesidad de concientizar en forma amplia a la sociedad sobre el concepto Una Sola Salud, fortaleciendo la vinculación entre las entidades vinculadas al tema y, en forma concreta, buscando la visibilización (hoy quizás escasa) de los servicios veterinarios oficiales en los altos niveles de decisión y ejecución de políticas agropecuarias.

Entre las herramientas sugeridas, destacó la necesaria articulación con sectores académicos para reducir la dificultad de acceso a las innovaciones en el ámbito tecnológico; la necesidad de incorporar específicamente el concepto Una Salud y la Buenas Prácticas Pecuarias, del enfoque holístico y el desarrollo sostenible en el currículo educativo de grado de las carreras del sector.

**Tema 2. “El estado del arte en ONE HEALTH y los Servicios Veterinarios Nacionales”**, presentado por el Dr. Juan Carrascal, Médico Veterinario Zootecnista, Especialista en Docencia Universitaria. Especialista en Bienestar Animal y Etología, Magíster y Doctor en Medicina Profesor Titular. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Coordinador de la Red One Health Colombia. Miembro. Red One Health Latinoamérica-Ibero y el Caribe – OHLAIC.

Con aportes de la Dra. Christina Pettan-Brewer, Médica Veterinaria, Directora Asociada en el Departamento de Medicina Comparada, Facultad de Medicina y Profesora en la Facultad de Medicina de la Universidad de Washington, EEUU; Embajadora de Una Salud ante el Programa Fulbright. Líder y cofundadora de la Red One Health Latinoamérica-Ibero y el Caribe – OHLAIC.

Luego de un breve repaso general sobre el concepto de Una Salud, el Dr. Juan Carrascal enfatizó que así “protegemos nuestro futuro”, mostrando diversos matices de la íntima vinculación de la lucha contra las zoonosis, enfermedades emergentes y reemergentes, sus efectos sobre los sistemas de la fauna, en línea con la aparición de “los cuatro jinetes del apocalipsis faunístico por efecto antrópico”.

Resaltó la pertinencia del concepto Una Salud el diagnóstico y la proyección realizado por PANVET en el “Perfil del Veterinario Latinoamericano al 2030” en el contexto económico, social y productivo en el Caribe y América Latina, los documentos de la Organización Mundial de Salud Animal (OIE) y mostró la integración de la red Red One Health Latinoamérica-Ibero y el Caribe – OHLAIC los países con sus miembros, la red de organizaciones internacionales asociadas.

Como conclusión, se propone un cambio en el paradigma comportamental de EGO a ECO, para resolver los actuales problemas de salud que afectan al hombre, los animales y al ambiente, describiendo los fundamentos de dicha propuesta.







### **Tema 3 “Experiencias de la Agencia de Atención Animal de la Ciudad de México, 2018-2019”,**

por la Dra. Sandra Hernández, Médica Veterinaria Zootecnista, Maestra en Ciencias, Doctora en Ciencias Biomédicas; actualmente Profesora en la Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Autónoma de Tamaulipas, México, Miembro. Red One Health Latinoamérica-Ibero y el Caribe – OHLAIC.

La Dra. Sandra Hernández describió la visión, las misiones y funciones de la citada agencia, el marco normativo, la estructura funcional de la misma, las acciones realizadas, todo ilustrado por valiosas estadísticas e imágenes muy ilustrativas.

Se destacó el análisis de los datos que permitieron establecer los problemas que afectan el bienestar animal de los caninos dentro de la comercialización de estos y el posible origen de los mismos y las ventajas del Registro creado para estos animales.

Fue muy interesante la propuesta para calidad de vida y el retiro digno de los équidos de trabajo y servicio, el manual de atención de animales en desastres con las líneas de acción institucional coordinadas, las acciones sobre colonias de gatos ferales en ámbito urbano, la gestión del maltrato y la crueldad con animales.

Muestra un detalle indispensable y que no se usa en los mecanismos de adopción como obligatorio: el médico veterinario formado como étólogo para evaluar si un animal es o no apto para adopción. Un detalle no menor, que debe ser una rutina, y no lo es en otros países.

### **Tema 4 “Servicios Veterinarios y Gestión de Riesgos con Enfoque de Una Salud”,**

por la Dra. Macarena Vidal, Médica Veterinaria y Magíster en Educación en Ciencias de la Salud. Actualmente Decana de la Facultad de Ciencias y ex Directora de la Escuela de Medicina Veterinaria de la Universidad Mayor, Chile; Presidente de la Asociación Panamericana de Ciencias Veterinarias (PANVET) y representante ante la Organización de Sanidad Animal Mundial (OIE) y la Asociación Mundial Veterinaria.

La Dra. Vidal describió el análisis de riesgo como parte de una planificación institucional que crea valor en las organizaciones; la medicina veterinaria, dentro de un marco





intersectorial, mostró en la pandemia del SARS-COV2 la importancia de sus acciones manteniendo, entre múltiples acciones, la seguridad sobre inocuidad de alimentos de origen animal. Mostró el trabajo que se realizó dentro del Plan Estratégico 2016-2020 de la OIE y el funcionamiento del marco genérico de evaluación de riesgos.

Concluye la necesidad de formar profesionales veterinarios con un enfoque holístico, hábiles para realizar, ante los desafíos de Siglo XXI, un análisis de riesgos con una visión integrada al concepto de Una Salud así es recomendado en los foros mundiales por la FAO y la OMS.

La prospectiva profesional del veterinario en este siglo tiene a la gestión de riesgo, por sí misma, como un “nicho” profesional integrador de valor transversal para los profesionales sanitarios, más allá de las áreas tradicionales de producción pecuaria, llegando a la gestión comercial, los laboratorios de diagnóstico y diversos destinos oficiales y privados. Este es un desafío que, el profesional, hoy, debe enfrentar.

Documento conteniendo el resumen ejecutivo de los 5 eventos realizados en el marco del **2º. Encuentro Internacional Académico Multidisciplinario de Salud Pública Veterinaria con Enfoque One Health**, se realizó del 7 al 9 de julio de 2021, en el marco de la Red Latinoamericana, Caribe e Iberoamericana One Health.

**Documento consolidado por:**

Dra. Gloria Alcázar de GRAVED Colombia, Ing. MS. Claudia Calderón del IICA Guatemala, el Dr. Leopoldo Estol académico, docente e investigador de la Escuela de Salud Pública Veterinaria Facultad de Ciencias de la Salud radico en Buenos Aires Argentina, el Dr. Hugo Ruiz Piña de Universidad de Yucatán México y el Dr. Marco Tulio Cueva López, Coordinador Académico del evento. Guatemala, 25 de agosto de 2021.

**Redacción y estilo:**

- Dr. Leopoldo Estol
- Dr. Víctor Manuel Acero Plazas

**Diseño y diagramación:**

- MSc. Shericka Aldana  
Directora de Imagen Pública  
Universidad Galileo Guatemala.

**Transcripción:**

- Licda. Olga Herrera de Divas.

**2**  
**DO.**

ENCUENTRO  
INTERNACIONAL  
ACADÉMICO  
MULTIDISCIPLINARIO  
DE SALUD PÚBLICA  
VETERINARIA

**ENFOQUE  
ONE HEALTH**



La *Revista Ciencias Agropecuarias* (RCA) es una publicación de carácter científico editada desde la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Cundinamarca de Colombia, que publica virtualmente con una periodicidad de un número semestral (cortes en junio y diciembre) y circula en los ámbitos nacional e internacional. La RCA está orientada a divulgar investigaciones entre la comunidad académica y científica local y extranjera, en áreas de interés de las ciencias agropecuarias y relacionadas tales como: ciencia animal y zootecnia, agronomía, ciencias ambientales, ciencias biológicas aplicadas a la producción, geociencias y cartografía, economía y administración de empresas agropecuarias, medicina veterinaria, ingeniería agroindustrial e ingeniería de alimentos.

El proceso editorial en la RCA depende del concepto de un mínimo de dos evaluadores o pares expertos en el área (revisión por par doble ciego) y cuya decisión final corresponde al Comité Editorial de la revista. Los artículos se someten a una segunda revisión editorial, de acuerdo con los ajustes o las recomendaciones de los pares para asegurar la calidad del contenido.

El acceso y la publicación en la RCA no tiene ningún costo ni para autores ni para lectores y el contenido se administra con una licencia Creative Commons que permite a los autores usar las publicaciones protegidas por derechos de autor sin solicitar el permiso a los autores de estas.

Todo el contenido queda disponible sin restricción a través de la plataforma Open Journal System (OPJ).



[http://revistas.ucundinamarca.edu.co/index.php/Ciencias\\_agropecuarias/index](http://revistas.ucundinamarca.edu.co/index.php/Ciencias_agropecuarias/index)

<https://doi.org/10.36436/issn.2422-3484>

ISSNe: 2422-3484



## Tipos de artículos:

**Artículo editorial:** se pueden publicar para emitir un juicio crítico sobre un hecho en los sectores agrícola o ambiental de dominio público. Además, para comentar brevemente los resultados de un estudio publicado en la revista o discusión de los resultados de un estudio, señalando defectos metodológicos o de interpretación de resultados de un trabajo recientemente publicado en el área del experto.

**Artículos de investigación originales:** que presenten resultados originales que son producto de proyectos, trabajos de grado, tesis u otros. Normalmente separados en introducción, materiales y métodos, resultados y discusión.

**Artículos de revisión:** contienen un estado del arte o perspectiva en un tema de interés escrito por autores expertos o que han publicado artículos originales relacionados al tema. Se discuten los hallazgos de los autores citados y se ponen en contexto con los aportes propios. Los artículos de revisión deben contener al menos 50 referencias y de estas el 60 % debe ser de los últimos cinco años para considerar que realmente es una actualización en un asunto de interés para nuestros lectores.

**Reportes de caso:** corresponde a un estudio de caso que se caracteriza por su novedad y forma en que se aborda su manejo. Se incluyen problemas asociados a las prácticas agrícolas como, por ejemplo, efectos adversos a plaguicidas o insumos agrícolas.

**Comunicaciones cortas:** se incluyen notas técnicas que describen nuevos métodos o protocolos aplicados al abordaje de temáticas en las ciencias agropecuarias. También un reporte corto con resultados preliminares de una investigación.

**Artículos de reflexión:** son reflexiones en formato ensayo de un experto acerca de un tópico o problema en particular.

**Reportes de caso:** son casos de estudio veterinario, ambiental o social que impactan el sector productivo o el ambiente en general.

**Memorias de eventos:** contienen el compendio de resúmenes producto de eventos científicos como simposios, encuentros, congresos, etc.

**Contribuciones culturales:** son invitaciones a eventos o temas asociados a comunidades del sector agrícola.

Es indispensable cumplir con las siguientes condiciones:

Remisión del manuscrito

El manuscrito debe enviarse a través de nuestra plataforma OPJ de la Revista Ciencias Agropecuarias disponible en: [http://revistas.ucundinamarca.edu.co/index.php/Ciencias\\_agropecuarias/index](http://revistas.ucundinamarca.edu.co/index.php/Ciencias_agropecuarias/index)

[OPEN JOURNAL SYSTEMS](#)

[Servicio de ayuda de la revista](#)

USUARIO/A

Nombre de   
 usuario/a   
 Contraseña

No cerrar sesión

Se debe dar clic en login y suscribirse como usuario por primera vez.

NOTIFICACIONES

- [Vista](#)
- [Suscribirse](#)

Posteriormente, el autor principal (o autor de correspondencia) debe proveer todos sus datos que incluyen su ORCID (<https://orcid.org/>). Se asume que el autor principal o de correspondencia representa e incluye a todos los autores y que todos han aceptado y revisado la versión final del manuscrito.

Una vez registrado, el autor deberá seleccionar: Empezar un nuevo envío, para ir al primer paso que constituye el proceso de envío en solo cinco pasos.

Luego, registrar e incluir los detalles de afiliación de los demás coautores de la publicación para enviar.

Incluir el resumen y las palabras clave. Para lo anterior, se recomienda incluir descriptores del Tesoro de la Unesco: (<http://vocabularies.unesco.org/browser/thesaurus/es/>) o DeCS (<http://decs.bvs.br/E/homepagee.htm>).

Finalmente, se debe cargar el manuscrito en formato Word (.doc) con las tablas al final del texto (o como archivos separados) y con las figuras

como archivos separados. Se recomienda que la extensión máxima del manuscrito sea de 25 páginas. Cualquier inquietud al respecto, por favor escribir a: [revistacienciasagropecuarias@ucundinamarca.edu.co](mailto:revistacienciasagropecuarias@ucundinamarca.edu.co)

## Estilo y forma del manuscrito

Debe ser claro y conciso, escrito a doble espacio, con fuente Arial de tamaño 11. Las páginas deben numerarse en el lado derecho inferior. Se debe presentar en el siguiente orden:

### Título (en inglés y español)

Debe ser comprensible y breve, preferiblemente que no exceda de 140 caracteres, incluyendo espacios, signos de puntuación y nombres científicos.

### Autores

En la línea siguiente al título se indicarán el/los autor(es) así: los nombres completos y primer apellido. Se debe indicar la afiliación institucional (universidad, facultad, instituto, departamento, sede, área, etc.) de cada uno de los autores. No debe incluirse su título académico (M. C, Ph. D., etc.). Se debe incluir un autor de correspondencia que debe contener información del autor: dirección postal o electrónica.

### Resumen

Los artículos deben incluir un resumen (en español y en inglés) de no más de 250 palabras. En el resumen se hará constar los propósitos del estudio o la investigación, procedimientos básicos (selección de los sujetos del estudio o animales de laboratorio; métodos de observación y de análisis), hallazgos más importantes (con información específica o datos y su significación estadística, siempre que sea posible) y las conclusiones principales. Deberán destacarse las observaciones y los aspectos más novedosos y relevantes del estudio. Se recomienda que el abstract sea revisado por una persona que maneje la segunda lengua, de modo que no sea una traducción en línea.

### Palabras clave

Deben presentarse en inglés y español, y deben ser máximo cinco (5) palabras. Se aconseja incluir descriptores del Tesoro de la Unesco (<http://vocabularies.unesco.org/browser/thesaurus/es/>) o DeCS (<http://decs.bvs.br/E/homepagee.htm>).



## Introducción

Debe ser corta y esclarecer la naturaleza del problema de investigación estudiado con su correspondiente sustento teórico. Debe considerar la(s) hipótesis del trabajo, con citas bibliográficas específicas y estrictamente oportunas, y finalizar con los objetivos de la investigación resumiendo sus hallazgos.

## Materiales y métodos

Deben describir en detalle los materiales, métodos, aparatos de procedimiento experimental y métodos estadísticos, para permitir a otros autores reproducir los resultados. Esta sección se puede organizar con subtítulos, según sea conveniente. Asimismo, se deberá utilizar el sistema internacional de unidades (los ítems para ser considerados deben ajustarse a la naturaleza de la investigación). Se pueden incluir referencias para describir métodos, sin necesidad de transcribir o copiar protocolos. Finalmente, se debe describir el análisis estadístico con detalle suficiente como para permitir a los lectores el acceso a la información original y la verificación de los resultados. Siempre que sea posible, se cuantificarán y presentarán los hallazgos con indicación apropiada del margen de error o la fiabilidad (como por ejemplo los intervalos de confianza). Hay que evitar apoyarse solo en las pruebas de hipótesis estadísticas, como el uso de valores “p”, puesto que omite información cuantitativa importante. Hay que justificar la elección de los sujetos que participan en la investigación, detallar la aleatorización, informar sobre las posibles complicaciones de la intervención, número de observaciones y pérdida de sujetos (tales como las bajas en un ensayo clínico). Siempre que sea posible, las referencias sobre el diseño del estudio y los métodos estadísticos serán de trabajos vigentes, indicando el número de las páginas, mejor que de los originales donde se describieron por primera vez. También se deben referenciar los programas informáticos empleados.

## Resultados

Se enunciarán en orden lógico. Los datos experimentales deben ser presentados breves y concisamente, y se debe evitar repetir información presentada en tablas y figuras. Las leyendas de tablas y figuras se incluyen al final, separando los archivos de las respectivas tablas y figuras.

## Discusión

Debe estar enfocada hacia la interpretación de los hallazgos experimentales. No se deben repetir literalmente los datos presentados en la introducción o información dada en los resultados. Debe incluir una síntesis de la confrontación de los datos obtenidos con la literatura más reciente. Asimismo, los resultados y la discusión deben presentarse de forma separada.

## Conclusiones

Deben basarse solamente en los datos presentados en el trabajo de investigación, repasar los aportes principales del proyecto y ser separados como párrafos independientes. Se debe describir las futuras perspectivas del proyecto de investigación o resaltar la contribución original y la importancia del trabajo publicado. Se recomienda no reproducir los mismos conceptos descritos en el resumen.

## Agradecimientos

Son opcionales. Usualmente se agradece a la(s) entidad(es) que financian o apoyan el proyecto de investigación, a los colegas que revisaron, contribuyeron en su ejecución o verificaron el manuscrito, o incluso a quien lo tradujo (en caso de ser publicado en otro idioma). Además, se debe mencionar las empresas que se contrataron para algún servicio o tuvieron una contribución indirecta.

## Nota

Los artículos en revisión (estado del arte) tienen el formato regular establecido para cualquier revisión, pero se debe cumplir estrictamente con las normas de citación de la revista. No hay límite en el número de referencias bibliográficas.

## Referencias

Las referencias se enumerarán en el escrito de manera correlativa, según el orden en el que aparecen por primera vez en el texto. Se deben ubicar en orden alfabético y enumerado, evitando la enumeración automática. Se identificarán en el texto, en las tablas y en las leyendas mediante números arábigos entre paréntesis. Las referencias que se citan solo en las tablas o en las leyendas de las figuras se enumerarán de acuerdo con el orden establecido por la primera identificación en el texto de cada tabla o figura.

El estilo de las referencias es el formato Vancouver.

## Tablas

Los autores deben estar conscientes de las limitaciones de tamaño de la revista. Por tal motivo, se debe evitar presentar tablas extensas. Si hay muchos datos en una sola tabla, se recomienda dividirla en dos o más tablas. Las tablas deben incluirse al final del manuscrito o en un archivo separado en formato Excel (.xls). Deben enumerarse en forma consecutiva en el texto. El manuscrito debe incluir referencias de todas las tablas presentadas. Cada tabla debe tener un título corto y explicativo que se debe ubicar en la parte superior de la tabla. No deben utilizarse líneas verticales para separar las columnas. Por consiguiente,

debe dejarse suficiente espacio entre ellas. Cualquier explicación esencial para el entendimiento de la tabla debe presentarse como una nota al final de la tabla. Los encabezamientos de las columnas deben ser breves, pero suficientemente explicativos.

## Figuras

Todos los gráficos o las fotografías se deben incluir como archivos separados. Todo debe de referenciarse en el artículo. Recuerde que la calidad de los gráficos, las fotografías y tablas debe ser en alta resolución (300 dpi) y en formatos .jpg, .tiff o .bmp y anexarse como archivos separados.

## Política antiplagio

Para asegurar la originalidad de los manuscritos, la revista emite un concepto basado en el programa Turnitin.

## Open Access y costos

Todos los artículos son de libre acceso para autores y lectores. La *Revista Ciencias Agropecuarias* (RCA) no cobra por revisión, publicación o lectura.

## Inquietudes

Enviarlas al correo: [revistacienciasagropecuarias@ucundinamarca.edu.co](mailto:revistacienciasagropecuarias@ucundinamarca.edu.co)



UDEC  
UNIVERSIDAD DE  
CUNDINAMARCA

[www.ucundinamarca.edu.co](http://www.ucundinamarca.edu.co)

 Universidad  
de cundinamarca

 ucundinamarcaoficial

 @ucundinamarca

 UCUNDINAMARCATV



CO-SC-CER355037



SC-CER355037

Vigilada MinEducación