

# CIENCIAS AGRARIAS:

## ESTUDIOS SISTEMÁTICOS E INVESTIGACIÓN AVANZADA

---

RAISSA RACHEL SALUSTRIANO DA SILVA-MATOS  
DEUCLEITON JARDIM AMORIM | FABIÓLA LUZIA DE SOUSA SILVA  
(ORGANIZADORES)

# CIENCIAS AGRARIAS:

## ESTUDIOS SISTEMÁTICOS E INVESTIGACIÓN AVANZADA

---

RAISSA RACHEL SALUSTRIANO DA SILVA-MATOS  
DEUCLEITON JARDIM AMORIM | FABIÓLA LUZIA DE SOUSA SILVA  
(ORGANIZADORES)

**Editora chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Editora executiva**

Natalia Oliveira

**Assistente editorial**

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto gráfico**

Bruno Oliveira

Camila Alves de Cremona

Luiza Alves Batista

**Imagens da capa**

iStock

**Edição de arte**

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena

Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena

Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

**Conselho Editorial**

**Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano

Profª Drª Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras

Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Universidade do Estado de Mato Grosso

Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará

Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria

Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia  
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Dr. Edevaldo de Castro Monteiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Renato Jaqueto Goes – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas



## Ciências agrárias: estudos sistemáticos e investigação avançada

**Diagramação:** Camila Alves de Cremona  
**Correção:** Maiara Ferreira  
**Indexação:** Amanda Kelly da Costa Veiga  
**Revisão:** Os autores  
**Organizadores:** Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos  
 Deucleiton Jardim Amorim  
 Fabíola Luzia de Sousa Silva

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)	
C569	<p>Ciências agrárias: estudos sistemáticos e investigação avançada / Organizadores Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos, Deucleiton Jardim Amorim, Fabíola Luzia de Sousa Silva. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.</p> <p>Formato: PDF            Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader            Modo de acesso: World Wide Web            Inclui bibliografia            ISBN 978-65-258-0844-4            DOI: <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.444220812">https://doi.org/10.22533/at.ed.444220812</a></p> <p>1. Ciências agrárias. I. Silva-Matos, Raissa Rachel Salustriano da (Organizador). II. Amorim, Deucleiton Jardim (Organizador). III. Silva, Fabíola Luzia de Sousa (Organizador). IV. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDD 630</p>
Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166	

**Atena Editora**  
 Ponta Grossa – Paraná – Brasil  
 Telefone: +55 (42) 3323-5493  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)

## DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

## DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

As ciências agrárias despontam todos os dias com grande valor para sociedade, tendo em vista seus frutos sociais e econômicos, gerados com muito esforço, movimentando uma cadeia que alcança todos os “níveis tróficos” do conhecimento. É assim que apresentamos com muito prazer aos estudantes, profissionais das ciências agrárias e técnicos a primeira edição da obra intitulada “Ciencias agrarias: estudos sistemáticos e investigación avanzada”.

Para apresentar os leitores com conhecimentos valiosos reunimos nesta obra informações de pesquisas de alto impacto, que sem dúvida trarão novos olhares e, principalmente, novas sugestões de pesquisas, baseadas na visão investigativa e crítica de métodos e resultados.

Esperamos que esta primeira edição contribua para o entendimento dos conceitos fundamentos da sistematicidade de estudos nas ciências agrárias e estimule os leitores a interessarem-se mais por esta área tão eclética, dinâmica, fascinante, desafiadora e outras tantas características que sem dúvida apaixonam quem entra, seja nos menores detalhes ou nos mais amplos que se possa compreender lendo esta obra.

Prezados (as) leitores uma excelente leitura!

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos

Deucleiton Jardim Amorim


Fabíola Luzia de Sousa Silva



**CAPÍTULO 1 ..... 1**

EXTRACCION Y PROPIEDADES TECNOFUNCIONALES DE PROTEINA DE QUINUA (*Chenopodium quinoa willd*) DE LAS VARIEDADES BLANCA JUNIN Y ROSADA JUNIN

Abel Isaías Barrial Lujan  
David Barrial Acosta  
Mary Luz Huamán Carrión  
Percy Leónidas Cortez Miranda  
José Carlos Arévalo Quijano  
William Gil Castro Paniagua  
Mauricio Muñoz Melgarejo  
Jenny Caroline Muñoz saenz  
Doris Marlene Muñoz Sáenz  
Yobana Rodrigo Cabezas  
Nidia Gracia Nauto  
Jaime David Laqui Estaña

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4442208121>

**CAPÍTULO 2 ..... 17**

SOBERANÍA ALIMENTARIA DEL FRIJOL *PHASEOLUS VULGARIS* EN EL ESTADO DE MÉXICO MEDIANTE TECNOLOGÍA DE POTENCIAL PRODUCTIVO

Georgel Moctezuma López  
Antonio González Hernández  
Ramiro Pérez Miranda  
Martín Enrique Romero Sánchez

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4442208122>

**CAPÍTULO 3 .....32**

ESTABLECIMIENTO DE ZONAS DE REFUGIO DE INSECTOS EN ESPACIOS EDUCACIONALES: HERRAMIENTAS PARA EL APRENDIZAJE EN AULA


Marta Verónica Albornoz  
Jaime Abraham Verdugo Leal  
Camila González-Santander  
Alejandra González  
Beatrix Loos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4442208123>

**CAPÍTULO 4 .....44**

EVALUACIÓN DEL EFECTO ANTIBACTERIANO DE LOS POLIFENOLES PRESENTES EN UN EXTRACTO HIDROALCOHÓLICO DE PROPÓLEOS CHILENO

Jorge Jesús Veloz Pérez

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4442208124>

**CAPÍTULO 5 .....50**

PERCEPCIÓN Y UTILIDAD DE AVES SILVESTRES EN LA COMUNIDAD

CAMPESINA HONORATO VÁSQUEZ, MANABÍ. ECUADOR

María Fabiola Montenegro-García

Francisco Eduardo Celi-Jiménez

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4442208125>


## **CAPÍTULO 6 .....65**

SECADO DE SEMILLAS DE AHUYAMA (*cucurbita moschata*) POR LA TÉCNICA DE VENTANA DE REFRACTANCIA

Mónica Jimena Ortiz-Jerez

José Edgar Zapata Montoya

Angie Franco Sánchez

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4442208126>

## **CAPÍTULO 7 .....79**

MODELO ESPACIAL DE PREDICCIÓN DE COMUNIDADES DE ÁCAROS DEPREDAADORES (MESOSTIGMATA) DE LA HOJARASCA

I. Díaz-Aguilar


M.E. Ramírez-Guzmán

S.A. Quideau

H.C. Proctor

B.E. Kishchuk

J.R. Spence

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4442208127>

## **CAPÍTULO 8 .....95**

PREDICCIÓN DE RENDIMIENTO AL DESPOSTE DE NOVILLOS EN BASE A ÍNDICES ZOOMÉTRICOS Y ESTIMACIONES ECOGRÁFICAS

Jorge Campos Parra

Guillermo Wells Moncada


Marcelo Doussoulin Guzmán

Christian Guajardo Fernandez

Rita Astudillo-Neira

Solange Vásquez Obando

Jorge Labrín Mendez

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4442208128>

## **CAPÍTULO 9 ..... 104**

PERCEPÇÃO DE UMA COMUNIDADE SOBRE GUARDA RESPONSÁVEL, ABANDONO DE ANIMAIS E ZONÓSES NO MUNICÍPIO DE SÃO LUÍS – MA

João Vitor Pereira Castro


Débora Letícia Duarte Santos

Aline Guedes Alves

Lenka de Moraes Lacerda

Carla Janaina Rebouças Marques do Rosário

Ana Cristina Ribeiro

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4442208129>

<b>CAPÍTULO 10.....</b>	<b>110</b>
COMPOSIÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E ANÁLISE SENSORIAL DE LEITE CAPRINO FERMENTADO POR KEFIR COM DIFERENTES NÍVEIS DE BETERRABA EM PÓ	
Bruna Barnei Saraiva	
Leonardo Augusto dos Santos	
Amanda Sandes Bispo	
Julia Maria Branco Sestito	
Mylena Sandes Bispo	
Lorrainy Guerra Cencilheri	
Kelly Hauana Cravo	
Thaina Blasques Silva	
Natália Zampiroli Oliveira	
Gabrielly Lorrynny Martins de Oliveira	
Pedro Gustavo Loesia Lima	
Ferenc Istvan Bánkuti	
Magali Soares dos Santos Pozza	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.44422081210">https://doi.org/10.22533/at.ed.44422081210</a>	
<b>CAPÍTULO 11 .....</b>	<b>127</b>
INTOXICAÇÃO POR ANTIBIÓTICOS IONÓFOROS EM BOVINOS ALIMENTADOS COM GRÃO INTEIRO DE MILHO	
Jose Mario Rocha Tiago	
Nicole Sales de Almeida	
Yasmim Couto e Coura	
Dirceu Guilherme de Souza Ramos	
Klaus Casaro Saturnino	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.44422081211">https://doi.org/10.22533/at.ed.44422081211</a>	
<b>SOBRE OS ORGANIZADORES .....</b>	<b>129</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO .....</b>	<b>130</b>

## EXTRACCION Y PROPIEDADES TECNOFUNCIONALES DE PROTEINA DE QUINUA (*Chenopodium quinoa willd*) DE LAS VARIEDADES BLANCA JUNIN Y ROSADA JUNIN

*Data de aceite: 01/12/2022*

### **Abel Isaías Barrial Lujan**

Universidad Politécnica de Valencia  
Valencia-España  
<https://orcid.org/0000-0002-2982-6354>

### **David Barrial Acosta**

Universidad Nacional Micaela Bastidas  
Abancay-Perú  
<https://orcid.org/0000-0001-9888-8850>

### **Mary Luz Huamán Carrión**

Universidad Nacional José María  
Arguedas.  
Andahuaylas-Perú  
<https://orcid.org/0000-0001-5139-9064>

### **Percy Leónidas Cortez Miranda**

Universidad Nacional Micaela Bastidas  
Abancay-Perú  
<https://orcid.org/0000-0002-3814-5251>

### **José Carlos Arévalo Quijano**

Universidad Nacional José María  
Arguedas  
Andahuaylas-Peru  
<https://orcid.org/0000-0002-0422-1965>

### **William Gil Castro Paniagua**

Universidad Nacional José María  
Arguedas.  
Andahuaylas-Perú  
<https://orcid.org/0000-0001-5817-8053>

### **Mauricio Muñoz Melgarejo**

Universidad Peruana los Andes.  
Huancayo- Perú.  
<https://orcid.org/0000-0002-6115-3057>

### **Jenny Caroline Muñoz saenz**

Universidad Peruana los Andes.  
Huancayo-Perú.  
<https://orcid.org/0000-0003-1855-0556>

### **Doris Marlene Muñoz Sáenz**

Universidad Enrique Guzmán y Valle. Lima  
- Perú.  
<https://orcid.org/0000-0002-2721-9331>

### **Yobana Rodrigo Cabezas**

Universidad de Buenos Aires  
Buenos Aires-Argentina  
<https://orcid.org/0000-0002-3371-5470>

### **Nidia Gracia Nauto**

Universidad Nacional de Moquegua  
Moquegua-Perú  
<https://orcid.org/0000-0002-6116-3503>

### **Jaime David Laqui Estaña**

Universidad Nacional de Moquegua  
Moquegua-Perú  
<https://orcid.org/0000-0002-3036-7175>



**RESUMEN:** Se extrajeron proteína de quinua de las variedades blanca Junín y rosada Junín y se analizaron sus propiedades tecnofuncionales respectivas. Para la extracción del aislado proteico de quinua (APQ) de ambas variedades se ha utilizado una solución de pH alcalina (8,0; 8,5; 9,0; 9,5; 10,0 y 10,5) a efectos de solubilización y posteriormente para la precipitación o recuperación de la proteína se utilizó una solución de pH ácida (3,0; 3,5; 4,0; 4,5; 5,0 y 5,5). luego, para conocer las propiedades tecnofuncionales del APQ obtenido previamente, se analizaron la capacidad de retención de agua (CRA), la capacidad de emulsión (CE) y la capacidad de formación de espuma (CFE). Los datos se analizaron a través de un ANOVA, seguido de una comparación de medias de Fisher – LSD con nivel de significancia del 5 %. Los valores encontrados de APQ para variedad blanca Junín oscila entre 32,10% a 74,20% y el APQ variedad rosada Junín varia de 47,58 % a 72,86 % respectivamente. De manera que, las diferentes condiciones de pH afectan significativamente la extracción de proteína ( $P<0,05$ ). Los valores de CRA fue de  $3,9 \pm 0,19$  ml/g y no muestran diferencias significativas entre los tratamientos para ambas muestras ( $P>0,05$ ). La CE fue  $91,45 \pm 0,10$  a  $336,5 \pm 0,12$  ml aceite/100 ml de solución; por tanto, los tratamientos establecidos para ambas muestras se difieren ( $P<0,05$ ). La CFE aumentó significativamente con el aumento de la concentración de proteína a escala de pH alcalino ( $P<0,05$ ). Estas características le atribuyen que el aislado proteico de quinua de ambas variedades estudiadas es un insumo de interés industrial para el sistema alimentario.

**PALABRAS CLAVE:** Proteína vegetal, quinua, aislado proteico y propiedades tecnofuncionales.

## EXTRACTION AND TECHNOFUNCTIONAL PROPERTIES OF QUINOA PROTEIN (*Chenopodium quinoa willd*) FROM THE WHITE JUNIN AND PINK JUNIN VARIETIES

**ABSTRACT:** Quinoa protein was extracted from the Junín Blanca and Junín Rosa varieties and their respective technofunctional properties were analyzed. For the extraction of the quinoa protein isolate (QPI) of both varieties, an alkaline pH solution (8.0; 8.5; 9.0; 9.5; 10.0 and 10.5) has been used to solubilize and an acid pH solution (3.0; 3.5; 4.0; 4.5; 5.0 and 5.5) to precipitate or recover the protein. then, to know the technofunctional properties of the previously obtained QPI, the water holding capacity (WHC), the emulsion activity (EA) and the foaming capacity (FC) were analyzed. Data were analyzed through ANOVA, followed by a Fisher-LSD comparison of means at the 5% level of significance. The QPI values found for the white Junín variety range from 32.10% to 74.20% and the QPI for the pink Junín variety ranges from 47.58% to 72.86%, respectively. Therefore, different pH conditions significantly affect protein extraction ( $P<0.05$ ). The WHC values were  $3.9 \pm 0.19$  ml/g and did not show significant differences between the treatments for both samples ( $P>0.05$ ). The EA was  $91.45 \pm 0.10$  at  $336.5 \pm 0.12$  mL oil/100 mL solution; therefore, the treatments established for both samples differ ( $P<0.05$ ). The FC increased significantly with increasing protein concentration on the alkaline pH scale ( $P < 0.05$ ). These characteristics attribute to the fact that the quinoa protein isolate of both varieties studied is an input of industrial interest for the food system.

**KEYWORDS:** Vegetable protein, quinoa, protein isolate and technofunctional properties.

## 1 | INTRODUCCIÓN

La demanda de proteínas en la dieta humana ha ido en constante aumento en los últimos años debido a la mayor conciencia de su valor nutricional y propiedades funcionales. Asimismo, el alto costo de producción de proteína animal y la presencia de una cantidad abundante de proteína de origen vegetal ha desviado el interés de los investigadores y los industriales de alimentos hacia las fuentes de proteína relativamente más baratas y adecuadas. Se espera que los aislados de proteínas derivados de fuentes vegetales sustitutas ocupen el mercado masivo en el futuro (Sara et al., 2020). Por lo tanto, las proteínas de origen vegetal (p. ej., proteínas de quinua, soja y lentejas) como alternativas a las proteínas de origen animal (p. ej., proteína aislada de suero, caseínas y gelatinas) han ganado un amplio interés, debido a las tendencias de los consumidores que se desplazan hacia un estilo de vida más saludable y a la huellas ambientales más bajas posibles en comparación con las relacionadas con las proteínas de origen animal (Alrosan et al., 2022). Se precisa, que *Chenopodium quinoa* Wild de la familia Chenopodiaceae es un pseudocereal cultivado desde la antigüedad por los incas, y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) ha considerado como uno de los alimentos del futuro a nivel mundial por su gran capacidad de adaptación agronómica, alto contenido de aminoácidos esenciales, su contribución a la seguridad alimentaria y economía de la población andina (FAO, 2011; Barrial-Lujan, 2014). Además, la quinua está recibiendo una creciente popularidad como una nueva fuente de alimentos y proteínas; y puede ser un ingrediente alimentario potencial con amplias aplicaciones, debido a su mayor contenido de lisina (5,1 – 6,4 %), metionina (0,4–1,0 %) y cisteína que los cereales comunes (Shen et al., 2021; Elsohaimy et al., 2015). También es una buena fuente de fibra, grasas poliinsaturadas, minerales, vitaminas y fitoquímicos como polifenoles y flavonoides (Sara et al., 2020). Además del valor nutricional, las proteínas alimentarias proporcionarían propiedades funcionales únicas que afectan su comportamiento en los sistemas alimentarios durante la preparación, el procesamiento, el almacenamiento y el consumo, y contribuyen a la calidad y los atributos sensoriales del sistema alimentario (Dakhili et al., 2019). Estas diversas propiedades se atribuyen a factores tanto intrínsecos (estructura molecular, composición) como extrínsecos (temperatura, pH, productos químicos y ambientales) (Ran et al., 2022; Ashraf et al., 2012). Cuando se modifican estos factores, las propiedades funcionales de las proteínas alimentarias varían fácilmente. Especialmente durante el procesamiento de alimentos, las propiedades funcionales de las proteínas se destruyen al exponerlas a factores extrínsecos (Liu, Ru, & Ding, 2012). El valor de pH del sistema alimentario tiene un impacto sustancial en la funcionalidad de las proteínas en diversas condiciones ambientales. Se cree que el funcionamiento de las proteínas es particularmente bajo cerca de su pH isoelectrico (Singh, Kaur, & Sandhu, 2005). A continuación, se analizan los factores influyentes para la extracción de la proteína de quinua de las variedades blanca

Junín y rosada Junín y algunas de sus propiedades tecnofuncionales respectivas.

## 2 | MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1 Método para la extracción de proteína de quinua

Las semillas de *Chenopodium quinoa Willd* fueron molidas en un molino de martillo luego se separó las fracciones no proteicas por tamiz con malla de acero inoxidable N° 35 A.S.T.M de 500 Micrones. La fracción lipídica fue extraída en cuatro etapas sucesivas con solvente tipo éter de petróleo (P. Eb. 60-90 °C) en una relación de 3:1 (solvente/sólido). Luego se desolventizó a temperatura ambiente siguiendo el procedimiento del método estandarizado 920.39C descrito por la AOAC (1990). Una vez desgrasada la muestra, se procedió a extraer proteína de quinua empleando el método propuesto por Ventura (2003) y algunas consideraciones elementales de Cheftel et al., (1989), que consistió en dos etapas: En la primera etapa, se suspendió los 5 gramos de harina de quinua desgrasada en agua destilada (10 % p/v); luego para solubilizar las proteínas se ajustó a pH alcalino de 8,0; 8,5; 9,0; 9,5; 10,0 y 10,5 con NaOH a 1 N, respectivamente; se mantuvieron constantes la relación materia prima/solvente (1:10) a temperatura 50 °C; se agitó continuamente la solución durante 30 minutos; y finalmente, se procedió a centrifugar a 4000 rpm durante 30 min. En la segunda etapa, se tomaron alícuotas de 25 ml del sobrenadante obtenido previamente (nitrógeno solubilizado) y se adicionó HCl 1N a diferentes valores de pH a 3,0; 3,5; 4,0; 4,5; 5,0 y 5,5 para precipitar y recuperar las proteínas, la centrifugación fue de 4000 rpm x 30 min. Por último, se lavaron las proteínas aisladas con agua destilada luego se sometió en estufa a una temperatura de 50 °C. El porcentaje de proteínas o rendimiento de la fracción (PPI), se determinó por el siguiente cálculo.

$$PPI = \frac{\text{g de extracto proteico}}{\text{g de muestra}} \times 100$$

Dónde: PPI, es el rendimiento de la proteína extraída

### 2.2 Determinación de proteínas totales

La cuantificación de las proteínas fueron determinadas empleando el método Kjeldahl descritos en el método AOAC 991.20 (AOAC, 1995). Se mineralizaron 0,5–2 ml de muestra en un matraz de digestión con 4 ml de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> al 96 % (v/v) y aproximadamente 10 mg de catalizador. El paso de mineralización se logró a 450 °C durante 150 min. Pasado este tiempo, la solución se destiló con NaOH al 32% (p/v) y la mezcla se tituló frente a 0,01 mol/L de HCl. El blanco contenía todos los reactivos sin la muestra. El nitrógeno no proteico en la muestra se determinó en el sobrenadante después de la precipitación de proteínas usando ácido tricloroacético al 50 % (p/v). Se utilizó un factor de conversión de N x 5,6 según (Pickardt et al., 2011)

$$\text{Proteína} = \frac{N \times V \times 14 \times 100 \times \text{Factor de conversión}}{m \times 100}$$

Dónde: V, es el volumen gastado del ácido sulfúrico; N, es la normalidad del ácido sulfúrico y m, es el peso de muestra en gramos.

## 2.3 Determinación de las propiedades tecnofuncionales de proteína de la quinua

### 2.3.1 Capacidad de retención de agua (CRA)

Se prepararon dispersiones proteicas al 1% p/v en buffer de pH 3, 4, 5, 7 y 9. Las muestras se sometieron cada 15 minutos a agitación intensa y breve en vortex durante 1 hora a temperatura ambiente. Seguidamente los tubos se centrifugaron a 4000 rpm durante 30 minutos a 15 °C, que luego se obtuvo la masa del precipitado. A continuación, Se midió el volumen del sobrenadante de la muestra centrifugada; La cuantificación de CRA se dio a través de la diferencia entre el volumen inicial de agua y el que se recupera después de la centrifugación. (Chau et al., 2007).

$$CRA = \frac{(M2 - (M1 - M3))}{M1 * D}$$

Dónde: CRA, es la capacidad de retención de agua expresada en ml de agua por g de muestra; M1, es la masa de muestra pesada en g; M2, es la masa de precipitado obtenido en g; M3, es la masa de la proteína soluble en g, y D, es la densidad del agua a 25 °C.

### 2.3.2 Capacidad de Emulsificante (CE)

Se preparó soluciones proteicas a concentraciones de 0,4 % y 0,6 % con una solución de NaCl 1M. en 100 ml de agua. El pH de cada solución se ajustó a 4, 6 y 8 con una solución de HCl 1N y NaOH 1N. Cada solución fue incubada a temperatura ambiente por 30 min, para ver las dispersiones fueron agitadas en una licuadora a una velocidad de 4000 rpm durante 60 segundos. Posteriormente, a la muestra preparada en agitación se le adicionó el aceite de maíz a una velocidad de 1ml/seg hasta quebrar la emulsión. El mismo procedimiento se siguió en la solución sin proteína (blanco). La CE fue calculada según la siguiente formula (Sathe & Salunkhe, 1981).

$$CE = \frac{(A1 - A2)}{S} \times 100$$

Dónde: A1, es el aceite añadido (ml); A2, es el aceite añadido blanco (ml) y S, es la solución preparada (100 ml)



### 2.3.3 Capacidad de Formación de Espuma (CFE)

Se preparó en tubos de ensayo de volumen 100 ml soluciones proteicas de 0,4; 0,6 y 0,8 % (APQ) con agua destilada. luego se ajustó el pH a 4; 6 y 8 a cada solución proteica. Una vez ajustado el pH se procedió a agitar en la licuadora a una velocidad de 6000 rpm por un tiempo de 3 minutos. Finalmente, el batido se transfirió a una probeta graduada y se midió el volumen incrementado a los 30 segundos Chau et al., (2007). La capacidad de formación de espuma se expresó como porcentaje de aumento de volúmenes, basándose en los volúmenes iniciales y después de la formación de espuma mediante la siguiente ecuación:

$$CFE = \frac{(VDB - VAB)}{VAB} \times 100$$

Dónde: CFE, es la capacidad de formación de espuma; VDB, es el Volumen después del batido y VAB, es el Volumen antes del batido.

### 2.4 Análisis estadístico

El diseño estadístico respectivo fue el diseño completamente aleatorizado y las diferencias significativas de los resultados se analizaron a través de análisis de varianza, seguido de una comparación múltiple de medias por el test LSD (Least significant difference) de Fisher ( $p < 0,05$ ) para identificar diferencias significativas entre todos los tratamientos del estudio. Todos los experimentos fueron realizados por triplicado. El análisis estadístico se realizó empleando el software estadístico Statgraphics Centurión XVIII.

## 3 | RESULTADOS Y DISCUSIONES

### 3.1 Resultados de la extracción y cuantificación de proteínas de quinua

El rendimiento de extracción proteica de quinua de la variedad blanca de Junín, se reporta en la tabla 1; en ellas se precisa, el porcentaje alto ( $74,20 \% \pm 0,23$ ) se obtuvo a las condiciones de pH 8,5 de solubilización y pH 4,5 de precipitación del nitrógeno. No obstante, en cuanto a la pureza proteica ( $50,94 \% \pm 0,14$ ), este tratamiento no es directamente proporcional a la cantidad de proteína extraída. Y según los reportes científicos, la disminución de la pureza puede deberse a un aumento en la cantidad de componentes no proteicos que coprecipitan con los aislados proteicos (Ruiz et al., 2016). En cambio el tratamiento (T5) cuando las condiciones de pH 10,0 (solubilización de nitrógeno) y pH 5,5 (precipitación de nitrógeno), el rendimiento en la extracción es baja ( $32,10 \% \pm 0,09$ ), pero posee una pureza proteica superior ( $59,54 \% \pm 0,08$ ); lo cual denota en que la relación entre el porcentaje de proteína extraída y la pureza proteica no guarda una relación directa y tampoco es inversamente proporcional, sino de las condiciones de pH a la que las muestras

son sometidas.

Tratamientos	pH solubilizacion	pH precipitación	Rendimiento de extracción proteico (%)		Cuantificación por el método Kjeldahl (%)	
			$\bar{x}$	S	$\bar{x}$	S
T1	8,0	4	59,67 <sup>bc</sup>	± 0,32	54,25	± 0,21
T2	8,5	4,5	74,20 <sup>bc</sup>	± 0,23	50,94	± 0,14
T3	9,0	4	49,30 <sup>ab</sup>	± 0,13	65,30	± 0,11
T4	9,5	4,5	65,09 <sup>c</sup>	± 0,25	52,60	± 0,17
T5	10,0	5,5	32,10 <sup>a</sup>	± 0,09	59,54	± 0,08
T6	10,5	4	50,57 <sup>ab</sup>	± 0,12	50,60	± 0,05

Tabla 1: Extracción y cuantificación de proteína de quinua variedad blanca Junín

Dónde:  $\bar{x}$ , es la media y S, es la desviación estándar. Las letras iguales indican que no hay diferencia significativa, evaluadas a través del test LSD, con  $\alpha = 5\%$ .

Con respecto a la extracción de proteína de quinua variedad rosada de Junín, como se aprecia en la tabla 2, a condiciones de pH 9,0 de solubilizacion y a pH 4,5 de precipitación alcanzo alto porcentaje del rendimiento de extracción de proteína (72,86% ± 0,31); lo propio, la pureza de la proteína es alta (60,99% ± 0,22) en comparación al resto de los tratamientos. En tanto, el tratamiento a las condiciones de pH 10,5 de solubilizacion y pH 3,0 de precipitación se obtuvieron un porcentaje de rendimiento baja (47,58% ± 0,21), cuya pureza proteica fue también relativamente baja (52,20 % ± 0.08). Por tanto, los resultados expresados demuestran una diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) cuando las muestras de quinua de ambas variedades fueron sometidas a escalas de pH establecidas en el presente estudio.

Tratamientos	pH solubilizacion	pH precipitación	Rendimiento de extracción proteico (%)		Cuantificación por el Método Kjeldahl (%)	
			$\bar{x}$	S	$\bar{x}$	S
T1	8,0	4	58,59 <sup>b</sup>	± 0,20	31,45	± 0,15
T2	8,5	4,5	69,56 <sup>c</sup>	± 0,27	30,49	± 0,18
T3	9,0	4,5	72,86 <sup>a</sup>	± 0,31	60,99	± 0,22
T4	9,5	5,5	62,95 <sup>b</sup>	± 0,13	57,58	± 0,17
T5	10,0	5,5	50,04 <sup>b</sup>	± 0,23	41,22	± 0,18
T6	10,5	3	47,58 <sup>b</sup>	± 0,21	52,20	± 0,08

Tabla 2: Extracción y cuantificación de proteína de quinua variedad rosada Junín

Dónde:  $\bar{x}$ , es la media y S, es la desviación estándar. Las letras iguales indican que no hay diferencia significativa, evaluadas a través del test LSD, con  $\alpha = 5\%$ .

Los reportes científicos acerca de extracción de proteínas demuestran que a condiciones de pH alcalino (9,0) de solubilización, y precipitada a pH 4,5 los rendimientos de extracción de proteína vegetales son relativamente altos, en el caso de la extracción proteica de nuez de marañón se obtuvo un rendimiento de 84,4 – 86,6 % en base húmeda y 90,0 – 91,3 % en base seca. (Ventura, 2003). En cambio, el rendimiento de extracción de aislado proteico de soya fue 85,45 en base seca % (Ávila, 2011). Y, a partir de la harina de quinua desgrasada proveniente de VI región Chile, el rendimiento de extracción proteica alcanzó a 77,2 %, la materia prima que contenía  $12,7 \pm 0,4$  % de proteína (Rivera, 2006). Asimismo, cuando las semillas de quinua poseían un contenido de proteína de  $14,03 \pm 0,25$ , la solubilidad de la proteína aumentaba gradualmente con el aumento de los valores de pH, de modo que, la máxima solubilidad de la proteína obtenida fue a pH alcalino 10,0 ( $267,35 \pm 1,26$ ) y luego de la precipitación de la proteína a pH 4,5 se obtuvo un rendimiento de extracción de  $88,74 \% \pm 0,53$ , considerándose así a estas condiciones como el mejor rendimiento en comparación al resto de los tratamientos estudiados (Elsohaimy et al., 2015). En tanto, a las condiciones de solubilización de pH 9 y 11 utilizando NaOH, mostraron el contenido de proteína de los aislados de proteína de quinua (QPI) de 78,7 % a 86 %, lo que indica que el pH afecta el rendimiento de proteína (Ruiz et al., 2016). Otro estudio reportó un rendimiento máximo de proteína de 76,3% de quinua variedad pasankalla a las condiciones de pH de extracción 11 y NaCl 0.1 N (Guerreo-Ochoa et al., 2015). se afirma que, a un pH más alcalino, las proteínas tienen una carga cada vez más negativa debido a la ionización de los grupos carboxilo y la desprotonación de los grupos amina, entonces, como resultado, se potencia la repulsión electrostática entre las proteínas cargadas negativamente. Esto aumenta las interacciones proteína-agua y, por lo tanto, la solubilidad de la proteína (Ruiz et al., 2016). El contenido de proteína fue del 75 % en el aislado proteico de quinua amarga y del 66,63% para el aislado proteico de quinua negra, la extracción se llevó a cabo a una extracción alcalina (pH 9) y una precipitación ácida (pH 5) (Díaz, 2016). Asimismo, Sobota et al. (2020) asegura, que los contenidos de albúmina y globulina en semillas de quinua se encuentran al alrededor del 64,3% de la proteína total. Frente a estos datos encontrados y en comparación con el presente estudio, el rendimiento de extracción de la proteína de quinua de la variedad blanca de Junín y rosada de Junín son relativamente inferior. Además, se evidencia que el pH influye significativamente ( $p\text{-value} < 0,05$ ), tanto el rendimiento de extracción de proteína y a la pureza proteica de la muestra extraída. Es importante señalar, que, a un pH más alcalino, las proteínas tienen una carga cada vez más negativa debido a la ionización de los grupos carboxilo y la desprotonación de los grupos amina. Como resultado, se potencia la repulsión electrostática entre las proteínas cargadas negativamente. Esto aumenta las interacciones proteína-agua y, por lo tanto, la solubilidad de la proteína (Ruiz et al., 2016). Pero también es importante evitar la obtención de aislado proteico de quinua a un pH de extracción de 11, dado que conduce a la desnaturalización de la proteína (Abugoch et al., 2009).

### 3.2 Propiedades tecnofuncionales del aislado proteico de quinua

#### 3.2.1 Análisis de la capacidad de retención de agua de las proteínas

la capacidad de retención de agua (CRA) es un factor elemental para la formulación de productos alimenticios que influyen en la calidad de los alimentos fabricados. La CRA se evalúa midiendo la capacidad de la harina para retener agua bajo una fuerza de gravedad centrífuga, considerando agua atrapada físicamente, capilar, ligada e hidrodinámica (Pellegrini et al., 2018).

Tratamiento	pH	CRA					
		Proteína Blanca Junín (ml/g)			Proteína Rosada Junín (ml/g)		
		$\bar{x}$		S	$\bar{x}$		S
T1	3.00	3,30 <sup>ab</sup>	±	0,30	3,4944 <sup>a</sup>	±	0,39
T2	4.00	3,22 <sup>ab</sup>	±	0,19	3,1949 <sup>a</sup>	±	0,30
T3	5.00	2,92 <sup>a</sup>	±	0,33	2,5942 <sup>a</sup>	±	0,25
T4	6.00	3,29 <sup>ab</sup>	±	0,22	2,9764 <sup>a</sup>	±	0,09
T5	9.00	3,52 <sup>b</sup>	±	0,08	3,8739 <sup>a</sup>	±	0,19

Tabla 3: Capacidad de retención de agua de la proteína de quinua

Dónde:  $\bar{x}$ , es la media y S, es la desviación estándar. Las letras iguales indican que no hay diferencia significativa, evaluadas a través del test LSD, con  $\alpha = 5\%$ .

En este estudio, los valores establecidos de pH no influyen significativamente ( $p > 0,05$ ) la capacidad de retención de agua del aislado proteico de quinua tanto de la variedad blanca Junín y de rosada Junín, tal como se ilustra en la tabla 3. Aunque, es evidente para la variedad blanca Junín a las condiciones de pH 4 denota un valor de CRA relativamente superior (3,30 (ml/g)  $\pm$  0,19) en comparación a los otros tratamientos. Mientras, para la variedad rosada junin a un pH 9 el valor de CRA superior alcanzado fue 3,87  $\pm$  0,19, pero en términos estadísticos no hay diferencia significativa con un nivel del 95.0% de confianza.



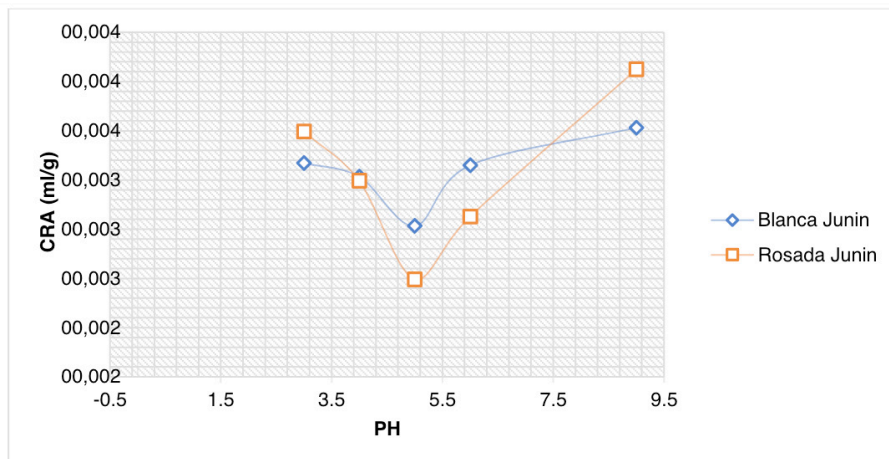


Figura 1: Capacidad de retención de agua del extracto proteico de quinua blanca Junín y rosada Junín.

La figura 1, ilustra el comportamiento de CRA de las muestras estudiadas, en donde en el punto isoeléctrico la capacidad de retener agua es baja. Esta capacidad aumenta conforme aumenta y/o disminuye el pH del punto isoeléctrico de la proteína. Esta característica le atribuye que el aislado proteico de quinua de ambas variedades estudiadas, tienen una capacidad de retener agua a pH ácido; por lo que su utilidad se orientaría a la industria de jugos que se elaboran a este pH, y de igual modo a productos de panadería, carnes embutidas, salchichas y geles alimentarios. Los valores de CRA encontrados para el aislado proteico de maracuyá fue  $2,85 \pm 0,7$  ml agua/ g (Martinez, 2011). Y para el aislado proteico de quinua proveniente de la región VI Chile, la CRA oscila entre 3,1 – 4,0 ml de agua/ g de aislado proteico el valor máximo corresponde a pH 4 y el mínimo a pH 7 y afirma que no existen diferencia significativa ( $p > 0,05$ ) entre cada escala de pH establecida en su estudio. Por su parte, Rivera (2006) a distintos pH establecidos en su trabajo determinó la CRA un valor mínimo de 2,5 ml/g aislado proteico a pH 5, hasta un valor máximo de 3,0 ml agua/g aislado a pH 3, lo cual evidencia, que, a pH ácido ha conseguido mayor capacidad de retención de agua. Similar comportamiento fue también en el presente estudio; a pH 3 la CRA de APQ variedad blanca Junín fue  $3,3 \text{ ml/g} \pm 0,30$  y  $3,5 \text{ ml/g} \pm 0,39$  para APQ variedad rosada Junín. Asimismo, otros estudios evidencian que valores de CRA de proteína de quinua de  $3,94 \pm 0,06$  ml/g (Elsohaimy et al., 2015), siendo así, la proteína de quinua es ligeramente superior a la proteína de trigo ( $3.67 \pm 0.05$  ml/g) y similar a la proteína de soya, la cual se utiliza habitualmente en la nutrición humana ( $4.05 \pm 0.15$  ml/g) (Ashraf et al., 2012). Se precisa, que para que un aislado proteico presente una alta CRA, no basta solamente con encontrarse desnaturalizado, sino que también es función de cómo se encuentran las moléculas proteicas en los agregados luego del tratamiento. Solamente aquellos agregados en que las proteínas tienen los grupos polares más accesibles al agua

serán los que posean mayor CRA (Abugoch et al., 2009).

### 3.2.2 Análisis de la capacidad de emulsión

El índice de capacidad de emulsión (CE) varió desde  $91,45 \pm 0,10$  hasta  $336,5 \pm 0,12$  (ml de aceite/100 ml de solución) para el APQ variedad blanca Junín. En tanto, para el APQ variedad rosada Junín varió de  $88,00 \pm 0,10$  hasta  $342,0 \pm 0,29$  (ml de aceite/100 ml de solución). De modo que, en la tabla 4, se evidencia que los tratamientos establecidos en el presente estudio poseen una diferencia estadística significativa ( $p < 0,05$ ), en donde la capacidad de emulsión del aislado proteico de quinua varía según los factores establecidos para ambas muestras.

Tratamiento	% de APQ	PH	CE					
			MBJ (ml de aceite/100ml de solución)			MRJ (ml de aceite/100ml de solución)		
			$\bar{x}$	S		$\bar{x}$	S	
T1	0,40	4	120,5 <sup>ab</sup>	±	0,20	120,0 <sup>a</sup>	±	0,02
T2	0,40	6	250,0 <sup>c</sup>	±	0,30	251,5 <sup>c</sup>	±	0,29
T3	0,40	8	336,5 <sup>d</sup>	±	0,12	342,0 <sup>d</sup>	±	0,38
T4	0,60	4	91,45 <sup>a</sup>	±	0,10	88,00 <sup>a</sup>	±	0,10
T5	0,60	6	159,0 <sup>b</sup>	±	0,11	155,5 <sup>ab</sup>	±	0,06
T6	0,60	8	218,5 <sup>c</sup>	±	0,09	222b <sup>c</sup>	±	0,21

Tabla 4: Capacidad de emulsión de la proteína de quinua

Dónde: APQ, aislado proteico de quinua; MBJ, es la proteína de quinua blanca Junín; MRJ, es la proteína de quinua rosada Junín;  $\bar{x}$ , es la media y S, es la desviación estándar. Las letras iguales indican que no hay diferencia significativa, evaluadas a través del test LSD, con  $\alpha = 5\%$ .

La capacidad de emulsión de APQ variedad Blanca Junín a 0,40 % de concentración, incrementa a medida que aumenta el pH de 4; 6 y 8 ( $120,5 \pm 0,20$ ;  $250 \pm 0,30$  y  $336$ ;  $5 \pm 0,12$  ml de aceite en 100 ml de solución); mientras si la concentración es 0,60 % la capacidad de emulsión disminuye a pH 4; 6 y 8 ( $91,5 \pm 0,10$ ;  $159 \pm 0,11$ ;  $218,5 \pm 0,09$  ml de aceite en 100 ml de solución) respectivamente; lo mismo ocurre para APQ variedad rosada Junín. Si comparamos la CE de APQ y aislado proteico de soja (APS), los valores encontrados de APS fueron entre los rangos de 125 - 355 ml de aceite/100 ml de solución (Mir et al., 2021), y este valor es relativamente inferior a los valores encontrados en este estudio. Esto, posiblemente se debe a un mejor balance hidrofóbico/hidrofílico presentes en las muestras de APQ. Con respecto a concentrado proteico de tarwi (*Lupinus mutabilis*) reporta el valor de CE a partir de 59.99 hasta 72 ml de aceite por cada 100 g de muestra. Los resultados de la CE del *Lupinus mutabilis* a pH de 6 - 8 y concentraciones de 0,4 a 0,8% muestran que al ir incrementando el pH y la concentración, incrementa la capacidad de emulsión (Urrutia, 2010). En cambio, nuestros resultados expresan que, a concentraciones

de 0,4 y 0,6% es menor; esto se explicaría a mayor concentración de proteína es menor la capacidad de emulsión. Esto posiblemente se debe que a mayor concentración del medio se dificulta la expansión de las áreas hidrofóbicas las que interaccionan con la fase lipídica ya que se tendría un medio saturado. Shen et al., (2021) al estudiar la capacidad emulsionante de las dispersiones de aislado proteico de quinua al 7 % p/v a pH 5,0, 6,0, 7,0 y 8,0 encontró valores de la capacidad emulsionante más alta, alrededor del 60 %, a pH 8,0. También se encontraron valores de capacidad emulsionante de aproximadamente 60% y 65% para dispersiones de APQ al 2% a pH 9,0 y 11, respectivamente. Asimismo, en términos de dispersión de aceite en un área interracial, la capacidad de emulsión varió desde  $1,24 \pm 0,05 \text{ m}^2/\text{g}$  para una suspensión de proteína al 0,1 % hasta  $3,38 \pm 0,31 \text{ m}^2/\text{g}$  para una suspensión de proteína al 3 % con un promedio de  $2,10 \pm 0,99 \text{ m}^2/\text{g}$  (Elsouhaimy et al., 2015). En cambio, Tavano et al., (2022) encontró valores bastante bajo de  $0,157 \pm 0,007 \text{ m}^2/\text{g}$  de CE para APQ. También se encontraron valores de capacidad de emulsión de las harinas de quinua en el rango de 15,00 mL/100 mL y 41,00 mL/100 mL con diferencias estadísticas ( $p < 0,05$ ) entre ellas (Pellegrini et al., 2018). En general, un aumento en el pH de emulsificación condujo a un aumento en la capacidad de emulsión de aislado proteico de quinua, y a medida que incrementa la concentración de APQ disminuye la CE.

### 3.2.3 Análisis de la capacidad de formación de espuma

Con respecto a la capacidad de formación de espuma (CFE), Los tratamientos establecidos en el presente estudio poseen una diferencia estadística significativa ( $p < 0,05$ ), en donde la CFE varía de  $2.73 \pm 0.18 \%$  hasta  $60.15 \pm 1.95 \%$  para APQ variedad blanca junio. Mientras, la CFE para el APQ variedad rosada Junín varia de  $1.25 \pm 0.20 \%$  hasta  $50.4 \pm 0.20 \%$ , respectivamente.

Tratamientos	% de APQ	pH	CFE					
			APQ Blanca Junín (%)			APQ Rosada Junín (%)		
			$\bar{x}$	S		$\bar{x}$	S	
T1	0,80	4,00	4.54 <sup>a</sup>	±	0.74	4.5 <sup>b</sup>	±	0.40
T2	0,80	6,00	45.45 <sup>e</sup>	±	0.60	48.75 <sup>f</sup>	±	1.10
T3	0,80	8,00	60.15 <sup>g</sup>	±	1.95	50.4 <sup>f</sup>	±	0.20
T4	0,60	4,00	2.73 <sup>a</sup>	±	0.18	4.25 <sup>b</sup>	±	0.02
T5	0,60	6,00	25.8 <sup>c</sup>	±	1.90	28.75 <sup>d</sup>	±	0.80
T6	0,60	8,00	50.0 <sup>f</sup>	±	1.40	45.4 <sup>e</sup>	±	1.00
T7	0,40	4,00	2.77 <sup>a</sup>	±	0.12	1.25 <sup>a</sup>	±	0.20
T8	0,40	6,00	18.94 <sup>b</sup>	±	0.03	20.21 <sup>c</sup>	±	1.10
T9	0,40	8,00	35.21 <sup>d</sup>	±	0.18	31.25 <sup>d</sup>	±	1.20

Tabla 5: Capacidad de formación de espuma de la proteína de quinua

Dónde: APQ, aislado proteico de quinua;  $\bar{x}$ , es la media y S, es la desviación estándar. Las letras iguales indican que no hay diferencia significativa, evaluadas a través del test LSD, con  $\alpha = 5\%$ .

Para Elsohaimy et al (2015), la CFE del aislado de proteína de quinua (APQ) osciló entre  $58,37 \pm 2,14$  % para una concentración de proteína de 0,1 % y  $78,62 \pm 2,54$  % para una concentración de proteína de 3 %. Ahora bien, cuando los APQ son tratados térmicamente, resulta significativamente mayor que los APQ nativos. En estos tratamientos térmicos la CFE alcanza a 89,99 % a 80 °C durante 30 min y el valor de CFE más bajo fue 49,92 % cuando los APQ fueron tratados térmicamente a 100 °C durante 15 min (Mir et al., 2021). De la misma manera, Ghumman et al (2021) reportó la CFE de APQ valores que oscila entre 50,8 % y 60,2 %, mientras que la estabilidad de formación de espuma osciló disminuyó entre 38,5 % y 50,4 % respectivamente. En el aislado proteico de tarwi, el volumen de formación de espuma disminuye de 156 a 78 ml al cabo de 90 minutos en un 51,9 %, cuya CFE alcanza a 78 %, el cual es relativamente similar a los valores reportados anteriormente (Urrutia, 2010). En el caso del aislado proteico de maracuyá (*Passiflora edulis* f) la CFE se obtuvo 98,8 % a una solución de 2 % de NaCl y con las demás concentraciones salinas son bajas (Martínez et al., 2011). Y como se evidencia en el presente estudio, la capacidad de formación de espuma incrementa en función a la concentración de proteína. Una muestra de ello es, a pH 8 con 0,4 % - 0,8 % de APQ variedad rosada la formación de espuma es ( $31,3 \pm 1,2$  -  $50 \pm 0,2$ ). Lo mismo sucede con el APQ variedad blanca, a pH 8 con una solución de APQ (0,60 %- 0,80 %), la capacidad de formación de espuma alcanza valores altos (50.0% - 60.15%). Esto indica a mayor concentración y en solución alcalina la capacidad de formación de espuma es muy alta, y ocurre lo contrario a bajas concentración de APQ a pH acida. Además, los resultados obtenidos en este estudio son relativamente similares con los reportes antes descritos y expresan su potencial uso en el procesamiento de alimentos.

## 4 | CONCLUSIONES

Las diferentes escalas de pH establecidas en este estudio para la extracción de la proteína de quinua de las variedades blanca Junín y rosada Junín, demuestran diferencias significativas en los rendimientos de obtención del APQ ( $p < 0,05$ ). De los cuales se desprende, para la variedad blanca Junín el rendimiento de APQ oscila de  $32,10 \pm 0,09$  % a  $74,20 \pm 0,23$  %; y, para la variedad rosada Junín fue  $47,58 \pm 0,21$  a  $72,86 \pm 0,31$  % respectivamente. y es independiente a la pureza proteica. En cuanto a las propiedades tecnofuncionales, los resultados de capacidad de retención de agua, capacidad de emulsión y capacidad de formación de espuma; expresan valores adecuados para el uso en la industria alimentaria, por cuanto se asemeja a otras proteínas vegetales más usuales en la elaboración de productos agroalimentarios.

## REFERENCIAS

- Abugoch, L., Castro, E., Tapia, C., Añón, M., Gajardo, P., & Villarroel, A. (2009). **Stability of quinoa flour proteins (*Chenopodium quinoa* Willd.) during storage.** *International Journal of Food Science & Technology*, 44(10), 2013-2020. doi:10.1111/j.1365-2621.2009.02023x.
- Alrosan, M., Thuan-Chew, T., Easa, A., Gammoh, S., Alu'datt, M., Aleid, G., . . . Maghaydah, S. (2022). **Evaluation of quality and protein structure of natural water kefir-fermented quinoa protein concentrates.** *Food Chemistry*. doi: 10.1016/j.foodchem.2022.134614
- AOAC. (1990). Association of Official Agricultural Chemists (AOAC): **Crude Fat in Feeds, Cereal Grains, and Forages.**
- AOAC. (1995). Method 991.20. **Protein (crude) in animal feed Official methods of analysis of the association of official analytical chemists** (19th ed.). Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists.
- Ashraf, S., Saeed, S., Sayeed, S., & Ali, R. (2012). **Impact of microwave treatment on the functionality of cereals and legumes.** *International journal of agriculture & biology*, 356-370.
- Ávila, C. (2011). **Determinación de las propiedades físico – químicas y funcionales del aislado e hidrolizado enzimático de la proteína de soya a escala piloto, para aplicación en alimentos.** Ecuador: Escuela Politécnica Nacional Quito.
- Barrial-Lujan, A. I. (2014). **Influencia del pH en la extracción de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) de las variedades blanca Junín y rosada Junín,** Universidad Nacional José María Arguedas. Apurímac, Peru
- Chau, C., Cheung, K., & Wong, Y. (2007). **Functional Properties of Protein Concentrates from Three Chinese Indigenous Legume Seed.** *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. doi:10.1021/jf0719555
- Cheftel, J., Cuq, J., & Lorient, D. (1989). **Proteínas Alimentarias: Bioquímica. Propiedades funcionales. Valor nutritivo. Modificaciones químicas.** Zaragoza, España.: Acibia, S.A.
- Dakhili, S., Abdolizadeh, L., Marzieh, S., Shojaei-Aliabadi, S., & Mirmoghadaie, L. (2019). **Quinoa protein: Composition, structure and functional properties.** *Food Chemistry*, 299. doi:10.1016/j.foodchem.2019.125161
- Díaz, N. (2016). **Desarrollo de un proceso para la obtención de un aislado proteico a partir de la harina de quinua (*Chenopodium quinoa*) para su evaluación potencial en la industria,** Escuela Politécnica Nacional. Quito, Ecuador
- Elsohaimy, S., Refaay, T., & Zaytoun, M. (2015). **Physicochemical and functional properties of quinoa protein isolate.** *Annals of Agricultural Sciences*, 60(2), 297-305. doi:10.1016/J.AOAS.2015.10.007
- FAO. (2011). **Food and Agriculture Organisation (FAO) Quinoa: An Ancient Crop to Contribute to World Food Security.** doi:http://www.fao.org/3/aq287e/aq287e.pdf.
- Ghumman, A., Mudgal, S., Singh, N., Ranjan, B., Kaur, A., & Rana, J. C. (2021). **Physicochemical, functional and structural characteristics of grains, flour and protein isolates of Indian quinoa lines.** *Food Research International*, 140. doi:10.1016/j.foodres.2020.109982

- Guerreo-Ochoa, M., Pedreschi, R., & Chirinos, R. (2015). **Optimised methodology for the extraction of protein from quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.)**. *International Journal of Food Science & Technology*, 50, 1815–1822. doi:10.1111/ijfs.12834
- Liu, J., Ru, Q., & Ding, Y. (2012). **Glycation a promising method for food protein modification: physicochemical properties and structure, a review**. *Food Research International*, 49(1), 170-183. doi:10.1016/j.foodres.2012.07.034
- Martínez, J. (2011). **Estudio fisicoquímico funcional de los aislados proteicos en semillas de maracuyá (*Passiflora edulis* f)**. *Revista de la Facultad de Ciencias Básicas de la Universidad de Pamplona*.
- Mir, N. A. (2021). **Improvement in the functional properties of quinoa (*Chenopodium quinoa*) protein isolates after the application of controlled heat-treatment: Effect on structural properties**. *Food Structure*, 28(1), 181-194. doi:10.1016/j.foostr.2021.100189
- Mir, N. A., Riar, C. S., & Singh, S. (2019). **Effect of pH and holding time on the characteristics of protein isolates from *Chenopodium* seeds and study of their amino acid profile and scoring**. *Food Chemistry*, 28, 165-173. doi:10.1016/j.foodchem.2018.08.048
- Pellegrini, M., Lucas-Gonzales, R., Ricci, A., Fontecha, J., Fernández-López, J., Pérez-Álvarez, J. A., & Viuda-Martos, M. (2018). **Chemical, fatty acid, polyphenolic profile, techno-functional and antioxidant properties of flours obtained from quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) seeds**. *Industrial Crops and Products*, 111, 38-46. doi:10.1016/j.indcrop.2017.10.006
- Pickardt, C., Hager, T., Eisner, P., Carle, R., & Kammerer, D. R. (2011). **Isoelectric protein precipitation from mild-acidic extracts of de-oiled sunflower (*Helianthus annuus* L.) press cake**. *European Food Research and Technology*.
- Ran, X., Lou, X., Zheng, H., Gu, Q., & Yang, H. (2022). **Improving the texture and rheological qualities of a plant-based fishball analogue by using konjac glucomannan to enhance crosslinks with soy protein**. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 75. doi:10.1016/j.ifset.2021.102910
- Rivera, M. (2006). **Obtención, caracterización estructural y determinación de las propiedades funcionales de un aislado proteico de quinua orgánica (*Chenopodium quinoa*)**. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas Departamento de Ciencia de los Alimentos y Tecnología Química, Universidad de Chile, Chile
- Ruiz, G., Xiao, W., Van Boekel, M., Minor, M., & Stieger, M. (2016). **Effect of extraction pH on heat-induced aggregation, gelation and microstructure of protein isolate from quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.)**. *Food Chemistry*, 209, 203-210. doi:10.1016/j.foodchem.2016.04.052
- Sara, A., Mathé, C., Basselin, M., Fournier, F., Aymes, A., & Bianeis, M. (2020). **Optimization of sunflower albumin extraction from oleaginous meal and characterization of their structure and properties**. *Food Hydrocolloids*, 99. doi:10.1016/j.foodhyd.2019.105335
- Sathe, S., & Salunkhe, D. (1981). **Evaluación de las propiedades funcionales del frijol norteño: la emulsión, espumando, viscosidad y gelificación**. Mercedes edit. Caracas, Venezuela.
- Shen, Y., Tang, X., & Li, Y. (2021). **Drying methods affect physicochemical and functional properties of quinoa protein isolate**. *Food Chemistry*, 339(1). doi:10.1016/j.foodchem.2020.127823

Singh, N., Kaur, M., & Sandhu, K. (2005). **Physicochemical and functional properties of freeze-dried and oven dried corn gluten meals.** *Drying Technology*, 23, 975-988. doi:10.1081/DRT-200054253

Sobota, A., Świeca, M., Gęsiński, K., Wirkijowska, A., & Bochnak, J. (2020). **Yellow-coated quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) – physicochemical, nutritional, and antioxidant properties.** *J. Sci. Food Agric*, 2035-2042.

Tavano, O., de Miguel, M. J., Del Ciello, G., Martini, M., Bono, A., & Alves, L. (2022). **Isolation and evaluation of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) protein fractions. A nutritional and bio-functional approach to the globulin fraction.** *Current Research in Food Science*, 5, 1028-1037. doi:10.1016/j.crfs.2022.06.006

Urrutia, W. (2010). **Determinación de parámetros óptimos de extracción alcalina para la obtención de aislado proteico a partir de tarwi (*lupinus mutabilis*).** Universidad Nacional Micaela Bastidas. Abancay, Apurímac

Ventura, A. (2003). **Obtención de aislado proteico de la nuez del marañón (*Anacardium Occidentale* L.).** Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima, Peru.

# SOBERANÍA ALIMENTARIA DEL FRIJOL *PHASEOLUS VULGARIS* EN EL ESTADO DE MÉXICO MEDIANTE TECNOLOGÍA DE POTENCIAL PRODUCTIVO

*Data de aceite: 01/12/2022*

### **Georgel Moctezuma López**

MC. Investigador Titular. INIFAP. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales Programa de Socioeconomía. Programa de Geomática

### **Antonio González Hernández**

MC. Investigador Titular. INIFAP. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales Programa de Socioeconomía. Programa de Geomática

### **Ramiro Pérez Miranda**

MC. Investigador Titular. INIFAP. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales Programa de Socioeconomía. Programa de Geomática

### **Martín Enrique Romero Sánchez**

MC. Investigador Titular. INIFAP. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales Programa de Socioeconomía. Programa de Geomática

la productividad mediante la técnica de potencial productivo. Se eligió al frijol por ser un cultivo importante en la dieta mexicana y la entidad más poblada es el Estado de México y de acuerdo al Censo de Población y Vivienda 2020 tiene 16 992 418 habitantes. Los Distritos de Desarrollo Rural con potencial para el cultivo de frijol fueron: Toluca, Texcoco, Tejupilco, Atlacomulco, Coatepec de Harinas, Valle de Bravo y Jilotepec. Se consideraron dos tipos de potencial productivo: medio y alto. El objetivo de la investigación fue determinar el pp para el frijol en número de miles hectáreas para contribuir a la soberanía alimentaria de este producto de la canasta básica de los consumidores más necesitados. La metodología para la determinación del pp se basó en la detección de tres categorías y nueve variables: clima (temperaturas máxima, media y mínima y precipitación pluvial); suelo (profundidad, textura y edafología) y topografía (altitud y pendiente). Se identificaron con pp medio y alto, la cantidad de 994.4 miles de hectáreas susceptibles de siembra con frijol, los principales DDR con pp alto fueron: Valle de Bravo con 38.95%, Atlacomulco 20.04% y Toluca 17.37%, entre ambos sumaron el 74.36% de superficie susceptible.

**RESUMEN:** El mandato institucional del INIFAP es generar tecnologías agropecuarias y forestales para incrementar



Finalmente, las detecciones de estas superficies agrícolas puedan ser incluidas dentro de los programas gubernamentales de apoyo a los productores frijoleros y así incrementar sus niveles de ingreso para contribuir a un mayor bienestar y mejorar sus condiciones de vida.

## INTRODUCCIÓN

De acuerdo a Peter Rosset (2004: 1 p.): *“La soberanía alimentaria es el derecho de cada pueblo a definir sus propias políticas agro-pecuarias y en materia de alimentación, a proteger y reglamentar la producción agropecuaria nacional y el mercado doméstico a fin de alcanzar metas de desarrollo sustentable, a decidir en qué medida quieren ser autosuficientes, a impedir que sus mercados se vean inundados por productos excedentarios de otros países que los vuelcan al mercado internacional mediante la práctica del “dumping”... La soberanía alimentaria no niega el comercio internacional, más bien depende de la opción de formular aquellas políticas y prácticas comerciales que mejor sirvan a los derechos de la población a disponer de métodos y productos alimentarios inocuos, nutritivos y ecológicamente sustentable”*. Claire Heinisch (2013), señala que el concepto de soberanía alimentaria lo introdujo la Vía Campesina en la Cumbre contra el Hambre de la FAO en 1996 y menciona que es complementario al de seguridad alimentaria, término que apareció en la década de los años 70's bajo aspectos cuantitativos y cualitativos.

El frijol es fundamental para la alimentación del pueblo mexicano y es parte de su dieta diaria junto con el maíz y chile y forma parte de la canasta básica para determinar precios y cuantificar la inflación. Su nombre científico es *Phaseolus vulgaris* L. y pertenece a la familia de las Fabaceae y es una leguminosa comestible tanto verde (ejote) como en seco (semilla), su origen de acuerdo a Ulloa *et al.*, (2011) se remonta a más de 5 000 años A. C. y se encuentra en los cinco continentes y se considera Mesoamérica como el centro origen. De acuerdo a Medina *et al.*, (2016) señala que en México el frijol es el segundo cultivo en importancia después del maíz ya que, se siembra en 1 590 876 hectáreas en el país y de las cuales el 85% se siembra bajo condiciones de temporal y diversos sistemas de producción.

De acuerdo al Inegi (2020), el Estado de México es la entidad federativa más poblada de la nación, ya que, tiene una población total de 19 992 418 habitantes distribuidos en 125 municipios y en tres de ellos: Ecatepec de Morelos con 1 645 342, Nezahualcoyotl con 1 097 208 y Toluca con 910 608 se concentra poco más de la quinta parte (21.5%) de sus consumidores, en estos tres municipios se concentran 3 653 158 de sus pobladores que representan el 18.27% del total de sus pobladores, lo cual es todo un reto para el subsector agrícola de la entidad para alimentarlos.

Para lo anterior, el Estado de México cultiva frijol en una superficie de la magnitud que se muestra en el Cuadro 1.

<b>Distrito</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>
Toluca	13.00	30.75	27.50	28.00	16.00	6.00	7.00	0.00	10.00
Zumpango	16,243.00	13,347.00	7,689.50	9,908.70	9,503.00	9,547.00	9,955.00	8,531.00	4,636.00
Texcoco	2,485.00	2,669.00	2,546.00	2,014.00	1,921.00	1,730.00	1,813.00	1,624.00	969.00
Tejupilco	3.00	18.00	22.00	28.00	29.00	33.00	36.40	37.00	39.55
Atlacomulco	123.00	202.00	115.00	105.00	102.00	100.00	91.00	75.00	72.00
Coatepec Harinas	2,815.00	2,829.00	2,794.00	2,794.00	2,707.00	2,319.50	2,111.00	1,871.50	1,914.00
Valle de Bravo	379.00	245.00	263.00	294.00	296.00	192.00	301.00	312.00	304.00
Jilotepec	225.00	210.00	180.00	180.00	145.00	133.00	120.00	90.00	0.00
<b>Estado de México</b>	<b>22,286.00</b>	<b>19,550.75</b>	<b>13,637.00</b>	<b>15,351.70</b>	<b>14,719.00</b>	<b>14,060.50</b>	<b>14,434.40</b>	<b>12,540.50</b>	<b>7,944.55</b>
<b>Distrito</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	
Toluca	10.00	10.00	7.00	7.00	7.20	7.00	0.00	0.00	
Zumpango	6,988.00	6,703.00	6,049.00	3,959.00	1,754.90	1,728.37	472.70	1,851.68	
Texcoco	879.00	1,279.00	999.00	977.40	869.22	890.2	737.5	848.21	
Tejupilco	44.69	47.70	31.55	34.50	33.50	18.55	18.50	32.94	
Atlacomulco	65.00	75.00	89.00	82.00	35.00	17.00	42.00	37.50	
Coatepec Harinas	1,925.00	1,874.00	1,876.00	1,897.50	1,957.50	1,874.60	1,754.80	1,895.08	
Valle de Bravo	349.00	431.00	457.00	455.50	361.20	429.10	449.50	409.61	
Jilotepec	85.00	85.00	85.00	87.00	79.00	73.55	51.35	16.60	
<b>Estado de México</b>	<b>10,345.69</b>	<b>10,504.70</b>	<b>9,593.55</b>	<b>7,499.90</b>	<b>5,097.52</b>	<b>5,038.37</b>	<b>3,526.35</b>	<b>5,091.62</b>	

Cuadro 1. Superficie sembrada (hectáreas) de frijol por Distrito de Desarrollo Rural en el Estado de México durante el periodo 2003 – 2019.

Fuente: SIAP. Sader. Base de datos 2003 – 2019.

A nivel estatal se observa un franco deterioro en la superficie que se destina a la siembra de frijol, ya que se redujo en el periodo de los 17 años en 4.38 veces, en tanto, en 2003 se sembraron 22,286.00 hectáreas y solamente 5,091.62 has, en 2019, la evolución de esta situación se puede apreciar en la Figura 1.



Figura 1. Superficie sembrada de frijol (has) en el Estado de México durante el periodo 2003 – 2019 y línea de tendencia.

Elaboración propia con datos de SIAP – Sader, base de datos 2003 - 2019

La anterior gráfica muestra una tendencia con pendiente negativa y la curva que más se ajusta es una de tipo polinómica  $y = 21696x^2 - 1383x + 21417$  con una  $r^2 = 0.906$  que se considera aceptable. La curva presenta cinco incrementos en la superficie sembrada (años de 2006, 2009, 2012, 2013 y 2019), mismos que no fueron suficientes para detener la fuerte caída a lo largo del periodo. La caída en la superficie sembrada de frijol, al aplicar la función estadística de la tasa media de crecimiento anual (tmca) arrojó en el periodo de análisis, una tasa de tipo negativa con -8.32% y para los Distritos de Desarrollo Rural más representativos en la siembra de frijol: Coatepec de Harinas, Zumpango y Texcoco, también fueron negativas en -2.30%, -11.99% y -6.13% respectivamente y los cuatro DDR restantes del Edo. Mex., no son significativos en la superficie sembrada de esta leguminosa.

Con la superficie que se mencionó, la producción (toneladas) de frijol alcanzó las cifras que se muestran en el Cuadro 2.

Distrito	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Toluca	12.58	32.29	37.31	27.74	15.18	6.00	6.88		15.35
Zumpango	15,521.83	12,356.99	5,304.20	8,150.03	5,284.18	6,252.75	4,963.90	2,436.40	1,801.61
Texcoco	2,984.35	2,638.88	2,572.02	2,487.74	2,496.79	2,279.40	2,267.93	2,235.25	865.06
Tejupilco	1.4	8.64	9.38	11.83	14.64	17.15	16.90	21.19	19.93
Atlacomulco	103.2	174.45	102.50	82.60	82.80	73.70	75.30	52.25	47.40
Coatepec Harinas	2,885.10	2,950.50	2,725.70	2,711.20	2,630.15	2,385.25	2,175.41	1,596.40	1,703.21
Valle de Bravo	414	308.80	314.10	304.60	299.70	207.20	286.30	271.50	239.82
Jilotepec	168.15	151.25	125.25	109.75	97.50	87.50	58.50	51.00	
<b>Estado de México</b>	22,090.61	18,621.80	11,190.46	13,885.49	10,920.94	11,308.95	9,851.12	6,663.99	4,692.38
Distrito	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	
Toluca	30.00	31.00	7.00	7.35	8.64	10.85			
Zumpango	5,016.91	5,290.27	4,974.84	3,072.49	1,495.82	1,145.36	453.90	1,507.11	
Texcoco	974.75	1,519.63	1,203.74	1,188.46	1,010.11	1,017.59	844.95	1,020.02	
Tejupilco	24.69	25.87	13.63	15.87	17.41	8.65	10.93	17.60	
Atlacomulco	44.50	93.00	80.05	73.63	28.50	20.40	42.22	40.64	
Coatepec Harinas	1,591.49	1,761.55	2,046.58	2,339.38	2,404.23	2,437.28	2,330.61	2,364.82	
Valle de Bravo	286.60	371.50	395.80	384.45	298.10	433.95	518.13	412.81	
Jilotepec	57.60	62.46	54.45	73.37	74.88	65.14	31.45	11.39	
Estado de México	8,026.54	9,155.28	8,776.09	7,155.00	5,337.69	5,139.22	4,232.19	5,374.39	

Cuadro 2. Producción de frijol (toneladas) en el Estado de México por Distrito de Desarrollo Rural durante el periodo 2003 – 2018.

Fuente: SIAP. Sader. Base de datos 2003 – 2019.

La situación que se presenta con la superficie sembrada de frijol es muy similar a la de la producción de este alimento básico ya que la caída es de 4.11 veces entre el año de 2003 con respecto al de 2019, ya que, en el primer año de análisis se produjeron en el Edo. Mex., 22,090.61, mientras que en el último año solo se alcanzó la cifra de 5,374.39 toneladas. La evolución en la drástica caída del frijol en la entidad se muestra en la Figura 2.

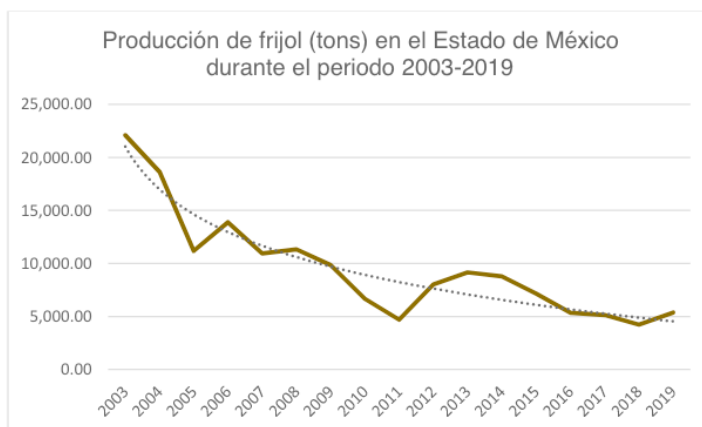


Figura 2. Producción de frijol en toneladas en el Estado de México durante el periodo 2003 – 2019.

Elaboración propia con datos de SIAP – Sader, base de datos 2003 - 2019

De la anterior gráfica se demuestra que la producción frijolera de la entidad tiene una tendencia con pendiente negativa y la curva que más se ajusta es una de tipo logarítmica  $y = -5816\ln(x) + 21017$  con una  $r^2 = 0.879$  que se encuentra dentro del rango aceptable. La gráfica tuvo cinco aumentos en la producción de frijol (años de 2006, 2008, 2012, 2013 y 2019), mismos que no bastaron para contener la fuerte caída a lo largo del periodo. El declive en la producción de esta leguminosa, al utilizar la función estadística de la tasa media de crecimiento anual (tmca) presentó durante el periodo de análisis, una tasa de tipo negativa con -7.98% y para los Distritos de Desarrollo Rural más representativos en la siembra de frijol: Coatepec de Harinas, Zumpango y Texcoco, también fueron negativas en -1.16%, -12.82% y -6.12% respectivamente y los cuatro DDR restantes (Toluca, Tejupilco, Atlacomulco, Valle de Bravo y Jilotepec) del Edo. Mex., no son significativos en la producción de frijol.

Con información de FIRA (2019) y SIAP (1999) mencionan que el consumo *per capita* de frijol tiene una tendencia a la baja ya que, en la década de los años 90's fue de 13 Kg/hab, para el 2000, bajo a 11 Kg/hab y en el 2018 se reportó 10.1 Kg/hab. Con los datos que se mostraron anteriormente de población y producción de frijol en el Estado de México, el consumo estimado de la leguminosa en la entidad es de 199 924 toneladas y con la producción que se genera en sus Distritos de Desarrollo Rural solo se cubre el 2.7% del consumo estatal y la diferencia tiene que ser traída de los principales estados productores tales como: Zacatecas, Sinaloa y Durango.

El objetivo del presente trabajo de investigación es determinar el potencial productivo en número de miles hectáreas de frijol en los Distritos de Desarrollo Rural del Estado de México para contribuir a la soberanía alimentaria de la entidad de esta leguminosa de la canasta básica de los consumidores más necesitados del país.

## METODOLOGÍA

El proceso metodológico se inició con la conformación de un equipo multidisciplinario de tres investigadores que cubrieron los perfiles necesarios para llevar las actividades de investigación del proyecto; dos de ellos adscritos en el Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales del INIFAP, con experiencia en áreas de potencial productivo, agroecología, suelos, agroindustrias y economía y un auxiliar de investigación de la Escuela Nacional de Trabajo Social de la UNAM con experiencia en planeación agropecuaria.

Los requerimientos agroecológicos para el cultivo del frijol fueron los siguientes: clima, temperatura en sus acepciones máxima, media y mínima, precipitación pluvial, suelo y de las variables topográficas, la altitud y pendiente, sus escalas se observan en el Cuadro 3.

Capa	Escala	Fuente
Temperatura mínima Temperatura máxima Temperatura media	1:1 000 000	Uniatmos 2019
Precipitación	1: 1 000 000	Uniatmos 2019
Edafología	1:25 000	INIFAP 2001
Tipos de Climas	1:1 000 000	Conabio 2010
Uso de suelo y vegetación	1:25 000	INEGI Serie V 2015
Modelo de Elevación Digital	1: 50 000	INEGI, 2018

Cuadro 3. Coberturas de las variables agroecológicas.

Las áreas potenciales se refirieron a la clasificación de aptitud de la tierra, como resultado parcial de la evaluación y agrupación de superficies específicas, en términos de su aptitud para utilización específica, misma que está en función de los requerimientos ecológicos del cultivo en particular y las condiciones y características de los sitios, variables que condicionan el sistema producto frijol y sus niveles de producción y productividad.

Para la delimitación de las áreas con potencial productivo en cada Distrito de Desarrollo Rural se usó el Proceso Analítico Jerarquizado (AHP, por sus siglas en inglés) que desarrolló Saaty en 1997, el cual resuelve problemas complejos con criterios múltiples. Su funcionalidad se estructuró en tres niveles: i) jerarquización, que representa el desglose del problema en sus partes integrantes, ii) establecimiento de prioridades entre los elementos de la jerarquía y iii) calificación de las preferencias relativas de los elementos, a partir de una escala subyacente, con escala de valores del 1 al 9. Finalmente, se excluyen las áreas inapropiadas para el cultivo del frijol, las superficies que se descartaron fueron: cuerpos de agua, áreas naturales protegidas, bosques, y zonas urbanas.

Las técnicas de evaluación multicriterio (EMC) para generar los niveles de aptitud

para el cultivo del frijol corresponden a la conjunción del AHP y la combinación lineal ponderada (WLC), cuyos criterios continuos (factores) se estandarizan en un intervalo numérico común, y enseguida se combinan por medio de un promedio ponderado. La estructura jerárquica de los criterios y subcriterios utilizados se muestra en la Figura 3.

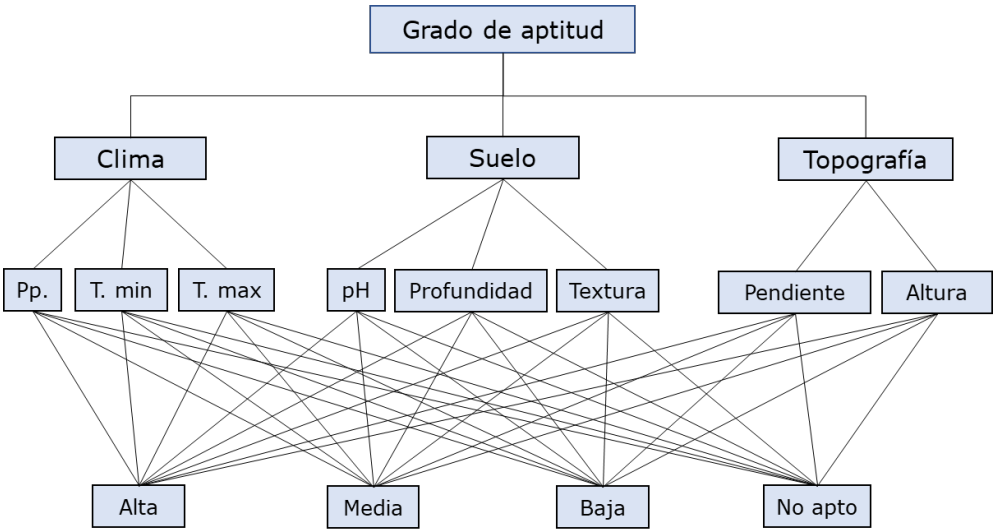


Figura 3. Estructura jerárquica de criterios y subcriterios.  
Fuente: Folleto técnico No. 25. Cenid Comef. INIFAP.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como producto de la cuantificación del número de hectáreas susceptibles de ser cultivadas con frijol en los Distritos de Desarrollo Rural del Estado de México, se presenta en el Cuadro 4 el potencial productivo de esta leguminosa el cual se expresa como alto y medio.

DDR	PP Medio	%	PP Alto	%
Toluca	105,795.27	18.55	59,509.63	14.03
Zumpango	0.00	0.00	0.00	0.00
Texcoco	17,438.18	3.06	73,652.84	17.37
Tejupilco	6,343.98	1.11	0.00	0.00
Atlacomulco	37,019.11	6.49	165,212.34	38.95
Coatepec de Harinas	57,876.94	10.15	0.00	0.00
Valle de Bravo	334,557.09	58.67	40,772.74	9.65
Jilotepec	11,218.02	1.97	84,966.93	20.04
Total Edo. Mex	570,254.59	100.00	424,144.48	100.00

Cuadro 4. Potencial productivo alto y medio en número de hectáreas de frijol por Distrito de Desarrollo Rural del Estado de México  
Fuente: elaboración propia con la base de datos del Cenid Comef. INIFAP.

Del cuadro anterior y con relación al potencial productivo medio, se detectaron 570.3 mil hectáreas susceptibles de sembrarse con frijol en el Estado de México, el Distrito de Desarrollo Rural que destaca es el de Valle de Bravo en el que se encontraron 334.6 miles de hectáreas que representan más de la mitad (58.67%) del potencial productivo medio en la entidad, siguen en orden de importancia los DDR de Toluca y Coatepec de Harinas con 18.55% y 10.15% respectivamente; entre estos tres distritos se concentra el 87.37% de la superficie para esta leguminosa, en Zumpango no se detectó potencial productivo medio y Tejupilco tiene una contribución marginal (1.11%).

En la Figura 4 se muestra un mapa con el potencial productivo medio y alto del Distrito de Desarrollo Rural Valle de Bravo del Estado de México.

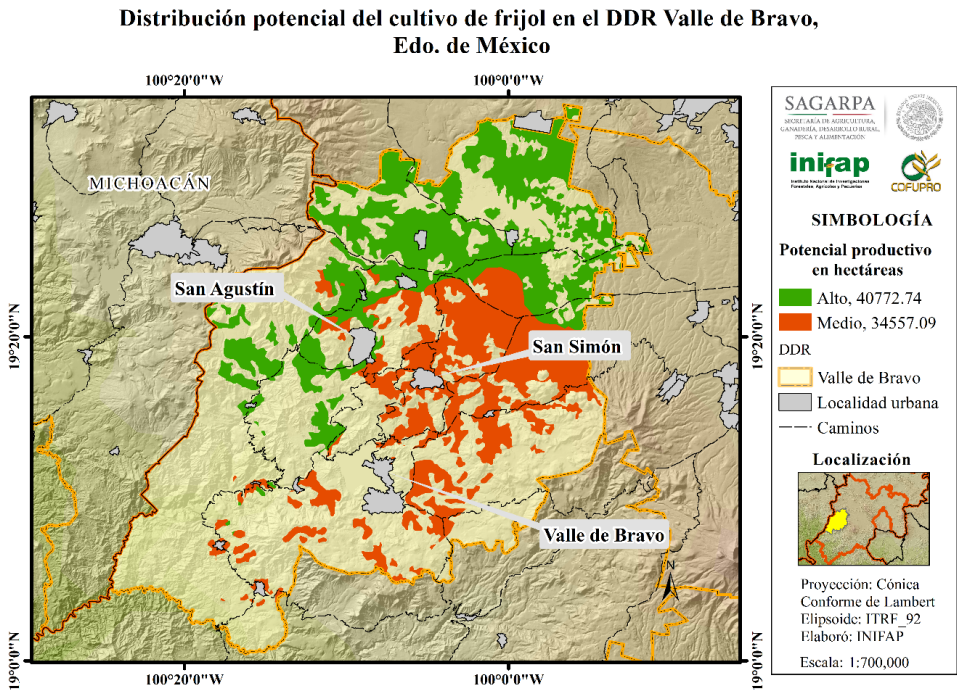


Figura 4. Mapa de potencial productivo medio y alto del frijol del Distrito de Desarrollo Rural Valle de Bravo, Estado de México.

Fuente. Agenda Técnica Agrícola. Estado de México. 2017. INIFAP.

El segundo Distrito de Desarrollo Rural en orden de importancia para el potencial productivo del cultivo de frijol en el Estado de México fue el de Atlacomulco, cuyas características se presentan en la Figura 5.



## Distribución potencial del cultivo de frijol en el DDR Atlacomulco, Edo. de México

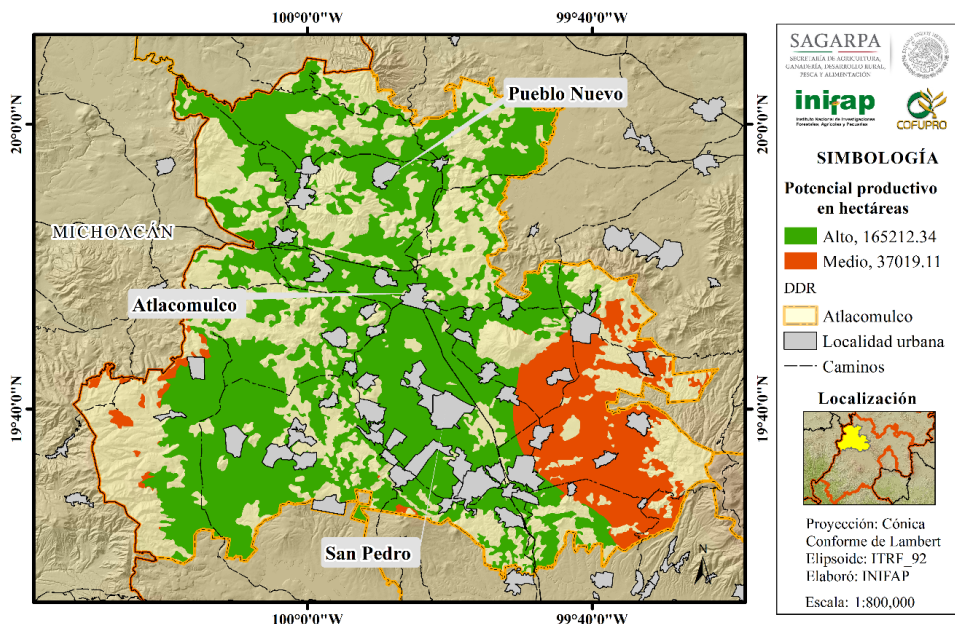


Figura 5. Mapa de potencial productivo medio y alto del frijol del Distrito de Desarrollo Rural Atlacomulco, Estado de México.

Fuente. Agenda Técnica Agrícola. Estado de México. 2017. INIFAP.

El Distrito de Desarrollo Rural con mayor potencial productivo para el cultivo del frijol en su rango alto fue Atlacomulco con 165,212.34 hectáreas, DDR que se ubica al poniente del Estado de México y colindante con el municipio de Tlalpujahua de Rayón del estado de Michoacán. El potencial alto se encuentra distribuido prácticamente en todo el Edo. Mex., a excepción de la zona suroriente en donde predomina el potencial mediano.

El tercer Distrito de Desarrollo Rural con capacidad de potencial para el frijol fue el de Toluca en el que predomina la superficie con aptitudes de rendimiento medio y que se observa en la Figura 6.

## Distribución potencial del cultivo de frijol en el DDR Toluca, Edo. de México

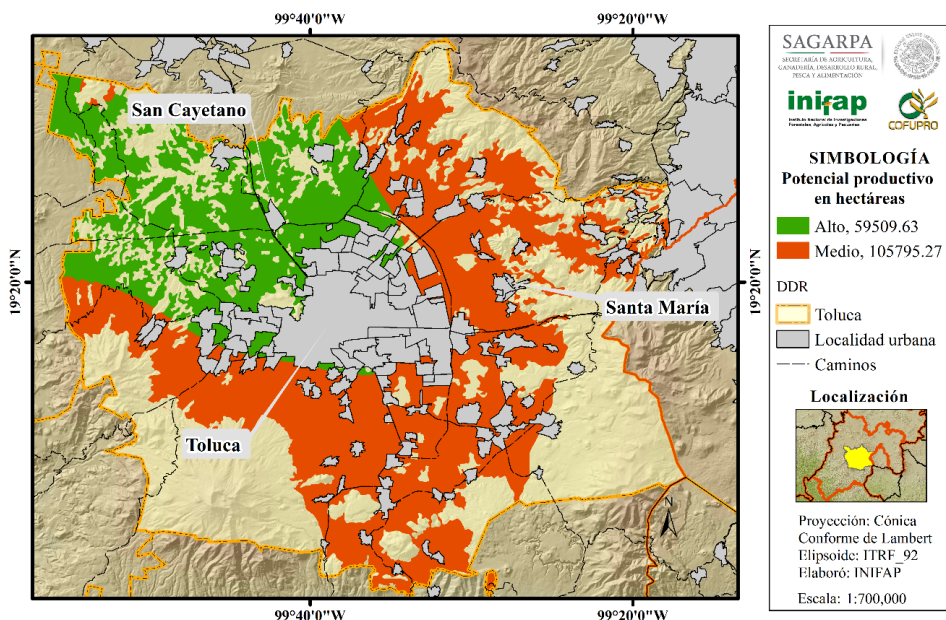


Figura 6. Mapa de potencial productivo medio y alto del frijol del Distrito de Desarrollo Rural Atlacomulco, Estado de México.

Fuente. Agenda Técnica Agrícola. Estado de México. 2017. INIFAP.

El Distrito de Desarrollo Rural con potencial de tipo medio fue Toluca, la capital de la entidad con una superficie de 165,304.90 hectáreas, las cuales prácticamente rodean el DDR a excepción de la zona noroeste en donde se localizan las superficies con potencial alto. Este Distrito presenta la particularidad de que la mancha urbana, al igual que todas las grandes ciudades, avanza hacia las zonas rurales y cada vez se pierden hectáreas agrícolas en pro de la urbanización.

El cuarto Distrito de Desarrollo Rural con potencial productivo para el cultivo de este alimento básico destinado a satisfacer necesidades alimenticias de poblaciones pobres fue el de Jilotepec el cual se muestra en la Figura 7.

## Distribución potencial del cultivo de frijol en el DDR Jilotepec, Edo. de México

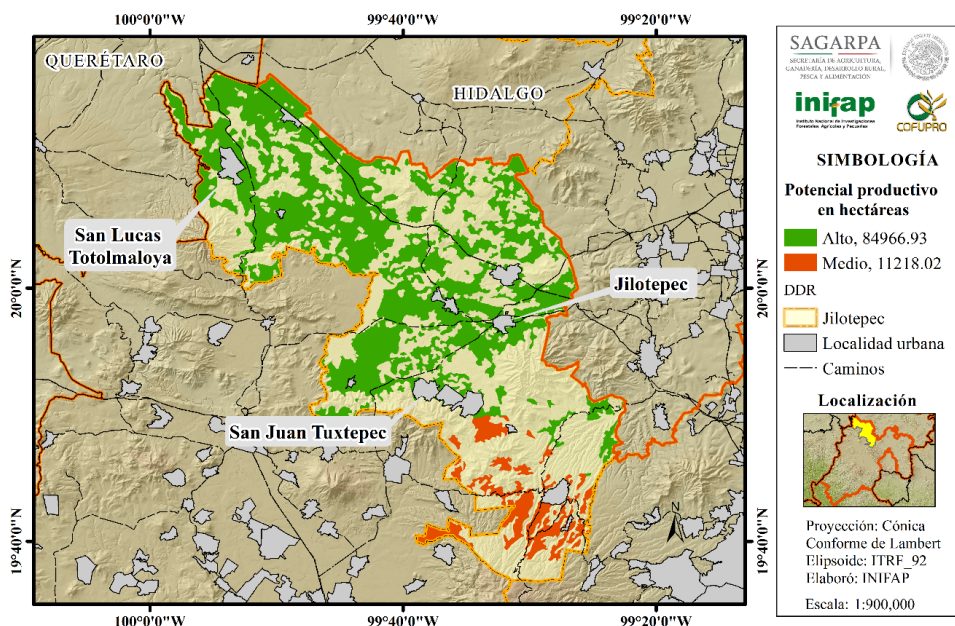


Figura 7. Mapa de potencial productivo medio y alto del frijol del Distrito de Desarrollo Rural Jilotepec, Estado de México.

Fuente. Agenda Técnica Agrícola. Estado de México. 2017. INIFAP.

El DDR de Jilotepec se ubica en la parte norte de la entidad y colinda con los estados de Hidalgo y Querétaro; el potencial alto se encuentra en todo el norte del Distrito y las superficies de potencial medio quedan hacia el sur. La superficie apta para la siembra de frijol con potencial productivo alto fue de 84,966.93 hectáreas con un alto predominio sobre las áreas de potencial medio.

Con respecto al potencial productivo de tipo alto, se cuantificaron 424.1 miles de hectáreas para cultivarse con frijol, sobresale el DDR de Atlacomulco con 165.2 miles de hectáreas que representan poco más de la tercera parte (38.95%) que se consideran aptas para el cultivo de este alimento básico en el Edo. Mex., los dos siguientes DDR que siguen en orden de importancia son Jilotepec y Texcoco con 20.04% y 17.37% respectivamente; en los tres DDR que se mencionan se concentra poco más de las dos terceras partes (76.36%) de las hectáreas con potencial productivo alto y Tejupilco y Coatepec de Harinas no reportan superficie con potencial productivo alto.

Los rendimientos medios por hectárea (toneladas/hectárea) de frijol en sus mínimos y máximos que se presentaron en los Distritos de Desarrollo Rural del Estado de México bajo la modalidad de temporal durante el periodo 2003 – 2019 se presentan en el Cuadro 5.

Distrito	R min t/ha	Año incidencia	R max t/ha	Año incidencia
Toluca	0.97	2003	3.10	2013
Zumpango	0.39	2010	0.92	2003
Texcoco	0.90	2004	1.37	2010
Tejupilco	0.42	2006	0.60	2010
Atlacomulco	0.60	2011	1.90	2013
Coatepec Harinas	0.78	2012	1.29	2018
Valle de Bravo	0.73	2016	1.28	2005
Jilotepec	0.49	2009	0.95	2016
Estado de México	0.65	2010	1.15	2018

Cuadro 5. Rendimientos medios por hectárea (ton/ha) de frijol de temporal en los Distritos de Desarrollo Rural del Estado de México en el periodo 2003 – 2019.

Fuente: SIAP. Sader. Base de datos 2003 – 2019.

Del anterior cuadro, se observa que el menor rendimiento medio por hectárea en frijol de temporal se presentó en el DDR Zumpango en el año 2010 y el mayor de los rendimientos fue en el DDR Toluca en 2013 y el dato que se tomó en cuenta para inferir la contribución a la soberanía alimentaria de esta leguminosa fue el del rendimiento en el Estado de México de 1.15 tons/ha. Se elige el sistema de producción de temporal porque es el predominante en la siembra de frijol en toda la entidad, ya que, durante el periodo de análisis ocupó en promedio el 91.4% de la superficie sembrada.

Con los anteriores parámetros de rendimiento y superficie con potencial productivo alto, la contribución a la soberanía alimentaria de frijol se muestra en el Cuadro 6.

DsDsR	Sup (has) pp alto	R medio/ha	Produc adic tons
Estado de México	424,144.48	1.15	487,766.15

Cuadro 6. Producción adicional estimada de frijol en el Estado de México con la superficie de potencia productivo alto y el rendimiento medio por hectárea en condiciones de temporal.

Fuente: elaboración propia con datos de SIAP y del Cenid Comef, INIFAP.

Del cuadro anterior se desprende que bajo la tónica de sembrar bajo condiciones de temporal y con el rendimiento medio por hectárea se tendría cubierto el consumo de este alimento de la canasta básica en 2.44 veces las necesidades de la población mexiquense y bajo el supuesto de que solo se puedan sembrar la mitad de la superficie se cubriría el 100% de la demanda de la entidad y se tendría un remanente de 43,959 toneladas.

Osuna *et al.*, (2012) menciona que en un estudio de rendimientos con frijol pinto en el estado de Aguascalientes los rendimientos bajo condiciones de temporal en el año 2010, el mínimo y máximo fueron de 0.38 a 0.84 toneladas por hectárea y su repetición en el 2011, fueron de 1.53 t/ha como mínimo y de 1.90 t/ha como máximo y al comparar con el

estimado del presente estudio, se cuantificó en 0.75 t/ha menos.

Ayala *et al.*, (2021) señalan que los principales estados productores de México son Zacatecas, Chihuahua y Durango, entre estas tres entidades se cosecha poco más de la mitad de este alimento y sus rendimientos alcanzan a poco más de los 0.6 ton/ha<sup>-1</sup> para Zacatecas, no obstante ser el principal productor, su dependencia del temporal lo coloca con un rendimiento medio por hectárea bajo, Chihuahua llegó casi 0.9 ton/ha<sup>-1</sup> y Durango tuvo el menor rendimiento, con un alrededor de 0.55 ton/ha<sup>-1</sup>. Caso contrario ocurrió con Sinaloa en donde se realizó el cultivo bajo condiciones de riego y con un rendimiento de 1.8 ton/ha<sup>-1</sup> que prácticamente triplica sus rendimientos con relación a los otros estados.

## CONCLUSIONES

La producción de frijol en el Estado de México es totalmente insuficiente para cubrir la demanda de esta gramínea, ya que se identifica un déficit en la misma y bajo la determinación de potencial productivo en sus modalidades de medio y alto en los diversos Distritos de Desarrollo Rural de la entidad, la contribución para alcanzar la soberanía alimentaria de este alimento de la canasta básica de los mexiquenses es alta ya que, tan solo con solo el 50% de la superficie con potencial productivo alto y con un rendimiento medio por hectárea conservador y de temporal, mismo que depende de la cantidad de precipitación pluvial que cae año con año, se cubren las necesidades de la demanda y se generarían excedentes para su comercialización en otros estados del país.

## REFERENCIAS

Ayala, G. A.V., J. A. Acosta G. y L. Reyes M. (2021). El cultivo del frijol presente y futuro para México. Libro Técnico No. 1.

Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA) (2019). Panorama Agroalimentario. Frijol 2019. Dirección de Investigación y Evaluación Económica y Sectorial. Banco de México. Ciudad de México. México. 23 pp.

Instituto Nacional de Estadística. Geografía e Informática (2020). Censo Nacional de Población y Vivienda. Aguascalientes, Ags. México.

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) (2017). Agenda Técnica Agrícola. Estado de México. Ciudad de México. México. 428 pp.

Medina G., G., J. A. Ruiz C., V. M. Rodríguez M., J. Soria R., G. Díaz P. y P. Zarazúa V. (2016). Efecto del cambio climático en el potencial productivo del frijol en México. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. Publicación Especial. Número 13, 1 enero-14 febrero. 2465- 2474 pp.

Moctezuma L., G., E. Ortiz C., J. M. Hernández C., V. H. Díaz F. y L. Velázquez F. (2017). Evaluación financiera de plantaciones de hule [*Hevea brasiliensis* (Wild ex A. Juss) Mull. Arg.] en el trópico húmedo mexicano. Folleto Técnico No. 25. Cenid Comef, INIFAP. Ciudad de México. 38 pp.

Rosset P. (2004). Soberanía Reclamo Mundial. [https://www.researchgate.net/publication/267623543\\_Soberania\\_Alimentaria\\_Reclamo\\_Mundial\\_del\\_Movimiento\\_Campesino](https://www.researchgate.net/publication/267623543_Soberania_Alimentaria_Reclamo_Mundial_del_Movimiento_Campesino)

Saaty, T. L. (1997). Toma de decisiones para líderes. El Proceso Analítico Jerárquico: La Toma de Decisiones en un mundo complejo. RWS. Pittsburgh, PA, USA. 424 pp

Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera (1999). Situación Actual y Perspectivas de Frijol en México 2000 – 2005. Distrito Federal, México. 96 pp

Osuna C. E. S., L. Reyes M., J. S. Ramírez P. y M. A. Martínez G. (2012). Rendimiento de frijol Pinto Saltillo en altas densidades bajo temporal. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. Volumen 3. Número 7. 1 de septiembre-31 de octubre. 1389-1400 pp.

Ulloa J. A., P. Rosas U., J. C. Ramírez R. y B. E. Ulloa R. (2011). El frijol (*Phaseolus vulgaris*): su importancia nutricional y como fuente de fotoquímicos. Revista Fuente. Año 3. Número 8. Julio – septiembre. Universidad Autónoma de Nayarit. México. pp 5-9



# ESTABLECIMIENTO DE ZONAS DE REFUGIO DE INSECTOS EN ESPACIOS EDUCACIONALES: HERRAMIENTAS PARA EL APRENDIZAJE EN AULA

---

*Data de aceite: 01/12/2022*

### **Marta Verónica Alborno**

Centro Regional de Investigación e Innovación para la Sostenibilidad de la Agricultura y los Territorios Rurales, Centro Ceres Pontificia Universidad Católica de Valparaíso

### **Jaime Abrahm Verdugo Leal**

Universidad de Talca, Facultad de Ciencias de la Educación, Pedagogía en Ciencias Naturales y Exactas. Universidad de Talca

### **Camila González-Santander**

Centro Regional de Investigación e Innovación para la Sostenibilidad de la Agricultura y los Territorios Rurales, Centro Ceres Pontificia Universidad Católica de Valparaíso

### **Alejandra González**

Escuela Cajón de San Pedro de la Corporación Juntos E.V.

### **Beatrix Loos**

Escuela Cajón de San Pedro de la Corporación Juntos E.V.

**RESUMEN:** “Establecimiento de zonas de refugio de insectos en espacios educativos”, es una iniciativa pedagógica, a través de la incorporación de un problema socio-científico que busca fortalecer las relaciones que establecen los niños y niñas con su entorno, específicamente con los insectos, mediante la instalación de zonas de refugio en espacios educativos. Para ello se planteó la construcción e instalación de hogares de insectos asociados a una zona con plantas nativas e introducidas, como zonas de refugio de insectos, que permitan su atracción, mantención, desarrollo y protección. Estas zonas de refugio fueron instaladas en diferentes establecimientos educativos de comunas de la región de Valparaíso en Chile. Cada zona de refugio se reforzó con un programa educativo para niños, niñas y educadores, para la identificación de insectos a través de taxonomía básica, su clasificación y concientización de la pérdida de la biodiversidad entomológica, además de técnicas básicas de monitoreo de insectos. Las zonas de refugio se transformaron para los estudiantes, en una herramienta de monitoreo ambiental de la biodiversidad insectil presente en la zona de estudio. A través de este estudio se logró

fortalecer las relaciones que establecen los niños y niñas con su entorno, específicamente con los insectos, mediante la indagación científica escolar, en el cual los estudiantes lograron por medio de la observación y la comunicación construir su propio conocimiento a través del hacer. Esta iniciativa permitió que los niños y niñas sean parte de la construcción de conocimiento, por medio de la experiencia y el contacto directo con los insectos, logrando así, transformar su percepción sobre estos y desarrollando una actitud crítica y responsable con el entorno.

**PALABRAS CLAVE:** Biodiversidad, educación ambiental, conservación, metodologías activas de enseñanza.

**ABSTRACT:** “Establishment of refuge areas for insects in educational spaces”, is a pedagogical initiative, through the incorporation of a socio-scientific problem that seeks to strengthen the relationships that children establish with their environment, specifically with insects, by the installation of refuge areas in educational spaces. For this, the construction and installation of insect homes associated in an area with native and introduced plants was proposed, as refuge areas for insects, which allow their attraction, maintenance, development, and protection. These refuge areas were installed in different educational establishments of different location in the Valparaíso region, Chile. Each refuge area was reinforced with an educational program for children and educators, for the identification of insects through basic taxonomy, their classification and awareness of the loss of entomological biodiversity, in addition to basic insect monitoring techniques. The refuge areas were transformed for the students into an environmental monitoring tool for the insect biodiversity present in the study area. In this study, it was possible to strengthen the relationships that children establish with their environment, specifically with insects, through scientific school inquiry, in which students managed to build their own knowledge through observation and communication. This initiative allowed children to be part of the construction of knowledge, with the experience and direct contact with insects, thus transforming their perception of them and developing a critical and responsible attitude towards the environment.

## INTRODUCCIÓN

Diversos factores impactan negativamente a los insectos, entre los cuales se menciona al cambio climático, pérdida de hábitat, introducción de especies animales y vegetales exóticas, enfermedades y el avance de las ciudades hacia las áreas rurales (McKinney, 2008; Van Dyck et al., 2009; Potts et al., 2010; Abrol, 2012; González-Varo et al., 2013;). Los ecosistemas en las ciudades se caracterizan por la reducción de hábitats originales, los cuales son altamente perturbados y fragmentados (McKinney, 2008). Pese a estas perturbaciones y fragmentaciones en los hábitats urbanos, se ha demostrado que las ciudades, sin embargo, albergan un gran número de insectos (Hennig y Ghazoul, 2011; Baldock et al., 2015).

Lo anterior ha generado un creciente interés por estudiarlos y conservarlos (Harrison y Winfree, 2015), especialmente en espacios urbanos. Es por ello que, en el último tiempo, han aumentado las iniciativas sobre el estudio de la biodiversidad de insectos en



espacios urbanos (Fetridge et al. 2008, Matteson et al. 2008, Wojcik et al. 2008, Frankie et al. 2009, Hernandez et al. 2009). Sin embargo, una de las más importantes pero menos estudiadas, es la capacidad que tienen los hábitat urbanos de albergar una gran cantidad de fauna insectil en parques, arboledas, incluso pequeños jardines y corredores verdes, los cuales entregan servicios ecosistémicos para la comunidad (Galindo-Bianconi et al., 2012), pudiendo tener un rol preponderante en el aprendizaje sobre diversidad de plantas e insectos (Barbosa et al., 2007), lo cual se convierte en una manera simple, de conocer y conservar la biodiversidad insectil en el mundo moderno (Montalva, 2010).

Actualmente la enseñanza de las ciencias debe incorporar no tan solo el traspaso de los conocimientos científicos, sino que además requiere alfabetizar científicamente a los estudiantes, para que puedan desarrollarse en un mundo complejo que incorpora la ciencia y tecnología y además sean capaces de dar opiniones fundamentadas e informadas (España y Prieto, 2010). Para lograr esto, Arisa et al. (2014) señala que la educación en ciencias debe estar basada en problemas socio-científicos y educación ciudadana, los cuales corresponderán a problemáticas contextualizadas que el estudiante conoce y comprende más fácilmente, articulando aspectos a nivel personal, interpersonal y muchas veces con planteamientos éticos y morales. Considerando lo anterior, se generó una problemática socio-científica, para poder educar considerando el entorno social-político de los estudiantes. Esta problemática estaba basada en la creación de zonas de refugio de insectos en espacios educacionales, que motiven a los estudiantes a explorar, conocer y comprender cómo funciona todo lo que los rodea, educando su curiosidad natural, guiándola hacia hábitos de pensamiento sistemático y autónomo y generando un aprendizaje significativo en los estudiantes (Arango et al. 2002; Furman y Podestá 2011). En este contexto, nosotros propusimos como hipótesis que las escuelas y colegios son una plataforma de aprendizaje para valorar la importancia de los insectos, reconocer el rol que tienen en la naturaleza y crear espacios de conservación y refugio. Los insectos son un grupo de animales que despierta poderosamente la curiosidad de los estudiantes, especialmente durante sus primeros años de educación, es por ello que la iniciativa buscó fortalecer las relaciones que establecen los niños y niñas con su entorno, específicamente con los insectos mediante la instalación de zonas de refugio en espacios educacionales.

## METODOLOGÍA

### Área del estudio

*Lugar de intervención:* la investigación fue desarrollada desde el mes de marzo de 2019 a marzo 2020, el cual contó con la participación de 12 establecimientos educacionales de la Región de Valparaíso en Chile y se trabajó con alumnos de segundo básico a cuarto medio, apoderados, profesores, y paradocentes. La experiencia nace a partir del proyecto

adjudicado por la *Corporación Juntos E.V.* y *Centro Ceres*, iniciativa que involucró un universo de 160 participantes.

## **Capacitación en construcción de hogares de insectos e instalación de zonas de refugio para insectos**

*Capacitación en construcción de hogares de insectos:* esta actividad fue realizada en conjunto con los niños, niñas y/o jóvenes de las diferentes escuelas, profesores y paradoscentes, en la construcción se utilizó la técnica Shou – Sugi – Ban de protección de la madera (quemado de madera). La capacitación consistió en una actividad práctica para elaborar los hogares de insectos con diferentes materiales naturales. Además se les enseñó a niñas y niños, la utilización de herramientas y sus usos. Tanto adultos como niños trabajaron en conjunto y en diferentes sesiones para construir los hogares de insectos, utilizando la metodología basada en proyectos (Sanmartí y Márquez 2017; Martin and Rodríguez 2015).

*Limpieza y acondicionamiento del espacio para instalación de hogares de insectos y zona de refugio:* en cada de uno de los 12 establecimientos educacionales al proyecto se ubicó un lugar estratégico para los hogares de insectos, el cual fue definido previa coordinación con los niños, niñas, jóvenes y/o adultos de cada establecimiento educacional, apoyados por criterios técnicos establecidos por el equipo de investigadores (Centro Ceres) y revisado por el equipo ejecutor (*Corporación Juntos E.V.*). Luego de manera participativa con la comunidad se procedió a realizar la limpieza y acondicionamiento del espacio físico.

La comunidad realizó la construcción e instalación de los hogares de insectos y además se realizó el trasplante de especies vegetales para formar la zona de refugio. Las especies fueron: lavanda (*Lavandula angustifolia*), romero (*Rosmarinus officinalis*), tomillo (*Thymus vulgaris*), alysum (*Alyssum maritimum*), caléndula (*Calendula officinalis*), bacaris (*Bacharis macraei*), escalonia (*Escallonia myrtoidea*), azulillo (*Pasithea coerulea*), vervena (*Gladularia verteri*) y trique (*Libertia sessiflora*).

## **Talleres y salidas educativas con los participantes**

*Salidas pedagógicas:* Para una mejor comprensión de los niños y niñas en torno al reconocimiento de los insectos y comprender su función en la naturaleza se realizaron 12 jornadas de capacitaciones teóricas-prácticas (salidas pedagógicas), una salida inter-escolar y una feria educativa en donde participaron algunos establecimientos educacionales. En estas actividades se abordaron temas como: a) insectos y su importancia multidimensional y su peligro de extinción; b) reconocimiento de insectos según orden taxonómico; c) técnica en metodologías de monitoreo; d) uso de hogares de insectos e incorporación de bandas florales. Las capacitaciones a los participantes fueron realizadas por investigadores del Centro Ceres, mediante charlas teóricas, presentaciones, capturas y monitoreo, revisión de insectos bajo microscopio y clasificación taxonómica.

*Salidas pedagógicas teórica-prácticas en Centro Ceres:* los alumnos de los 12

establecimientos educacionales tuvieron la oportunidad de participar de salidas pedagógicas para conocer el mundo de los insectos. La salida pedagógica se inició con una charla expositiva donde los alumnos, apoderados y profesores asistentes, pudieron aprender y generar interrogantes que fueron discutidas en la actividad. Se continuó con una visita a terreno en el módulo agroecológico del Centro Ceres, donde pudieron observar diversos cultivos asociados a una gran biodiversidad de plantas e insectos, con los principales actores de ese ecosistema, para terminar con la observación bajo lupa estereoscópica de diversos insectos capturados por ellos en la visita a terreno. Los insectos capturados fueron devueltos a su hábitat una vez observados (Figura 1).

*Salidas pedagógicas inter-escolares:* estas jornadas tuvieron como objetivo, que los estudiantes de todos los establecimientos educacionales participantes, compartieran experiencias, además de reforzar los conocimientos para realizar el monitoreo, clasificación e identificación de los insectos. Para esto se realizaron actividades lúdicas, como dinámicas, juegos, exposiciones de trabajos, observación directa de insectos en senderos educativos. Esto fue realizado en el Parque Nacional La Campaña y contó con un equipo de guarda parques de Corporación Nacional Forestal (CONAF), a cargo de los senderos y con investigadores del Centro Ceres, como responsables de las capacitaciones sobre insectos presentes en la ruta.

*Feria educativa:* esta actividad se realizó en una plaza pública de la comuna de Quillota, tuvo como objetivo concientizar y educar a niños y la comunidad en general sobre los insectos y su importancia. Se instalaron diferentes stands, como el científico donde los presentes pudieron observar los insectos a través de lupas estereoscópicas electrónicas, elaboración de insectos en origamis, muestra fotográfica, concurso de pintura en temática de los insectos.



Figura 1: Actividades de reconocimiento de insectos en terreno y laboratorio.

## Reconocimiento y clasificación de Insectos en el área de estudio

*Reconocimiento y clasificación de insectos:* Cada establecimiento educacional efectuó un monitoreo de insectos en la zona de refugio, con una frecuencia mensual. La captura de insectos se realizó con mallas entomológicas de captura, las cuales se pasaron 10 veces sobre la zona de refugio de insectos. Una vez capturado los insectos con la red entomológica fueron colocados en un frasco de vidrio y clasificados según Orden taxonómico, para luego ser liberados nuevamente en las zonas de refugio. Los datos obtenidos fueron registrados por el encargado de cada establecimiento, en una plataforma digital de clasificación taxonómica de insectos del Centro Ceres, cuya información generó curvas de presencia de insectos en la zona de refugio de cada establecimiento educacional. Además, en cada monitoreo se realizó registro fotográfico de al menos 5 insectos diferentes para verificar la clasificación taxonómica realizada por los alumnos.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Resultados científicos del proyecto

*Reconocimiento y clasificación de Insectos identificados en las zonas de refugio:* Al momento de cada colecta y observación de insectos en cada uno de los establecimientos educacionales, se logró identificar dos órdenes taxonómicos de insectos que siempre estuvieron presente, Dípteros e Himenópteros, a estos órdenes corresponden insectos como las moscas y abejas respectivamente. Coleópteros y Hemípteros fueron los

segundos órdenes que mayormente aparecieron en todos los colegios, como escarabajos, coccinélidos, pulgones, etc. (Figura 2). Es por ello que este trabajo permitió que niños, niñas, profesores y apoderados aprendieran a reconocer los insectos presentes en su entorno y visualizar el rol que ellos cumplen en el ecosistema. La guía de procedimiento de captura de insectos fue utilizada en los establecimientos se deja en el anexo 1.

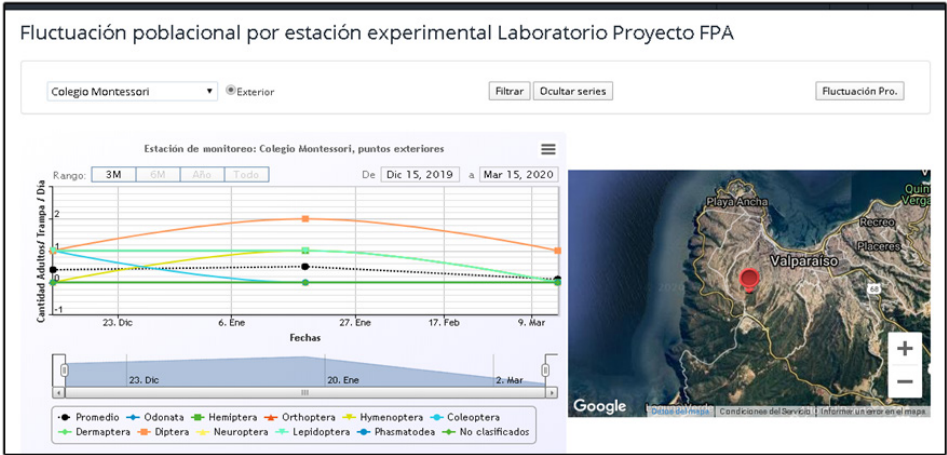


Figura 2: Curvas de monitoreo de órdenes de insectos encontrados en las zonas de refugio.

## Resultados del proceso enseñanza- aprendizaje del proyecto

*Metodología Basada en Proyecto:* la construcción del hogar de insectos y las zonas de refugio mostraron la capacidad en los alumnos de aprender a construir o desarrollar un proyecto a partir de temáticas socio-científicas en las cuales generan interés en su aprendizaje, al ser una problemática contextualizada en su entorno. El principal resultado de aprendizaje fue que los alumnos, en cada establecimiento, mostraron la habilidad de construir los hogares de insectos y la zona de refugio utilizando materiales y herramientas de su entorno (Figura 3). Esta propuesta metodológica permite incorporar los objetivos de las unidades de aprendizaje a la solución de un problema, beneficiando el desarrollo de habilidades del pensamiento científico del estudiante, generando oportunidades para impulsar enfoques innovadores de aprendizaje y de enseñanza, y lograr trabajar en grupos heterogéneos y promoviendo el aprendizaje cooperativo y la reflexión, por lo que supone un esfuerzo considerable de adaptación tanto para el alumno como para el docente (Sanmartí y Márquez, 2017). Además, con el desarrollo de este problema socio-científico, se trabajó desde variados campos disciplinarios, como en este caso fue la ecología, entomología y botánica, aportando en los estudiantes en la aplicación de sus conocimientos a un contexto específico (Rueda Garzón y Garzón Molina, 2016).



Figura 3: Hogares de insectos elaborados por estudiantes.

*Metodología Activa de Enseñanza:* mediante las salidas pedagógicas teórica-prácticas en Centro Ceres y la salida pedagógicas inter-escolares, los alumnos de cada establecimiento alcanzaron su aprendizaje a partir de actividades fuera del aula, a partir de la recolecta de insectos, su reconocimiento y clasificación; mediante esta metodología, los alumnos lograron adquirir el conocimiento y socializarlo entre ellos (Cerna y Díaz, 2013). Arango et al. (2002), destaca que cuando los estudiantes adquieren la habilidad de aprender con autonomía y son capaces de pensar críticamente, pueden identificar que las acciones que ellos realicen tendrán consecuencias en el entorno de sus aulas. Se ha comprobado que tanto para estudiantes y profesores una salida pedagógica son tácticas didácticas que posibilitan el aprendizaje participativo dentro del proceso ideal de construcción del conocimiento cognitivo que se genera en el aula (Guerrero et al., 2019). Esto permitió entender el rol que ejerce el entorno sobre los conocimientos de los alumnos y profesores de los establecimientos educacionales. Por otro lado, los eventos educativos, generalmente se despliegan en espacios fuera de las aulas, lo que permite que estudiantes y profesores interactúen entre sí y se genere la participación, formación, enseñanza y aprendizaje, motivando encuentros, descubrimientos, el asombro, reflexión y la discusión entre los participantes, así como la promoción de actitudes colaborativas y de comunicación (Budejo y Roqué, 2012).

*Evaluación Formativa:* a través de todas las actividades del proyecto, los investigadores, profesores y encargados del proyecto fueron valorando los procesos de aprendizaje individuales de cada uno de los alumnos, identificando temáticas que debieron reforzarse, para lograr un aprendizaje significativo para un adecuado desarrollo de sus competencias. En estas evaluaciones se pudieron observar, que los estudiantes desarrollaron saberes cognitivos, procedimentales y actitudinales logrando reconocer órdenes y especies de insectos, además de comprender el valor de los insectos en el medio ambiente y la biodiversidad. La importancia de la evaluación formativa, según Talanquer (2015), radica en que los docentes a partir de recolección de evidencias pueden

implementar acciones para mejorar la comprensión de los estudiantes, incentivando su pensamiento crítico y realizando inferencias sobre la comprensión de los educandos con el fin de que ellos alcancen los objetivos de aprendizaje establecidos.

## CONCLUSIONES

El desarrollo de esta investigación mostró que la fauna insectil despertó en los niños y niñas de todas las edades un gran interés, lo que se reflejó en la alta convocatoria de los talleres y el gran número de establecimientos educacionales que participaron de la iniciativa, instalando en sus dependencias hogares de insectos con el fin de proteger los distintos insectos presentes en el lugar.

El proceso de enseñanza promovido en los establecimientos en este proyecto, a través de problemas socio-científicos, y la incorporación de la Metodología Basadas en Proyectos y otras Metodologías Activas de Enseñanza, lograron fomentar el trabajo en equipo, el pensamiento crítico, siendo los alumnos los que llevan el protagonismo en el proceso de enseñanza- aprendizaje.

## REFERENCIAS

**Abrol D. P. 2012.** Pollination biology: biodiversity conservation and agricultural production. Springer Science Business Media B. V. Springer Netherlands, 707 pp.

**Arango N., Chaves M.E., Feinsinger P. 2002.** Guía metodológica para la enseñanza de ecología en el patio de la escuela. Nueva York, USA: National Audubon Society Barbosa, 114 pp. ISBN 0-930698-42-8.

**Ariza, M.R., Abril, A.M., Quesada, A., García, F.J. 2014.** Conectar el aprendizaje por investigación con controversias socio-científicas. Contribuciones del proyecto europeo PARRISE. En De las Heras Perez Ed. *Investigación y transferencia para una educación en ciencias: un reto emocionante*. Universidad de Jaén, España

**Baldock K. C., Goddard M. A., Hicks D. M., Kunin W. E., Mitschunas N., Osgathorpe L. M., Memmott, J. 2015.** Where is the UK's pollinator biodiversity? The importance of urban areas for flower-visiting insects. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 282(1803), 20142849.

**Barbosa M. E. 2007.** La política del turismo cultural y el diseño de producto turístico para el turismo cultural. Caso: corredor turístico Bogotá-Boyacá-Santander. *Revista Escuela de Administración de Negocios*, 60: 105-122.

**Bujedo G., de Roqué M. T. F. 2012.** Proyecto Expo Feria 2012-IPEM N° 197 República del Líbano: Soluciones en la vida cotidiana. *Boletín Biológica*, 45: 47-57.

**Cerna H., Díaz A. 2013.** Metodologías activas del Aprendizaje. Fundación Universitaria María Cano. 193 pp.

**Dunnett N., Kingsbury N. 2008.** Planting Greenroofs and living walls. Londres, Timber Press, Inc., 256 pp.



**España Ramos, E., & Prieto Ruz, T. 2010.** Problemas socio-científicos y enseñanza-aprendizaje de las ciencias. *Investigación en la Escuela*, 71: 17–24. doi.org/10.12795/IE.2010.i71.02

**Fetridge E.D., Ascher J.S., Langelloto G.A. 2008.** The bee fauna of Residential Gardens in a suburb of New York City (Hymenoptera: Apoidea). *Annals of the Entomological Society of America*, 101(6): 1067-1077.

**Frankie G., Thorp R., Hernandez J., Rizzardi M., Ertter B., Pawelek J., Witt S., Schindler M., Coville R., Wojcik V. 2009.** Native bees are a rich natural resource in urban California gardens. *California Agriculture*, 63(3): 113-120.

**Furman M., Podestá M.E. 2011.** La aventura de enseñar Ciencias Naturales. Buenos Aires, Argentina: Aique Educación Argentina, 217 pp.

**Galindo-Bianconi A.S., Victoria-Uribe R. 2012.** La vegetación como parte de la sustentabilidad urbana: beneficios, problemáticas y soluciones, para el Valle de Toluca. Quivera. *Revista de Estudios Territoriales*, 14(1):98-108

**Guerrero G., Carrasco V., Joglar C. (2019).** Salidas pedagógicas interdisciplinarias: rutas didácticas hacia el aprendizaje en el marco de una investigación asociativa entre escuelas y Universidad de Santiago de Chile. Book Cap. 7: 89-103 p. ISBN: 978-956-303-421-9.

**González-Varo J. P., Biesmeijer J. C., Bommarco R., Potts, S. G., Schweiger O., Smith, H. G., Steffan-Dewenter I., Szentgyörgyi H., Woyciechowski M., Vilà M. 2013.** Combined effects of global change pressures on animal-mediated pollination. *Trends in Ecology and Evolution*, 28: 524–530.

**Harrison T., Winfree R. 2015.** Urban drivers of plant-pollinator interactions. *Functional Ecology*, 29: 879–888.

**Hernandez J.L., Frankie G.W., Thorp R.W. 2009.** Ecology of urban bees: A review of current knowledge and directions for future study. *Cities and the environment*, 2 (1): 1-15.

**Hennig E. I., Ghazoul J. 2011.** Plant-pollinator interactions within the urban environment. *Perspectives in Plant Ecology Evolution and Systematics*, 13: 137–150.

**Matteson K.C., Ascher J.S., Langellotto G.A. 2008.** Bee richness and abundance in New York City urban gardens. *Annals of the Entomological Society of America*, 101(1): 140-150.

**McKinney M. 2008.** Effects of urbanization on species richness: A review of plants and animals. *Urban Ecosystems*, 11: 161–176.

**Montalva J., Ruz L. 2010.** Actualización a la lista sistemática de las abejas chilenas (Hymenoptera: Apoidea). *Revista Chilena de Entomología*, 35: 15-52.

**Potts S. G., Biesmeijer J. C., Kremen C., Neumann P., Schweiger O., Kunin W. E. 2010.** Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. *Trends in Ecology and Evolution*, 25: 345–353.

**Márquez Martín A., Rodríguez S. (2015).** Aprendizaje de las ciencias basado en proyectos: del contexto a la acción. Motivación en alumnos de Primaria en aulas con metodología basada en proyectos. *Revista de Estudios e Investigación en Psicología y Educación*, 01: 058-062. <https://doi.org/10.17979/reipe.2015.0.01.314>.



**Rueda Garzón, L. P. y Garzón Molina, M. L. 2016.** Propuesta educativa para la integración de las ciencias naturales a través de un problema socio-científico [Tesis de licenciatura, Universidad de Valle]. <http://hdl.handle.net/10893/9481>

**Sanmartí N., Márquez C. 2017.** Aprendizaje de las ciencias basado en proyectos: del contexto a la acción. Ápice. *Revista de Educación Científica*, 1(1): 3-16. DOI:[doi.org/10.17979/arec.2017.1.1.2020](https://doi.org/10.17979/arec.2017.1.1.2020).

**Talanquer V. 2015.** La importancia de la evaluación formativa. *Educación Química*, 26: 177-179.

**Van Dyck H., Van Strien A. J., Maes D., Van Swaay C. A. M. 2009.** Declines in Common, Widespread Butterflies in a Landscape under Intense Human Use. *Conservation Biology*, 23: 957–965.

**Wojcik V.A., Frankie G.W., Thorp R.W., Hernandez J.L. 2008.** Seasonality in bees and their floral resource plants at a constructed urban bee habitat in Berkeley, California. *Journal of the Kansas Entomological Society* 81: 15-28.

## ANEXO 1

### Guía de Monitoreo de Insectos

#### Técnicas de monitoreo:

*Red entomológica.* Se utiliza una red caza mariposa y se capturan los insectos que vuelan sobre las plantas y flores.

A considerar:

- Rozar por las plantas de manera suave para no destruirlas
- Pasar la red de izquierda a derecha 20 veces por lado
- Colocar los insectos en un pote con tapa y/o malla fina
- Refrigerar por no más de 5 minutos.

*Visual.* Observación directa de los insectos sobre las plantas, se puede realizar con lupa para insectos más pequeños y de forma normal observando los insectos más grandes.

A considerar:

- Contar e identificar (dentro de lo posible) los insectos vistos en 1 minuto en las plantas del jardín de los hogares de insecto.

#### Materiales:

Red entomológica, Lápiz y cuaderno, Cámara fotográfica o celular con buena resolución (deseable)

Lupa entomológica o lupa de bolsillo, Ficha de insectos entregada en capacitación

Captura de insectos y colecta de datos

- Colocar los insectos en un frasco de vidrio con tapa o malla fina que lo cierre y llevar al refrigerador por 2 minutos.
- Sacar del refrigerador para observarlos a ojo desnudo o con lupa y separarlos por órdenes y/o familias según corresponda.
- Fotografiar las especies encontradas.
- Liberar los ejemplares una vez ya identificados.
- Traspasar la información de los insectos encontrados a la plataforma digital de clasificación taxonómica de insectos del Centro Ceres.

# EVALUACIÓN DEL EFECTO ANTIBACTERIANO DE LOS POLIFENOLES PRESENTES EN UN EXTRACTO HIDROALCOHÓLICO DE PROPÓLEOS CHILENO

Data de submissão: 09/10/2022

Data de aceite: 01/12/2022

**Jorge Jesús Veloz Pérez**

Universidad San Sebastián. Facultad de  
Medicina y Ciencia.  
Región Metropolitana. Chile  
<https://orcid.org/0000-0001-9275-9433>

**RESUMEN:** El propóleo es un producto apícola con propiedades antiinflamatorias, antioxidantes y antimicrobianas relacionadas con su alto contenido de polifenoles. Este estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto antimicrobiano *in vitro* de un extracto hidroalcohólico de un propóleo chileno frente a microorganismos de interés clínico como: *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, además de caracterizar químicamente el extracto de propóleo utilizado, para lo que se propuso determinar el contenido de compuestos polifenólicos y flavonoides totales. La hipótesis este trabajo se fundamentó en la acción antibacteriana del extracto relacionada con su contenido de polifenoles. El extracto se preparó utilizando 30 gramos de un propóleo chileno en 100 mL de etanol (70%), con filtración posterior en filtros de 0.2  $\mu\text{m}$ . Los polifenoles totales se determinaron mediante la reacción de Folin-Ciocalteu y se determinó su

absorbancia a 765 nm y se expresaron en equivalente a  $\text{g L}^{-1}$  de pinocembrina-galangina. Los flavonoides totales se cuantificaron mediante la reacción con Tricloruro de Aluminio (2%), determinando la absorbancia a 425 nm y se expresaron en equivalente a  $\text{g L}^{-1}$  de quercetina. Para los ensayos de actividad antimicrobiana se utilizó la técnica de microdilución en placas. Todos los ensayos se realizaron por triplicado y se calculó la media y desviación estándar. Para determinar la actividad antimicrobiana se calculó la concentración que reduce el 80% del crecimiento microbiano en relación al control. El extracto presentó concentraciones de polifenoles totales de  $15.594 \text{ mg mL}^{-1}$  y flavonoides totales de  $7.543 \text{ mg mL}^{-1}$ . Se comprobó actividad antibacteriana. Estas acciones del extracto hidroalcohólico de un propóleo Chileno le atribuyen un valor agregado como agente antimicrobiano en el tratamiento de infecciones provocadas por bacterias de interés clínico.

## EVALUATION OF THE ANTIBACTERIAL EFFECT OF POLYPHENOLS PRESENT IN A HYDROALCOHOLIC EXTRACT OF CHILEAN PROPOLIS

**ABSTRACT:** Propolis is a beekeeping product with anti-inflammatory, antioxidant and antimicrobial properties related to its high polyphenol content. This study aimed to evaluate the antimicrobial effect in vitro of a hydroalcoholic extract of a Chilean propolis against microorganisms of clinical interest such as: *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, in addition to chemically characterizing the propolis extract used, for which it was proposed to determine the content of polyphenolic compounds and flavors. The hypothesis was based on the antibacterial action of the extract related to its polyphenol content. The extract was prepared using 30 grams of a Chilean propolis in 100 mL of ethanol (70%), with subsequent filtration in 0.2  $\mu\text{m}$  filters. The total polyphenols were determined by the Folin-Ciocalteu reaction and their absorption was determined at 765 nm and expressed as equivalent to pinocembrin-galangine  $\text{g L}^{-1}$ . The total flavonoids were quantified by the reaction with Aluminium trichloride (2%), determining the absorption at 425 nm and expressed in the equivalent of  $\text{g L}^{-1}$  quercetin. The microdilution technique in plaques was used for antimicrobial activity tests. All tests were performed by triplicate and the standard mean and deviation were calculated. To determine antimicrobial activity, the concentration was calculated which reduces 80% of microbial growth relative to control. The extract showed total polyphenol concentrations of 15,594  $\text{mg mL}^{-1}$  and total flavonoids of 7,543  $\text{mg mL}^{-1}$ . Antibacterial activity was determined. These actions of the hydroalcoholic extract of a Chilean propolis attribute an added value to it as an antimicrobial agent in the treatment of infections caused by bacteria of clinical interest.

**KEYWORDS:** Chilean propolis, polyphenols, flavonoids, antibacterial, natural products.

## INTRODUCCIÓN

El propóleo es un producto de la abeja (*Apis mellifera*) que se elabora a partir de diferentes especies vegetales. Esta sustancia resinosa es utilizada como agente protector de la colmena contra la invasión de microorganismos. Este producto natural se relaciona con diferentes propiedades terapéuticas dentro de las que se han evaluado acciones antiinflamatorias, antitumorales, citotóxicas, antioxidantes, antimicrobianas, antiaterogénicas, antifúngicas.(1)

El potencial biológico del propóleo se relaciona con su alto contenido y variedad de compuestos polifenólicos. Esta composición depende en gran medida de las fuentes vegetales que utiliza la abeja y de la región geográfica donde se encuentran las especies vegetales. La composición del propóleo es generalmente 50% de resinas, 30% de balsamos, 10% de aceites esenciales, 5% de aceites aromáticos, 5% de polen y otras sustancias inorgánicas.( 2,3 )

Se ha descrito extensamente el efecto en el área de recolección y estación del año donde se recolecta el propóleo. Varios autores han relacionado estos factores con el tipo de polifenol presente en este producto apícola. El área fitogeográfica y la época del año en que se colecta el propóleo puede modificar su composición lo cual tendrá efecto en la

magnitud de sus propiedades biológicas tal como su actividad antimicrobiana. (4,5,6,7,8,9)

En relación a el origen floral desde donde se obtiene el propóleo chileno obtenido en la región de Angol, se han identificado diversas plantas, los granos de polen provienen fundamentalmente de las especies vegetales del género *Lotus sp.*, pero también se han encontrado partículas de polen obtenidas desde otras fuentes como: *Acacia sp.*, *Cichorium intybus*; , *Eucalyptus sp.*; *Raphanus raphanistrum*, *Salix babylonica* y *Pinus radiata*. De la misma forma otros autores reportaron *Aristotelia chilensis*, *Eupatorium glechonophyllum* y *Colliguaja odorifera*, identificadas en muestras que se colectaron en la misma región. (10,11,12)

Además algunos estudios realizados por investigadores chilenos han descrito diversidad de especies vegetales desde donde la abeja colecta esta sustancia. En muestras obtenidas en apiarios de la zona central de Chile se identificaron granos de *Salix humboldtiana* sp. y *Eucalyptus globulus*, que corresponden a plantas endémicas o plantas introducidas en épocas posteriores. Sin embargo los estudios realizados en muestras de la Región Metropolitana mostraron la presencia de polen obtenido desde especies como *Baccharis sp.*, *Quillaja saponaria*, *Quillaja saponaria*, *Salix sp.* y *Peumus boldus*, las cuales son especies nativas chilenas. (10,11,12)

De acuerdo al contenido y tipo de compuestos fenólicos presentes en las muestras de propóleos se han clasificado en diferentes subgrupos. El propóleo tipo "poplar" se ha relacionado con la presencia de flavonoides y ácidos fenólicos, dentro de sus componentes. Los más frecuentemente identificados y cuantificados han sido quercetina y sus derivados, así como la pinocembrina. (13)

La composición de otros propóleos catalogados como "poplar" ha variado en muestras colectadas en Europa, Norteamérica y Asia. Estos extractos presentaban flavonas y flavanonas, mientras que en muestras obtenidas en Brasil contenían fenilpropanoides y ácidos cafeoilquinicos. (14)

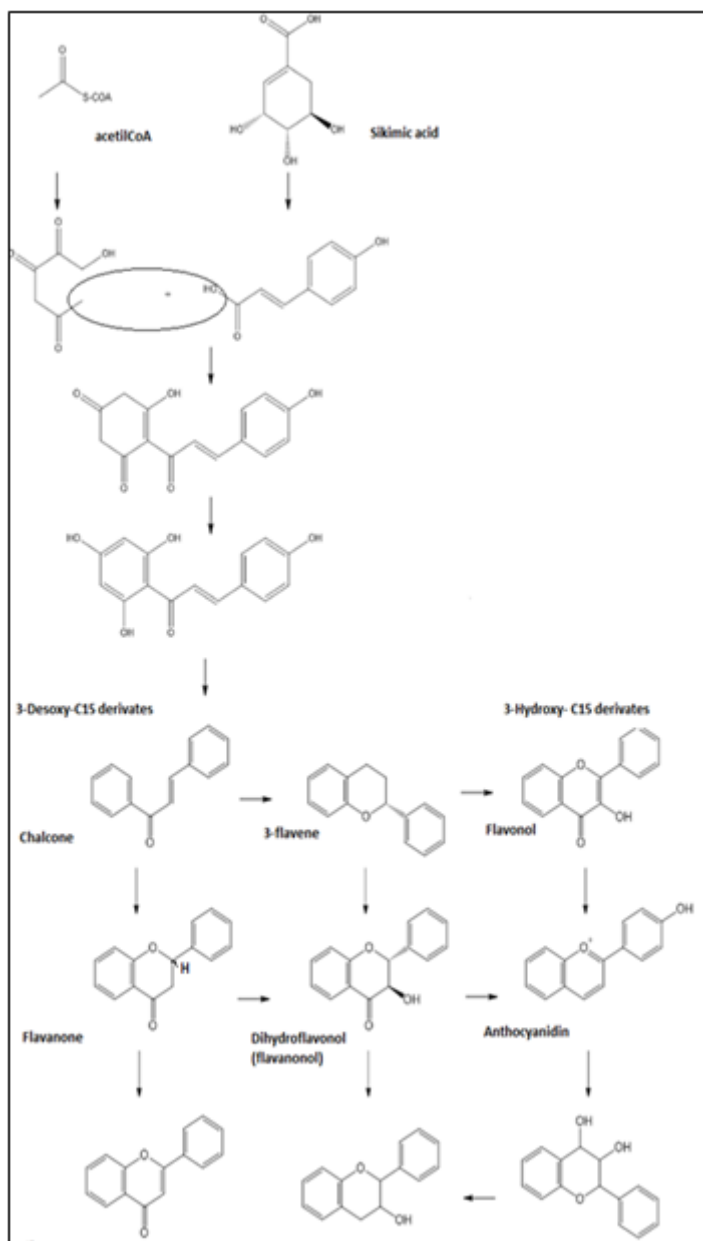


Figura 1: Estructura de los compuestos polifenólicos presentes en el propóleo chileno.

## DESARROLLO

Uno de los objetivos de nuestro estudio se enfocó en la cuantificación del contenido de compuestos polifenólicos y flavonoides totales presentes en el extracto de propóleos

obtenido en la Región de la Araucanía. Para lo cual primeramente se preparó un extracto hidroalcohólico utilizando 30 gramos de propóleos chileno colectado en la Región de Angol, llevándolo a 100 mL de etanol (70%), con filtración posterior en filtros de 0.2  $\mu\text{m}$ . Los polifenoles totales se determinaron mediante la reacción de Folin-Ciocalteu y se determinó su absorbancia a 765 nm y se expresaron en equivalente a  $\text{g L}^{-1}$  de pincembrina-galangina. (figura 2)

Los flavonoides totales se cuantificaron mediante la reacción con Tricloruro de Aluminio (2%), determinando la absorbancia a 425 nm y se expresaron en equivalente a  $\text{g L}^{-1}$  de quercetina. (figura 2)

Adicionalmente en nuestro estudio evaluamos el efecto antimicrobiano “*in vitro*” del extracto hidroalcohólico de un propóleos chileno frente a microorganismos de interés clínico como: *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*. Para los ensayos de actividad antimicrobiana se utilizó la técnica de microdilución en placas. Todos los ensayos se realizaron por triplicado y se calculó la media y desviación estándar. Para determinar la actividad antimicrobiana se calculó la concentración que reduce el 80% del crecimiento microbiano en relación al control.

Se comprobó actividad antibacteriana y antifúngica. Estas acciones del extracto hidroalcohólico de un propóleos Chileno le atribuyen un valor agregado como agente antimicrobiano en el tratamiento de infecciones provocadas por bacterias de interés clínico. (15,16)

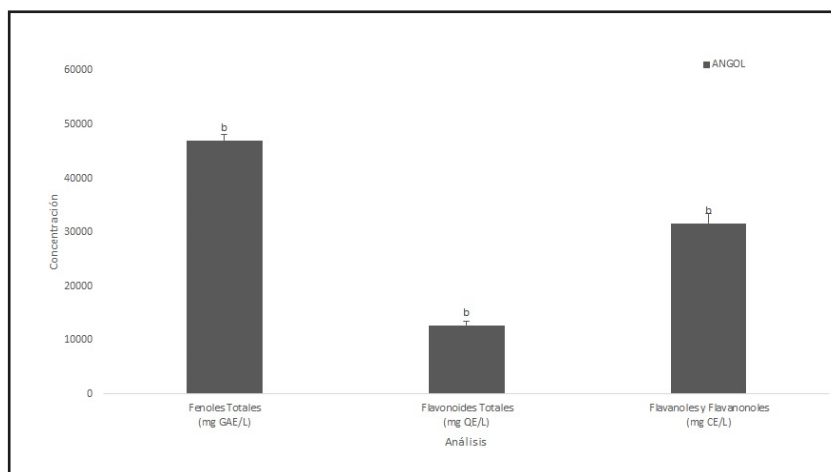


Figura 2: Contenido de compuestos polifenólicos totales en el extracto de propóleos chileno.

## REFERENCIAS

1. Alvear M. Santos E. Cabezas F.(2021) geographic Area of Collection Determines the Chemical Composition and Antimicrobial Potential of Three Extracts of Chilean Propolis.Plants 2021.10,1543. doiorg/10.3390/plants10081543.

2. Bankova, V.( 2005).Chemical diversity of propolis and the problem of standardization. J. Ethnopharmacol. a. Aug 22; 100(1-2):114-7.
3. Bankova, V.; De Castro, L.; Marcucci, MC.(2000). Propolis recent advances in chemistry and plant origin. Apidologie 2000, 31,3-15.
4. Barrientos, L.; Herrera, C., Montenegro; G.(2013).Chemical and botanical characterization of Chilean propolis and biological activity on cariogenic bacteria *Streptococcus mutans* and *Streptococcus sobrinus*. Braz Journ Microbiol. 2013 44 (2): 577-58.
5. Figueiredo, V. T.; D. de Assis Santos, M. A. Resende and J. S. Hamdan. (2007).Identification and in vitro antifungal susceptibility testing of 200 clinical isolates of *Candida* spp. responsible for fingernail infections." Mycopathologia.164(1): 27-33.
6. Huang, Z.; Zhang, C.P; Wang, K.(2014).Recent advances in the chemical composition of propolis. Molecules. 2014; 19 (12): 19610-32.
7. Isla, M.; Zampini, I.; Ordoñez, R.(2009).Effect of Seasonal Variations and Collection Form on Antioxidant Activity of Propolis from San Juan, Argentina. J Med Food.2009.12 (6): 1334–1342.
8. Libério, S.A.; Pereira, A.L.; Araujo, M.J.; Dutra, R.P.(2009). The potential use of propolis as a cariostatic agent and its actions on mutans group streptococci. J. Ethnopharmacol. Aug17;125(1):1-9.
9. Kumazawa, S.; Hamasaka, T.; Nakayama, T.(2004). Antioxidant activity of propolis of various geographic origins. Food Chemistry 2004, 84, vol3, 329-339.
10. Montenegro, G.; Timmermann, B.; Peña (2000). Pollen grains and vegetative structures in propolis as indicators of potencial reactions in Chilean plants. Phytol. 2000.66:15-23
11. Montenegro G.;Pizarro R.;Mejías(2013). E.biological evaluation of bee polle from native Chilean plants. PHYTON 2013, 82, 7-14
12. Muñoz O.; Peña R.; Ureta E.(2001).Penolic compounds of Propolis from central Chilean Matorral. Z Naturforsch,56c,273-277.
13. Popova, M.; Bankova, V.; Butovska, D.(2004). Validated Methods for the quantification of biologically active constituents of popular-type propolis. Phytochem Anal Jul-Aug; 15(4): 235-40.
14. Popova, M.; Bankova, V.; Bogdanov, S.(2007).Chemical characteristics of poplar type propolis of different geographic origin. Apidologie. May-Jun; 38(3): 306-1.
15. Veloz, J.; Saavedra, N.; Lillo.(2015). A. Antibiofilm activity of chilean propolis on *Streptococcus mutans* is influenced by the year of collection. BioMed Research Intl 2015, Volume 2015, 291351-29135.
16. Veloz, J.; Saavedra,N.; Alvear,M.(2016).Polyphenol-rich extract from propolis reduces the expression and activity of *Streptococcus mutans* glucosyltransferases at subinhibitory concentrations. BioMed Research Intl 2016, vol. 2016, Article ID 4302706, 1-7.



# PERCEPCIÓN Y UTILIDAD DE AVES SILVESTRES EN LA COMUNIDAD CAMPESINA HONORATO VÁSQUEZ, MANABÍ. ECUADOR

Data de aceite: 01/12/2022

**María Fabiola Montenegro-García**

Universidad Central del Ecuador  
Facultad de Filosofía, Letras y Ciencias de  
la Educación  
Carrera Pedagogía de las Ciencias  
Experimentales Química y Biología  
Laboratorio- Museo de Zoología y  
Anatomía Comparada Gustavo Orcés  
<https://orcid.org/0000-0003-0243-1157>

**Francisco Eduardo Celi-Jiménez**

Universidad Central del Ecuador, Quito,  
Ecuador

**RESUMEN:** El conocimiento ancestral reflejado en comunidades campesinas está íntimamente arraigado con la naturaleza y representado por percepciones, intereses y usos de la fauna. En este estudio se determinó la percepción, comportamiento ecológico y utilidad de la avifauna por parte de los pobladores campesinos de la Comunidad Honorato Vásquez, del cantón Santa Ana, provincia Manabí, entre los meses de agosto y septiembre del 2016. Se aplicó una encuesta en la comunidad, fichas anecdóticas y una evaluación ecológica rápida. Los campesinos adultos determinaron diecinueve especies de

aves frecuentes, de las cuales se usan como alimento, mascota, además admiten tener creencias, supersticiones y mitos. Las especies con mayor importancia de uso son: *Aratinga erythrogenys* y *Forpus coelestis*. La percepción, uso y tradiciones son inherentes a la cultura de la comunidad y la cacería es una práctica de la zona. No obstante, existen especies reconocidas como causantes de conflicto como *Falco peregrinus*, enfrentando mayor presión de cacería por el daño a los corrales. Para la zona se diseñó un Programa de Educación Ambiental en pro de reducir el conflicto antrópico-animal, disminuir la cacería y fomentar la preservación de hábitats de la fauna nativa de la zona.

**PALABRAS CLAVE:** Aves, comunidad campesina, conocimiento ancestral, percepción, utilidad.

## PERCEPCION AND UTILITY OF WILD'S BIRDS IN THE PEASANT COMMUNITY HONORATO VASQUEZ, MANABÍ'S PROVINCE

**ABSTRACT:** The ancestral knowledge reflected in rural communities is intimately rooted in nature and represented by perceptions, interests and uses of wildlife.

In this study, the perception, ecological behavior and utility of birdlife was determined by the peasant settlers of the Honorato Vásquez Community, of the Santa Ana canton, Manabí Province, between the months of August and September of 2016. A community survey, anecdotal records and a rapid ecological evaluation were applied. The adult peasants determined nineteen frequent species of birds, of which they are used as food, pet, also admit to having beliefs, superstitions, and myths. The most important species of use are: *Aratinga erythrogenys* and *Forpus coelestis*. Perception, use and traditions are inherent to the culture of the community and hunting is a practice in the area. However, there are species recognized as causing conflict such as *Falco peregrinus*, facing greater hunting pressure due to crop damage. An Environmental Education Program was designed for the area in order to reduce the anthropic-animal conflict, reduce hunting and promote the preservation of native fauna habitats in the area.

**KEYWORDS:** Ancestral knowledge, birds, peasant community, perception, utility.

## 1 | INTRODUCCIÓN

Ecuador reúne condiciones que favorecen el predominio de especies animales en cada región natural, presenta gran biodiversidad de vertebrados, tomando en cuenta la superficie territorial. Ridgely (2006) expresa “No existe lugar en el mundo que reúna una diversidad de aves tan asombrosa dentro de un país tan pequeño (pág. 58). Esta riqueza biológica lo sitúa entre los 17 países conocidos como mega diversos, con el mayor número de especies de vertebrados por cada 1.000 km<sup>2</sup>, ocupa en el mundo el cuarto lugar en aves. (Vargas, 2002, pág. 30).

La considerable diversidad de fauna vertebrada, pese al limitado territorio del país se debe principalmente a factores intrínsecos, La posición latitudinal, la cordillera de los Andes, corrientes marinas, actividad volcánica y las zonas de dispersión o explosión biológica que lo ubican dentro del neo trópico. De acuerdo a (McMullan – Navarrete 2017) Ecuador cuenta con un número de 1651 especies de aves (pág.48). Esta biodiversidad propicia varios estudios en relación a las diferentes especies de vertebrados principalmente en relación a las aves.

Ecuador presenta un alto número de especies por unidad de área, corresponde más de la mitad de las especies de avifauna del continente. A esto se suma la riqueza étnica cultural de pueblos, nacionalidades y culturas nativas del Ecuador, que han convivido en esa comunión ser humano- naturaleza. Estas raíces nativas han logrado mantener conocimientos propios desde siglos a partir de su pasado y presente.

Existe escasa producción académica en cuanto al conocimiento ancestral de los pueblos y comunidades campesinas del Ecuador, esto crea una barrera que limita el conocimiento. Es importante comprender la esencia del componente cultural, más aún, desde las aulas universitarias en asignaturas como fauna y etnozología ecuatoriana. El conocimiento ancestral de las comunidades campesinas es digno de reconocer y rescatar,

no obstante, estos aspectos inciden limitando la conceptualización de ciertos criterios. No se logra aún, consolidar aspectos que revaloricen esos conocimientos; en esencia despertar el interés por la cosmovisión que tiene para las comunidades campesinas, la fauna silvestre.

Por tal motivo, el objetivo del estudio fue determinar las percepciones y utilidad que las comunidades campesinas confieren a las aves silvestres, dentro del componente de la etnozoología. Surge entonces la necesidad de explorar no en el sentido de confrontación, sino con el propósito de reconocer las preconcepciones, necesidades, intereses, influencia del comportamiento ecológico de la comunidad Honorato Vásquez y, la utilidad que tiene para este sector las aves silvestres, en relación a la realidad sociocultural y ambiental.

Las comunidades campesinas de Manabí guardan conocimientos ancestrales tradicionales, reflejado como conjunto de saberes respecto al vínculo y la cosmovisión de su entorno natural, dichas relaciones son entendidas por la Etnozoología y por disciplinas sociales como la antropología ecológica y la psicología ambiental. Esta última vinculada al comportamiento humano y la interacción con el ambiente. Así lo manifiesta (Montenegro García, 2006), al considerar que el cambio de actitudes y apropiación de valores, corresponde al aprendizaje y a la educación, así como el desarrollo personal y la acción comunitaria (pág. 45).

Otras disciplinas de carácter social como la Etnobotánica, Etnobiología, y Etnoecología abordan aspectos de la biodiversidad, lo que permite estructurar un conocimiento más profundo de la interrelación del ser humano con la naturaleza y su nexos desde tiempos inmemorables.

## **1.1 Etnozoología, concepciones e importancia**

Considerando estos aspectos, la etnozoología comprende la interrelación del ser humano con la fauna y las percepciones, actitudes, mitos, tradiciones y la utilidad que brinda este recurso. La percepción, por una parte, es la idea o preconcepciones que tienen las comunidades respecto a la naturaleza que les rodea, siendo esta una cosmovisión articulada en un contexto social, cultural e histórico, como se describe en el artículo Saberes y Conocimientos Ancestrales, Tradicionales y Populares. Ante ello, (Crespo, 2014) expresa la importancia que tiene el conocimiento ancestral, utilidad de la biodiversidad, prácticas agrícolas, por su relación intrínseca con los pueblos ancestrales y tradicionales campesinos (pág. 4).

Esta cosmovisión fortalece el conocimiento habitual y popular de los pueblos campesinos de la costa manabita. Surge entonces la interrelación del ser humano con el ambiente, los bio-conocimientos de la flora y fauna en el entorno natural en el que se desarrollan las comunidades campesinas, así lo describe Milla (2008) “Hombre, animal y plantas conviviendo en un mismo hábitat fueron motivo permanente de estilización” (pág.8), desde la perspectiva anterior, se torna evidente considerar que los saberes tradicionales

también conforman parte de la vida cotidiana de los pobladores de determinada comunidad, localidad o región.

En este sentido, la integración de saberes tradicionales de estos grupos sociales está arraigada a su estilo de vida. Todo este proceso ha sido creado en una línea de tiempo desde las generaciones pasadas a las presentes, en una dinámica activa - existencial donde prevalece su génesis e identidad original, de tal forma que se convierte en patrimonio cultural. Desde esta perspectiva la inclusión de prácticas, usos, representaciones, expresiones, habilidades, actitudes, forman parte de su conocimiento. Ese patrimonio es un proceso creativo y dinámico a través del cual una sociedad protege, enriquece y proyecta su cultura (Noriero, 2010, pág. 163).

En la provincia de Manabí, el conocimiento tradicional en comunidades rurales ha sido influenciado por las culturas prehispánicas como la Cultura Valdivia, Machalilla, Chorrera, Bahía, Guangala, Jama-Coaque, Manteña, entre otras. El diseño de objetos de figuras zoomorfas y antropomorfas revela un culto del hombre a los animales, y posiblemente un vínculo de dependencia en cuanto a la subsistencia y utilidad. (Montenegro García, 2006, pág. 204). El origen del conocimiento tradicional de la comunidad Honorato Vásquez ha pasado por procesos de desarrollo cultural que ha incidido en patrones diferentes de comportamiento ante la fauna silvestre.

Este estudio busca resaltar la importancia del conocimiento ancestral, desde un enfoque socio – educativo y cultural, inmerso en la Educación Ambiental como eje transversal, por tanto aspira rescatar la identidad étnica y la armonía comunitaria en el contexto natural en el cual se desarrollan las comunidades campesinas del Ecuador, fortaleciendo la riqueza cultural y rescatando el conocimiento tradicional. De tal forma que se abran espacios reflexivos y de valoración de los bio conocimientos que produzcan condiciones de equidad y autenticidad.

## 1.2 Trabajos relacionados

Dentro de las líneas de investigación enfocadas en la percepción y utilidad de la fauna se han realizado estudios a nivel regional en comunidades campesinas andinas de Colombia, estudio propuesto por (Parra-Colorado, 2014). Se determina y compara la percepción, actitud y uso de los mamíferos silvestres por parte de pobladores campesinos de las veredas Río Rojo, San Juan, Río Gris y Pedregales, municipio de Génova, departamento del Quindío. Este estudio permitió identificar 27 especies de mamíferos, de los cuales doce se usan como alimento, medicina, ornamento o mascota. Entre las de mayor importancia constan *Nasua*, *Dasypus novemcinctus* y *Mazama rufina*; y otras que enfrentan cacería furtiva como *Puma concolor*, *Nasua*, *Tremarctos ornatus*, *Mustela frenata*, *Didelphis pernigra* y *Sciurus granatensis*. (Parra-Colorado, 2014).

De acuerdo al estudio realizado en la comunidad maya de Xanláh, Chankom, Yucatán, México en el 2015, se caracterizó el uso de las aves silvestres en la Comunidad Maya por

medio de cuestionarios mixtos realizados a 55 pobladores de ambos géneros y 5 entrevistas semi-estructuradas a sabedores locales. Esta investigación permitió registrar 27 especies de aves las cuales fueron ubicadas en ocho categorías de uso: alimento, pronosticador, medicinal, mascota, mítico, herramienta, ornamental y relato. Los pobladores de Xanláh reconocen a ciertas aves como *Tito alba* (lechuza de campanario) indicador de eventos relacionados con el clima o temporadas, con visitas al hogar y sucesos desafortunados como enfermedades o muertes. Los resultados evidencian la continuidad en el sistema de creencias y en la memoria biocultural de las comunidades mayas yucatecas en la relación sociedad/naturaleza. (Chontal, 2019, pág. 1).

En estudios publicados por la revista de Ciencias Ambientales *Tropical Journal of Environmental Sciences*, se proyecta el estudio etnozoológico de las aves y mamíferos silvestres asociados a huertos frutícolas de Zacualpan de Amilpas, Morelos, México, propuesto por (García -Flores, 2017) , esta investigación enfatiza el estudio etnozoológico basado en el análisis del conocimiento tradicional de los habitantes de esta localidad respecto a las aves y mamíferos silvestres asociados a los huertos frutícolas. De acuerdo a lo manifestado por el autor se registraron 34 nombres comunes de aves, de las cuales las más representativas son del Orden Passeriformes y las familias más representativas son Tyrannidae e Icteridae.

En Ecuador las investigaciones de utilidad de la fauna silvestre son escasas, no obstante, se evidencian en la Amazonía ecuatoriana, como el descrito por Jindiachi, L. (2018). Este estudio describe el aprovechamiento y usos de la flora y fauna en relación a la etnociencia y la interacción entre feriantes, la etnobotánica y etnozootología de las especies ofertadas en las ferias libres de la ciudad de Puyo (El Mariscal y Centro Agrícola). La metodología aplicada fue mediante entrevistas semiestructuradas, las familias de mamíferos que reflejan espiritualidad, salud, alimentación, artesanía son: Dasypodidae y Tayassuidae debido a la relación familiar y cotidiana que tienen con la naturaleza.

En la provincia de Manabí, son casi inexistentes los estudios sobre etnozootología especialmente en la utilidad de las aves y mamíferos, se rescata, sin embargo, el estudio propuesto por Jácome, I., y Beltrán, G. (2019). Investigación relacionada a peces en los aspectos etnoictiológicos sobre bagres marinos (familia Ariidae) saberes ancestrales de los pescadores en San Clemente, Manabí, la finalidad de este estudio fue obtener información acerca de percepciones etnoictiológicas, presentando tres categorías de uso: medicinal, afrodisíaco y alimenticio. El estudio permitió conocer las amenazas y alternativas de conservación según el conocimiento local que aún se mantiene vigente en San Clemente. (Jácome, 2019).

Esta visión general permite reconocer la riqueza del conocimiento existente en comunidades campesinas e indígenas, pero también la necesidad de complementar estudios de etnozootología que reivindiquen el acervo cultural de los pueblos y, permitan entender su trascendencia para la conservación de su esencia hacia las futuras generaciones. La

condición del conocimiento ancestral de pueblos y nacionalidades indígenas, mestizas y campesinas del Ecuador, comprende un proceso histórico de colonización, manifestado en la vigencia del saber etnozoológico con el cual han interactuado, enlazado con la cultura, la tradición y la utilización de la fauna con fines rituales, festivos, alimenticios y medicinales, recreados en el cotidiano vivir de las comunidades.

## 2 I MÉTODOS Y MATERIALES

### 2.1 Encuestas

La investigación es de tipo cualitativa, cuantitativa, descriptiva y etnográfica. Se efectuó mediante la aplicación de encuestas a los pobladores de la comunidad durante el mes de agosto 2016 utilizando un diseño de muestreo aleatorio simple sin discriminar la edad del encuestado o sexo, el tamaño de la muestra se calculó con el uso de la fórmula:

$$n = \frac{N \times P Q}{(N - 1) \frac{E^2}{K^2} + P Q}$$

Ecuación 1

Se consideró la población de la Comunidad Honorato Vásquez que cuenta alrededor de 548 habitantes de la cabecera parroquial, Se estableció el error máximo admisible del 0.05. Mediante la ejecución de la fórmula se obtuvo una muestra de 231 individuos, cifra significativa que alcanza el 42% del total de la población de la comunidad, para un mejor nivel de confiabilidad. Además, se determinó el perfil de la población encuestada de la comunidad, edad, nivel de instrucción y ocupación.

### 2.2 Evaluación ecológica rápida

Se aplicó el método de Evaluación Ecológica rápida (EER), propuesto por Sobrevila y Bath (1992), de acuerdo a los autores este tipo de estudio “es un proceso flexible que se utiliza para obtener y aplicar, en forma acelerada, información biológica y ecológica para la toma eficaz de decisiones conservacionistas” (pág. 58). Los recorridos de observación se realizaron en los meses de agosto y septiembre del 2016.

### 2.3 Recorridos de observación y fichas anecdóticas

El primer recorrido se efectuó por la carretera veranera del trayecto que conduce a la “Laguna Azul”, del sitio conocido con el nombre San Germán, ecológicamente los bosques de esta formación natural son semideciduos, o sea una transición entre el bosque marcadamente deciduo, que caracteriza al bosque muy seco Tropical y al bosque perennifolio que identifica al bosque húmedo Tropical. Parroquial, J. (2.004).

El segundo recorrido, se lo realizó en canoa desde el Puerto de embarcación del Embalse de agua “Poza Honda” en dirección a la “Isla de los Pájaros”. Las aves fueron

observadas directamente utilizando binoculares Premier 20x70 MM Field 6,5 100mat 90000m, cámara fotográfica digital Canon Power Shot A60, siguiendo la metodología propuesta por Pozo (2005) también fueron registradas por la emisión de sus cantos. (pág. 30).

Se elaboraron fichas de registro anecdótico, estos se apoyan en la investigación etnográfica y actitudinal, siendo utilizados en las áreas sociales y en educación. Como lo describe Zambrano (2005) “se basan fundamentalmente en el relato e interpretación de sucesos, hechos o acontecimientos de relevada importancia, que pueden manifestarse de forma rutinaria, representativa o bien referencial” (pág. 205). Por lo tanto, su importancia radicó en el rescate del conocimiento ancestral de la comunidad.

El recorrido por la represa se realizó en canoa y con la guía de jóvenes cazadores de la comunidad que contribuyeron en la descripción de las especies. Se utilizaron fotografías de las aves silvestres de la zona y bibliografía de apoyo siguiendo las guías de Ridgely y Greenfield (2006) y Granizo (2002). Los sitios donde se encontraron las evidencias fueron georreferenciados con GPS.

## 2.4 Área de estudio

El trabajo se realizó en la cabecera parroquial de Honorato Vásquez, en los sectores Laguna Azul y la Isla de los Pájaros, ubicado al sur de la Provincia de Manabí, llegando a la carretera asfaltada, en la vía que comprende Santa Ana –Poza Honda. La superficie de la parroquia es de 200 km<sup>2</sup>; geográficamente está ubicada a 80°19'17" de longitud Oeste y 01°12'00" de latitud Sur, 110 m de altitud (Parroquial, 2004).

De acuerdo con la clasificación zoogeográfica que hiciera (Albuja, 2012), la comunidad Honorato Vásquez pertenece al piso zoogeográfico Tropical Suroccidental que comprende el sur de la provincia de Manabí. De acuerdo a Cerón et al. (1999) agrupa a esta región en el Bosque semideciduo pie montano; mientras que según Galeas et al. (2013), corresponde al Bosque semideciduo de tierras bajas del Jama-Zapotillo (pág.56). La temperatura de la zona de acuerdo a Vargas (2002) oscila entre 17 y 24 grados centígrados (pág. 49).



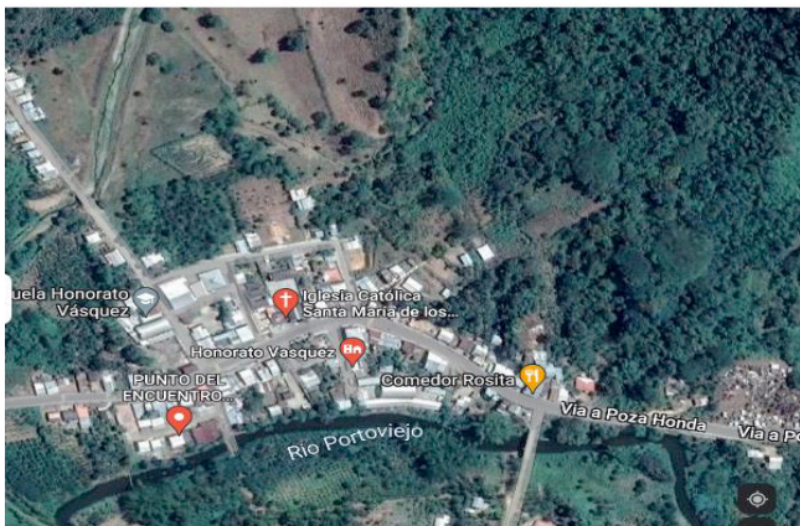


Figura 1. Imagen satelital de la parroquia Honorato Vásquez.

Fuente: <https://www.google.com/maps/search/mapa+satelital>

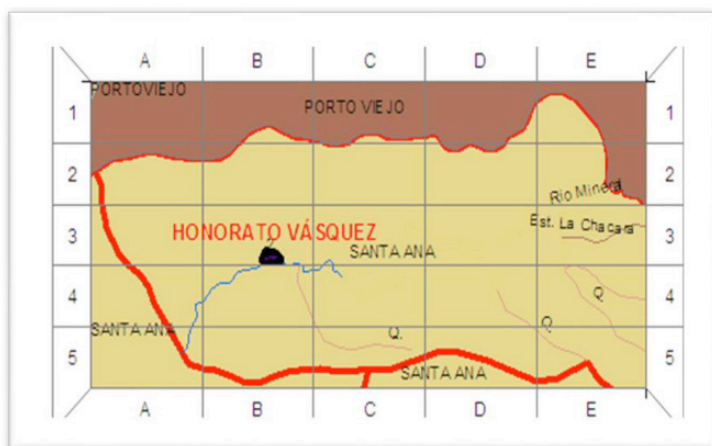


Figura 2. Ubicación del área de estudio

Fuente: Acosta, M. (2016)

### 3 | RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1 Identificación de datos sociodemográficos

Se aplicaron un total de 231 encuestas a la comunidad Honorato Vásquez; en edades comprendidas entre 15 y 60 años. El 64% de los encuestados posee secundaria incompleta, 13% posee estudios primarios, el 12% no tienen ningún nivel de instrucción y el 11% tienen estudios superiores. El 48% de los encuestados son estudiantes a distancia de



nivel secundario que comparten sus estudios con faenas agrícolas, el 25% son agricultores, el 21% se dedican a labores del hogar (amas de casa) y 6% son profesionales.

### 3.2 Reconocimiento de especies y avistamientos

Para conocer el uso que los pobladores dan a la avifauna y el efecto cultural que la comunidad confiere, se situó en la encuesta el nombre común de las especies más representativas de la zona y se mostró fotografías de las aves. Los pobladores reconocieron 19 especies, las más frecuentes y reconocidas fueron: “loro de cabeza roja” *Aratinga* *Psitacacara erythrogenys* (Lesson, 1844) (Psitacidae), “periquito del pacífico” *Forpus coelestis* (Lesson, 1844) (Psitacidae), “carpintero verdidorado” *Colaptes rubiginosus* (Swainson, 1820) (Picidae), “carpintero lineado” *Dryocopus lineatus* (Linnaeus, 1766) (Picidae), “carpintero escarlata” *Veniliornis callonotus* (Waterhouse, 1841) (Picidae), “tucán” “arasari piquipálido” o “dios te dé” *Pteroglossus erythropygius* (Gould, 1843) (Ramphastidae), “tucán goliamarillo” *Rhamphastos ambiguus* (Swainson, 1823) (Ramphastidae), “garza bueyera” *Bubulcus ibis* (Linnaeus, 1758) (Ardeidae), “halcón peregrino” *Falco peregrinus* (Tunstall, 1771) (Falconidae), “culebrero” o “pedrote”, *Baryphtengus martii* (Spix, 1824) (Momotidae), “valdivia” o “halcón reidor” *Herpetotheres cachinnans* (Linnaeus, 1758) (Falconidae), “guacharaca” *Ortalis erythroptera* (Sclater & Salvin, 1870) (Cracidae), “zorzal” *Catharus dryas* (Gould, 1855) (Turdidae), “colibrí jaspeado” *Adelomya melanogenys*, *Adelomya* (Bonaparte, 1854), *A. melanogenys* (Fraser, 1840) (Trochilidae).

Las especies de aves confirmadas en los recorridos de observación corresponden a la quebrada de San Germán hacia la Laguna Azul (1000m) se realizaron avistamientos de *B. martii* (culebrero) sector de la quebrada, en zonas de pastoreo se observó a la *B. ibis* (garza bueyera) observada con mucha frecuencia junto al ganado y *Dendrocygna autumnalis* (Linnaeus, 1758) (pato silbador) (Anatidae) observada en riberas del río y principalmente en la Isla de los Pájaros, sector que comprende el embalse de agua Poza Honda. En el tramo a San Germán se observó a *Coragyps atratus* (Bechstein, 1793) (Cathartidae) “gallinazo cabeza negra” y, *Furnarius leucopus* (Swainson, 1838) (horneros u olleros) de la Familia (Furnariidae) en el tramo de la cabecera parroquial.

### 3.3 Identificación de percepciones y utilidad

Se identificaron las especies, reconociendo las percepciones y usos que la comunidad tiene de las aves, generando las siguientes categorías de utilidad:

1. Alimento: Aves que se utiliza su carne en la alimentación.
2. Mascota: Aves que son cazadas para domesticación y compañía.
3. Medicinal: Aves utilizadas para curar alguna enfermedad o dolencia.
4. Amuleto: Mediante ritos permiten conseguir propósitos de amor y suerte.
5. Superstición y temor: Generan creencias o pronóstico de algún augurio.

6. Mitológico: Aves que han inspirado alguna leyenda o mitos.
7. Comercio: Aves que son cazadas para la venta o comercialización.
8. Cacería: Aves que son cazadas para alimento de animales domésticos.

En función de los resultados obtenidos se identificaron los usos más comunes que la comunidad dan a las aves.

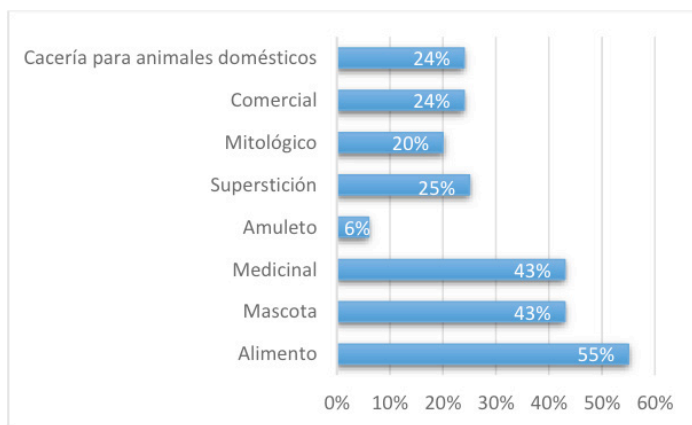


Figura 2. Categorías de utilidad de las aves.

A continuación, se expresan los datos referentes a la percepción y utilización de las aves por parte de la comunidad de acuerdo a las categorías establecidas, el cuadro número 1 toma en cuenta el Orden, Familia, especie, nombre común y utilidad que confiere la comunidad a las aves silvestres.

El cuadro número 2 explica las aves que son utilizadas en la alimentación y fines medicinales, la parte o producto utilizada y la forma en que la preparan.

El cuadro número 3 explica la utilización de las aves en rituales, superstición y leyenda como aquellas que generan temor. El cuadro número 4 señala las aves que son comúnmente comercializadas.

Orden/Familia	Especie	Nombre común	Utilidad
PSITACIFORMES Psittacidae	<i>Psittacara eritrogenys</i> (Lesson, 1844) <i>Forpus coelestis</i> (L., 1844)	"Loro cabeza roja" "Periquito"	Ma-Co Ma-Co
PICIFORMES Picidae	<i>Colaptes rubiginosus</i> (Swainson, 1820) <i>Driocophus lineatus</i> (Linnaeus, 1766) <i>Veniliornis callonotus</i> (Waterhouse, 1841)	"Carpintero verdidorado" "Carpintero lineado" "Carpintero escarlata"	Le Le Le
Ramphastidae	<i>Pteroglossus erythropygius</i> (Gould, 1843) <i>Ramphastos ambiguous</i> (Swainson, 1823)	"Diostedé", "pili" "Diostedé", "pili"	Ma-Co Ma-Co
CICONIFORMES Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i> (Linnaeus, 1758) <i>Dendrocygna autumnalis</i> (Linnaeus, 1758)	"Garza bueyera" "Patillo ventrinegro"	Me Me
FALCONIFORMES Falconidae	<i>Falco peregrinus</i> (Tunstall, 1771) <i>Herpetotheres cachinnans</i> (L., 1758)	"halcón peregrino" "Valdivia" "halcón reidor"	Te Su-Te
CATHARTIFORMES Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i> (Bechstein, 1793)	"Gallinazo negro"	A
CORACIFORMES Momotidae Alcedinidae	<i>Baryphtengus martii</i> (Spix, 1824) <i>Megaceryle torquata</i> (Linnaeus, 1766)	"Culebrero", "Pedrote" "Martín pescador"	Su-Te
GALLIFORMES Cracidae	<i>Ortalis erythroptera</i> (Sclater, 1870)	"Guacharaca"	A
STRIGIFORMES Tytonidae	<i>Tyto alba</i> (Scopoli, 1769)	"Lechuza"	Su-Te-A
CUCULIFORMES Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i> . (Swainson, 1827)	"Garrapatero piquiestriado"	Me
PASSERIFORMES Turdidae	<i>Catharus dryas</i> (Gould, 1855)	"Zorzal"	Le
APODIFORMES Trochilidae	<i>Adelomya melanogenys</i> (Bonaparte, 1854)	"Colibrí jaspeado"	Ri-Su

Cuadro 1. Percepción y utilización de aves. Uso: A=Alimento, Ma=Mascota, Me=Medicinal, Ri=Ritual, Su=Superstición, Te=Temor, Co=Comercio, Le=Leyenda

Especie	Parte o producto	Preparación	Uso
<i>Ortalis erythroptera</i>	Carne	Cocido	Alimento
<i>Coragyps atratus</i>	Animal entero	Crudo	Alimento para perros
<i>Tyto alba</i>	Animal entero	Crudo	Alimento para perros
<i>Bubulcus ibis</i>	cerebro	Ungüento	Medicinal
<i>Dendrocygna autumnalis</i>	cerebro	Ungüento	Medicinal
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	sangre	Pura o con gaseosa	Medicinal

Cuadro 2. Especies de aves usadas en alimentación y fines medicinales

El 55% de encuestados utilizan las aves silvestres para el consumo de carne, son

frecuentes para este fin la “perdiz” y la “guacharaca” *Ortalis* sp., según sus testimonios esta última tiene sabor a “gallina criolla de campo”. El 24% de los encuestados manifestó utilizar ciertas aves como “gavilanes” *Falco peregrinus*, y “lechuzas” *Tyto alba*, para darlas como alimento a perros domésticos.

El 43% mantienen aves como mascotas el “loro cabeza roja” *Psittacara erythrogenys* y el “periquito” *Forpus coelestis*., El 24% admite la comercialización de aves principalmente “loros” ya que despiertan la atracción de cazadores de la zona, por su plumaje vistoso, las capturan como mascotas para luego comercializarlas.

El 43% manifiesta utilizar aves con fines medicinales, La sangre del “garrapatero piqui estriado” *Crotophaga sulcirostris* la toman pura o con alguna bebida gaseosa para curar el asma y para combatir afecciones de las vías respiratorias “el ahogo”. Para problemas de obesidad utilizan a la “garza bueyera” *Bubulcus ibis* extrayendo el contenido cerebral, realizan un ungüento y lo aplican en la región que desean adelgazar.

El 6% menciona la utilidad de aves como amuleto para atraer al amor, el uso del “colibrí”, “quindes” o “picaflores” son utilizados por los hombres de la comunidad para conquistar al ser amado. El ritual consiste en extraer el corazón de esta avecita, lo preservan en perfumes o colonia, luego el extracto de este concentrado es obsequiado a la persona que desean conquistar, “la cual queda rendida a sus pies”.

En este contexto, como uso de amuleto coincide el estudio realizado por García-Flores, A., Mojica-Pedraza, S., y Barreto-Sánchez, S. (2017) en relación a la utilidad que le dan al colibrí, que para el estudio de caso en México se reporta a la especie *Amazilia violiceps*, “al cual se le extrae el corazón y lo disecan, colocándolo en alguna parte del cuerpo de la persona principalmente los hombres, para atraer a las mujeres, la buena suerte y el desempeño sexual” (pág. 120). De acuerdo al autor, este uso es reportado para Nariño, Colombia y en Campeche, México, de acuerdo al estudio realizado por Retana et al., (2012) citado por García- Flores et al., (2017) “menciona la preparación de un brebaje, que toman los hombres para atraer a las mujeres” (pág. 120).

El 25% Expresa superstición de la “valdivia” “halcón reidor” *Herpetotheres cachinnans*, la consideran como un ave que atrae malos augurios, pues su canto emite sucesos nefastos y muerte, “al hueco va”, según versiones de los pobladores esta ave no tiene sangre ni carne solo esqueleto porque atrae a la muerte. El gavilán *Falco peregrinus* es un ave que genera temor en la comunidad, principalmente porque se come a las aves de corral. La “lechuza” *Tyto alba*, aducen que cuando la observan en la noche, es sinónimo de ave maligna “cosa mala”.

La utilización mitológica obtiene el 20%. Son comunes las leyendas o mitos de aves como el “pájaro carpintero” y el “zorzal”, como se describe a continuación:

“Zorzal era un hombre que conocía mucho el bosque, el paseaba las tardes con su amada, y tocando su flauta le cantaba, las más dulces canciones. Los habitantes del pueblo sentían envidia de esa relación. Un día el brujo

le cuenta al Zorzal que caerán desgracias sobre él. Le atan a un árbol y le disparan flechas, por lo que su pecho se tiñó de rojo, muriendo el Zorzal. Después de un tiempo su novia Aguay, encontró un ave que tenía el pecho teñido de sangre y oyéndole cantar, comprendió que el ave de pecho rojo y dulce cantar era su eterno amor, su amado Zorzal”. (Salvatierra, H. 2016. Entrevista personal).

Especie	Nombre común	Uso
<i>Adelomya melanogenys</i>	“Colibrí jaspeado”	Ritual
<i>Herpetotheres cachinnans</i>	“Valdiva”, “Halcón reidor”	Superstición, temor
<i>Baryphtengus martii</i>	“Pedrote”, “culebrero”	Superstición
<i>Tito alba</i>	“Lechuza”	Superstición, temor
<i>Colaptes rubiginosus</i>	“carpintero verdidorado”	Leyenda
<i>Driocophus lineatus</i>	“carpintero lineado”	Leyenda
<i>Veniliornis callonotus</i>	“carpintero escarlata”	Leyenda
<i>Catharus dryas</i>	“zorzal”	Leyenda

Cuadro 3. Especies de aves usadas como ritual, superstición, leyenda y que generan temor

Especie	Nombre común	Uso
<i>Psittacara eritrogenys</i>	“Loro cabeza roja”	Mascota, comercial
<i>Forpus coelestis</i>	“Periquito”	Mascota, comercial
<i>Pteroglossus erythropygius</i>	“Diestedé”, “pilí”, “tucán”	Mascota, comercial
<i>Ramphastos ambiguus</i>	“Diestedé”, “pilí”, “tucán”	Mascota, comercial

Cuadro 4. Especies de aves usadas para comercio

## 4 | CONCLUSIONES

En este estudio se determinó la utilización de las aves por la comunidad campesina Honorato Vásquez y sus percepciones en relación a los usos: alimenticio, mascota, medicinal, ritual, superstición, temor y para fines comerciales. Estos datos se contrastan con estudios similares realizados en México por (Chontal, 2019) especialmente cuando reconoce ciertas aves a la que le atribuyen creencias y supersticiones, las relacionan con sucesos desafortunados como muerte en el caso de “lechuza de campanario” *Tito alba*.

En la comunidad son comunes las supersticiones, creencias, leyendas en cuanto a las aves, y estas han sido transmitidas y relatadas de padres a hijos. El conocimiento ancestral prevalece en los habitantes y marca la utilización de la fauna para fines alimenticios y cacería de subsistencia.

El índice de mayor temor en los pobladores y que genera conflicto se debe a la desconfianza que causan las aves de presa, los “gavilanes” (Falconiformes), al acercamiento a las aves de corral; en el caso de los (Psitaciformes) “loros”, atribuyen el temor al daño a plantaciones y frutos.

En la comunidad se reportan varios índices de comercialización de aves silvestre, sin embargo, a pesar que las cifras no son elevadas, no se descarta la práctica de esta actividad, las preferencias para estos fines recaen en (Psitácidos) “loros” y (Piciformes) “tucanes”. Prevalece una tendencia en la utilización de aves como amuleto, contrastada con resultados en México en cuanto a ritos similares con (Apodiformes) como el caso del colibrí.

## AGRADECIMIENTOS

A la comunidad manabita Honorato Vásquez por las facilidades brindadas, así como a los adultos mayores, en especial al Sr. Johnny Borrero guía de la zona. A la Familia García- Salvatierra por acogerme en su casa el tiempo que duró la investigación y a la memoria de la señora Hilda Enedina Salvatierra-Palacios por la valiosa información en torno al componente mitológico y legendario de las aves.

## REFERENCIAS

Albuja, L., Almendárez, A., y Barriga, R. (2012). Fauna de vertebrados del Ecuador. Escuela Politécnica Nacional. Instituto de Ciencias Biológicas. Editorial Arial 12. Quito, Ecuador.

Cerón, C., Palacios, W., Valencia, R. y Sierra R. (1999). Formaciones Naturales de la Costa del Ecuador. Pp. 55-78. En Sierra R. (Ed.) Propuesta Preliminar de un Sistema de Clasificación de Vegetación para el Ecuador Continental. Proyecto INEFAN/GEF-BIRF y EcoCiencia, Quito.

Crespo, J., y Vila, D. (2014). Saberes y conocimientos ancestrales, tradicionales y populares. Documento de política pública IAEM., Volúmen núm.(2). Recuperado el 4 de marzo de 2020, de <https://flokociety.org/docs/Espanol/5/5.3.pdf>

Chontal Y., A. W. (2019). Estudio etnozoológico del uso tradicional de aves silvestres en la comunidad maya de Xanláh, Yucatán, México. (S. b. etnoecología, Ed.) ETHNOSCIENTIA, Volúmen(4).

Galeas, R., Guevara, J.E., Medina-Torres B., Chinchero, M.A. y Herrera, X. (Eds.) (2013). Sistema de Clasificación de Ecosistemas del Ecuador Continental. Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE), Quito.

García-Flores, A., Mojica-Pedraza, S., y Barreto-Sánchez, S. (2017). Estudio etnozoológico de las aves y mamíferos silvestres asociados a huertos frutícolas de Zacualpan de Amilpas, Morelos, México. Revista de Ciencias Ambientales 2215-3896. Vol 51(2): 110-132. Editorial de la Universidad Nacional de Costa Rica (EUNA)

Granizo, T., Pacheco, C., y Rivadeneira, M. Libro rojo de las aves del Ecuador. Volúmen 2. EcoCiencia. Ecuador.

Jácome, I. B. (2019). Etnoictiología de los bagres marinos (familia Ariidae) comercializados en San Clemente, Manabí. Tesis, Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador.

Jindiachi, L. (2018). Etnobotánica y etnozoolología en las ferias libres de la ciudad del Puyo, Amazonía ecuatoriana. Tesis, Universidad Estatal Amazónica., Departamento de Ciencias de la vida. Carrera de Ingeniería Ambiental., Puyo, Ecuador.

McMullan, M., y Navarrete, L. (2013). Fieldbook of Ecuador: including the Galápagos Islands. Fundación de Conservación Jocotoco.

Milla, Z. (1990). Introducción a la semiótica del diseño andino precolombino. An Introduction to the semiotic of Precolumbian Andean Design. Ediciones de Investigación y Comunicación Cultural Amaru Wayra. Recuperado el 3 de marzo de 2020, de [http://olimpiadasquindio.ddns.net/principal/artes\\_plasticas.pdf](http://olimpiadasquindio.ddns.net/principal/artes_plasticas.pdf)

Montenegro García, M. F. (2006). Programa de Educación Ambiental para la conservación de aves y mamíferos silvestres en la comunidad Honorato Vásquez, provincia de Manabí. Tesis de Maestría en Educación Ambiental. Universidad Central del Ecuador.

Noriero, L. A. (2010). El saber tradicional y el desarrollo rural sustentable, visto desde una perspectiva cultural como premisas para una ruralidad alternativa. Universidad Autónoma Chapingo.,163. Recuperado el 3 de marzo de 2020 file:///D:/Downloads/cap6%20(2).pdf

Parra-Colorado, J.-B. S. (2014). Percepción y uso de mamíferos silvestres por comunidades campesinas andinas de Génova. Boletín Científico, Museo de Historia Natural de la Universidad de Caldas., 78-93.

Parroquial, J. (2004). Autodiagnóstico comunitario. Plan de desarrollo local PDL. Tenencia Política de la parroquia Honorato Vásquez., Portoviejo, Manabí.

Pozo, W., y Trujillo, F. (2005). Lista anotada de la fauna de la laguna de Loreto, Reserva Ecológica Cayambe-Coca. Ecuador. Boletín técnico núm. 5, p. 29-43. Serie Zoológica Centro de investigaciones IASA. Escuela Politécnica del Ejército ESPE. Sangolquí, Ecuador.

Ridgely, R., y Greenfield, P. (2006). Aves del Ecuador. Guía de campo. Volumen 2. Academia de Ciencias Naturales de Filadelfia y Fundación de Conservación Jocotoco.

Sobrevilla, C. y Bath, P. (1992). Evaluación ecológica rápida. Programa de Ciencias para América Latina, The Nature Conservancy-Universidad Central del Ecuador., 232 p. Recuperado el 4 de marzo de 2020, de <https://flokociety.org/docs/Espanol/5/5.3.pdf>

Vargas, M. (2002). Ecología y biodiversidad del Ecuador. Centro de Impresión E.P. Primera edición. Quito, Ecuador.

# SECADO DE SEMILLAS DE AHUYAMA (*cucurbita moschata*) POR LA TÉCNICA DE VENTANA DE REFRACTANCIA

Data de submissão: 23/10/2022

Data de aceite: 01/12/2022

**Mónica Jimena Ortiz-Jerez**

Universidad de Antioquia, Departamento  
de Alimentos  
Medellín-Antioquia  
<https://orcid.org/0000-0001-9175-4040>

**José Edgar Zapata Montoya**

Universidad de Antioquia, Departamento  
de Alimentos  
Medellín-Antioquia  
<https://orcid.org/0000-0003-2733-1515>

**Angie Franco Sánchez**

Universidad de Antioquia, Departamento  
de Alimentos  
Medellín-Antioquia  
<https://orcid.org/0000-0001-7647-9589>

**RESUMEN:** La actual importancia de la ahuyama (*cucurbita moschata*) en la seguridad alimentaria nacional ha fomentado progresivamente la investigación en esta fruta, proyectándola hacia nuevas aplicaciones. En este contexto las semillas surgen como una materia prima potencial para obtener productos deshidratados para su consumo directo. En esta investigación, se compararon la cinética de secado, la difusividad efectiva ( $D_{ef}$ ) y la percepción sensorial de un panel no entrenado de

semillas de ahuyama deshidratadas por ventana de refractancia (VR) y secado convectivo (SC). El secado VR se llevó a cabo en un hidrosecador a escala de laboratorio y el SC se llevó a cabo en un secador con circulación de aire caliente; ambos a una temperatura de  $80 \pm 2$  °C. La aceptación sensorial (color, olor, sabor y textura) fue evaluada en una prueba de preferencia con una escala hedónica de 1 a 5 con un total de 60 panelistas. Las curvas de secado se ajustaron a 4 modelos cinéticos: Newton, Logarítmico, Page y Midilli et al. El mejor modelo para ajustar el secado por VR fue Logarítmico ( $R^2 = 0.9985$ ) seguido por Midilli et al. con mínimas diferencias ( $R^2 = 0.9984$ ), mientras que para SC fue Midilli et al. ( $R^2 = 0.9982$ ) seguido por Page ( $R^2 = 0.9981$ ). El modelo de Midilli et al. ajusta en alto grado los datos de ambos secados. La  $D_{ef}$  se determinó con la solución de la segunda ley de Fick y presentó valores en el mismo el mismo orden de magnitud para ambos métodos. Las semillas secas por VR obtuvieron una aceptación general de 3.82, comparado con un 3.63 por parte de SC. Los resultados permiten concluir que, entre ambos métodos, no hay una diferencia estadística significativa, en términos de características de deshidratación y



aceptación sensorial, por lo cual el secado por VR se convierte en un método alternativo para obtener semillas deshidratadas de ahuyama para su consumo directo.

**PALABRAS CLAVE:** Modelos cinéticos, ventana de refractancia, semillas de ahuyama, características sensoriales.

## DRYING OF PUMPKIN (*cucurbita moschata*) SEEDS BY REFRACTANCE WINDOW TECHNIQUE

**ABSTRACT:** The current importance of pumpkin (*cucurbita moschata*) in national food security has progressively encouraged research on this fruit, projecting it towards new applications. In this context, the seeds emerge as a potential raw material to obtain dehydrated products for direct consumption. In this investigation, the drying kinetics, effective diffusivity ( $D_{ef}$ ) and sensory perception of an untrained panel of dehydrated pumpkin seeds by refractance window (RW) and convective drying (CA) were compared. RW drying was carried out in a laboratory-scale hydro-dryer and CA drying was carried out in a hot-air circulating dryer; both at a temperature of  $80 \pm 2$  °C. Sensory acceptability (appearance, aroma, taste and texture) was evaluated by an affective test on a hedonic scale from 1 to 5 with 60 panelists. The drying curves (MR vs t) were fitted to four kinetic models: Newton, Logarithmic, Page and Midilli et al. The best model to adjust RW drying was Logarithmic ( $R^2 = 0.9985$ ) followed by Midilli et al. with minimal differences ( $R^2 = 0.9984$ ), while for CA drying it was Midilli et al. ( $R^2 = 0.9982$ ) followed by Page ( $R^2 = 0.9981$ ). The model of Midilli et al. fits the data of both dryings to a high degree. The  $D_{ef}$  was determined by second Fick's Law solution and presented values in the same order of magnitude for both methods. Dry seeds by RW obtained a general acceptance of 3.82, compared to 3.63 by CA drying. Results allow us to conclude that, between both methods, there is not statistically significant differences, in terms of dehydration characteristics and sensory acceptability, constituting RW drying as an alternative method for obtain dehydrated pumpkin seeds for direct consumption.

**KEYWORDS:** Kinetic models, refractance window, pumpkin seeds, sensory characteristics.

## 1 | INTRODUCCIÓN

La ahuyama es un producto vegetal perteneciente a la familia de las cucurbitáceas. En Colombia para el año 2017 su producción fue de 124,001 ton (Correa et al., 2019), siendo la *curcubita moschata* la especie predominante cuyo tallo es largo, delgado y anudado. La fruta es de un tamaño mediano con cáscara suave y semillas de coloración oscura, características que varían según la variedad. La fruta puede presentarse en diferentes formas: esférica, elipsoidal, ovalada, en forma de pera, recta o curvada en forma de botella (León, 2000). Además de su alto contenido en macro y micronutrientes, la ahuyama es rica en fito-constituyentes y antioxidantes, con propiedades antifúngicas, antiinflamatorias y anticancerígenas (especialmente contra el cáncer de pulmón y colon) (Yadav et al., 2010). Fisiológicamente, una ahuyama se compone de 4 partes: pulpa, cáscara, semillas y entrañas (Figura 1), todas ellas comestibles, ya sea de forma directa en fresco o procesadas como forma de enriquecer alimentos; por ejemplo, en sopas, cremas, dulces y productos de

panadería caseros con sustitución parcial con harina de ahuyama, igualmente puede ser consumida como snack de pulpa y semillas (Syam et al., 2020).



Figura 1. Imagen de la Ahuyama (*Cucurbita moschata*).

Las semillas de ahuyama tienen un alto contenido nutricional. Están constituidas por proteínas (entre 274.85 y 308.92 g/kg), carbohidratos (entre 122.2 y 140.19 g/kg), lípidos (entre 439.88 y 524.34 g/kg) y cenizas (entre 44.22 y 55.02 g/kg) según la variedad (Mi et al., 2012). Se puede apreciar que este producto representa una alternativa de solución a la problemática de seguridad alimentaria nacional o global, no solo por su valor nutricional, sino también por la diversidad de formas de consumo y usos, desde harinas para el enriquecimiento de productos de panadería, aceites, snacks listos para consumir, ya sean tostados o deshidratados, hasta la producción de barras de cereales (Silva et al., 2014).

El secado por ventana de refractancia (VR) es un método de secado innovador y eficiente para el secado de materiales delgados (Ortiz-Jerez et al., 2015). Este tipo de secado está basado teóricamente en tres formas de transferencia de calor: conducción, convección y radiación, empleando agua como medio calefactor (Nindo & Tang, 2007). El agua, a condiciones de presión atmosférica y temperaturas menores a su punto de ebullición, transfiere energía térmica al producto a través de una película plástica transparente a la radiación infrarroja (e.g. Mylar™) (Ochoa-Martínez et al., 2012).

Para garantizar la eficiencia energética, el agua caliente es reciclada y reutilizada, reduciendo el costo al menos a la mitad, cuando se compara con métodos de secado como la liofilización (Puente-Díaz et al., 2020). Adicionalmente, el secado por VR provee beneficios en términos de preservación de las características de calidad de los alimentos deshidratados, una mejor eficiencia energética e inactivación de bacterias patógenas presentes en los vegetales (Waghmare, 2021).

El modelado matemático de los procesos de secado es útil para diseñar nuevos sistemas de secado que mejoren los existentes o que incluso controlen el proceso mismo

(Doymaz, 2007). Estos cobran importancia cuando explican el comportamiento del proceso y permiten la extrapolación a condiciones de operación diferentes. Algunos modelos se han ajustado exitosamente a las condiciones de secado de semillas de productos agrícolas, en la literatura se encuentran los modelos empíricos o semi-teóricos de Page, Lewis y Henderson-Pabis para el secado convectivo de semillas de uvas (Roberts et al., 2008), Henderson-Pabis para el secado convectivo de semillas de naranja (Penteado-Rosa et al., 2015), Wang & Singh, Midilli et al., Logarítmico y Aproximación de difusión, para el secado convectivo de semillas de sandía (Dhurve et al., 2022). Modelo Logarítmico para el secado convectivo de semillas de ahuyama sin cáscara (Sacilik, 2007), y el modelo de Page para el secado de un lecho fluidizado de semillas de ahuyama (Mujaffar & Ramsumair, 2019).

Para deshidratar semillas de ahuyama, se han empleado múltiples técnicas, tales como lecho fluidizado con temperaturas entre los 50 y 80 °C (Mujaffar & Ramsumair, 2019), secado por túnel solar (Sacilik, 2007), y el tradicional secado por aire caliente (Can, 2007; Sacilik, 2007). Sin embargo, existe poca información sobre el modelado en capa delgada del secado de semillas de ahuyama. Es por esto que surge la necesidad de estudiar el modelado de capa delgada de las semillas de ahuyama para entender el proceso de secado. Actualmente, no existen reportes en la literatura para el secado VR de semillas de ahuyama (*C. moschata*), que evalúen el efecto sobre el sabor y aceptabilidad preferencial de los consumidores para este producto, información importante para conocer sobre su uso potencial en el mercado, haciendo necesario aplicar un análisis sensorial por el método conocido como prueba orientada al consumidor (POC) (Lawless & Heymann, 2010).

El objetivo de esta investigación es estimar la difusividad efectiva y determinar el modelo cinético de capa delgada mas apropiado para el secado por ventana de refractancia (VR) de semillas de ahuyama (*C. moschata*), y evaluar la percepción sensorial de muestras deshidratadas de diferentes atributos a través de un panel de consumidores no entrenados.

## 2 | MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1 Muestreo y pretratamientos del material vegetal

La ahuyama (*C. moschata*) fue obtenida de un mercado local en la ciudad de Medellín (Colombia). Fue desinfectada, pelada y cortada por su línea del ecuador, posteriormente, las semillas fueron separadas de las entrañas y lavadas para remover residuos. Para este estudio, las semillas enteras fueron utilizadas sin aplicar pretratamientos para remover la cáscara de la semilla. Estas fueron almacenadas a condiciones ambientales (HR = 68% y T = 25°C) hasta el momento de su análisis. La humedad inicial de las muestras fue determinada por el método de balanza de calentamiento infrarrojo progresivo con una termobalanza (Shimadzu, modelo ATX224, Japón).

## 2.2 Secado de semillas de ahuyama

El secado por ventana de refractancia (VR) se llevó a cabo en un hidrosecador no comercial a escala de laboratorio, empleando un baño termostático de 5 L (Thermo Scientific, modelo TSGP05, USA) con agua a temperatura constante de  $80 \pm 2$  °C, cubierta con una película plástica transparente a radiación infrarroja, en la cual se dispuso aproximadamente 25 g de muestra, distribuida de manera uniforme para cada prueba (Figura 2). La película plástica está hecha de tereftalato de polietileno (polietileno de baja densidad) transparente a radiación infrarroja conocida como Mylar® (Puente-Díaz et al., 2020).

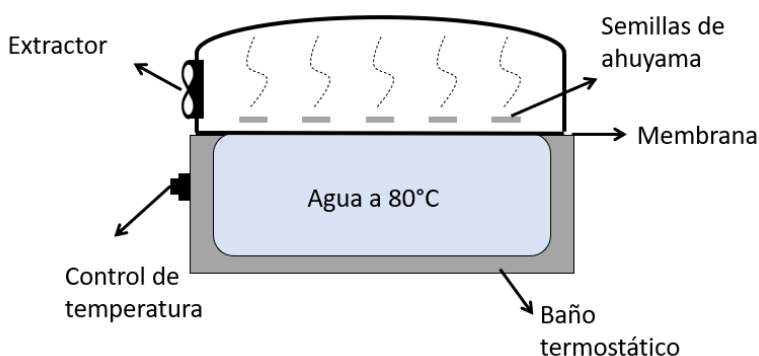


Figura 2. Esquema del secado de semillas de ahuyama (*C. moschata*) por ventana de refractancia (VR).

La temperatura del baño se determinó con base en estudios previos, en los cuales se observó que, temperaturas por encima de los 80°C generaban turbulencias y burbujas de aire en el baño de agua, lo cual interfiere con la transferencia de energía a través de la película (Clarke, 2004). De acuerdo a la revisión de la literatura, esta temperatura es eficiente para el proceso de secado mientras permite una mejor retención de color y contenido de antioxidantes en el procesamiento de alimentos (Bernaert et al., 2019). Para el secado por aire caliente (SC), se utilizó un horno convectivo (Thermo scientific, modelo PR305225M, USA), a una temperatura constante de 80°C y una velocidad de aire de 0.8 m/s. En cada prueba, una sola capa de semillas fue distribuida en el área de secado disponible. Todos los ensayos se realizaron por triplicado.

## 2.3 Análisis sensorial

Las pruebas orientadas al consumidor (POC) (Lawless & Heymann, 2010) de preferencia (i. e., prueba de comparación) y de aceptación (i. e., escala hedónica) son de fácil realización. Esta ultima es una prueba que mide la aceptación subjetiva del producto

y la preferencia del consumidor. Consiste en la entrega de muestras del producto a los catadores y cuestionarles a través de una encuesta sobre sus observaciones según una escala establecida (Toscano-Palomar et al., 2020). En la escala hedónica, el catador expresa su aceptación del producto siguiendo una escala preestablecida. La cual varía gradualmente con la intensidad de los atributos (Cordero-Bueso, 2017).

Las características sensoriales de los productos deshidratados fueron evaluadas según la percepción de un panel no entrenado y una escala hedónica de 1 a 5, donde 1 corresponde a “me disgusta mucho” y 5 “me gusta mucho”. Aplicada a los atributos de color, olor, sabor y textura. 60 panelistas de ambos sexos, entre los 25 y los 60 años, pertenecientes a diferentes sectores de la ciudad de Medellín participaron en la prueba. Para todos los atributos, las medias y desviaciones estándar fueron calculadas para cada tratamiento. Un análisis de varianza (ANOVA) se llevó a cabo utilizando el complemento estadístico de Excel (Microsoft, versión 2019). Siguiendo con los protocolos de consentimiento informado.

### 2.4 Modelo de cinética de secado

Los datos de humedad del producto ( $X_t$ ) se tomaron cada 5 min durante 60 min, los cuales se utilizaron para calcular la razón de humedad adimensional (MR) (ecuación 1).

$$MR = \frac{X_t - X_{eq}}{X_0 - X_{eq}} \tag{1}$$

donde,  $X_t$ , es el contenido de humedad en cualquier tiempo  $t$ ,  $X_0$ , el contenido de humedad inicial y  $X_{eq}$  el contenido de humedad en el equilibrio, todos expresados en base seca (kg agua/kg sólido seco). Se consideró un  $X_{eq}$  de 0.005 kg agua/kg sólido seco (Can, 2007; Guiné & Barroca, 2012), que correspondió a la humedad alcanzada por las muestras en un periodo de tiempo muy prolongado, en el que se supone que se alcanzó el equilibrio con la humedad de los alrededores.

Las curvas experimentales (MR vs  $t$ ) se ajustaron usando Excel (Microsoft, versión 2019), a cuatro modelos cinéticos de capa delgada usados frecuentemente para describir el secado de productos agrícolas (Tabla 1) La bondad de ajuste de los modelos empíricos se obtuvo con los parámetros estadísticos:  $R^2$  (coeficiente de distribución),  $\chi^2$  (chi cuadrado) y RMSE (error medio cuadrático).

Modelo	Ecuación	Referencia
Newton	$MR = \exp(-kt)$	Lewis (1921)
Page	$MR = \exp(+ktn)$	Page (1949)
Logarítmico	$MR = a \cdot \exp(-kt) + c$	Sacilik (2007)
Midilli et al.	$MR = a \cdot \exp(-ktn) + bt$	Midilli et al. (2002)

Tabla 1. Modelos empíricos seleccionados para describir el secado de semillas de ahuyama

## 2.5 Estimación de la difusividad efectiva

La difusividad efectiva ( $D_{ef}$ ) fue obtenida por la solución analítica de la segunda ley de Fick (ecuación 2) en coordenadas rectangulares, bajo la suposición de la migración de humedad en una sola dirección, con encogimiento y resistencias externas despreciables. Al resolver la ecuación 2, aplicando la solución de Crank (Crank, 1975), se obtiene como resultado la ecuación 3:

$$\frac{\partial X}{\partial t} = D_{ef} \frac{\partial^2 X}{\partial z^2} \quad (2)$$

$$MR = \frac{X_t - X_{eq}}{X_0 - X_{eq}} = \frac{8}{\pi^2} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{(2n+1)^2} \exp\left(-\frac{(2n+1)^2 \pi^2 F_0}{4}\right) \quad (3)$$

donde, el número de Fourier ( $F_0$ ) está dado por  $F_0 = D_{ef} \frac{t}{L^2}$  siendo  $L$  el espesor del producto (m).

## 3 | RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 3.1 Muestreo y pretratamiento

Las muestras con un espesor de  $2.9 \pm 0.3$  mm y una humedad inicial de  $0.738 \pm 0.013$  kg agua/kg de solido seco ( $41.38 \pm 3.12$  % bh) fueron secadas hasta una humedad final de 0.0112 kg agua/kg de solido seco para VR y 0.0129 kg agua/kg de solido seco para CA, hasta no observar cambios en la masa. La figura 3 muestra que el método de secado SC parece ser más rápido que el VR. Al finalizar el secado, la razón de humedad (MR) obtuvo valores por debajo de 0.1 para ambas técnicas. Las muestras alcanzaron una razón de humedad de 0.07 para VR luego de 45 minutos y de 0.02 para SC luego de 60 minutos. Resultados similares muestran que VR tiene una gran capacidad para secar alimentos en menor tiempo cuando se compara con SC a la misma temperatura (Ochoa-Martínez et al., 2012; Jafari et al., 2015; Franco et al., 2019). Además, el secado VR ha sido sugerido como un método mas delicado que puede preservar los atributos sensoriales de los productos (Jafari et al., 2015).

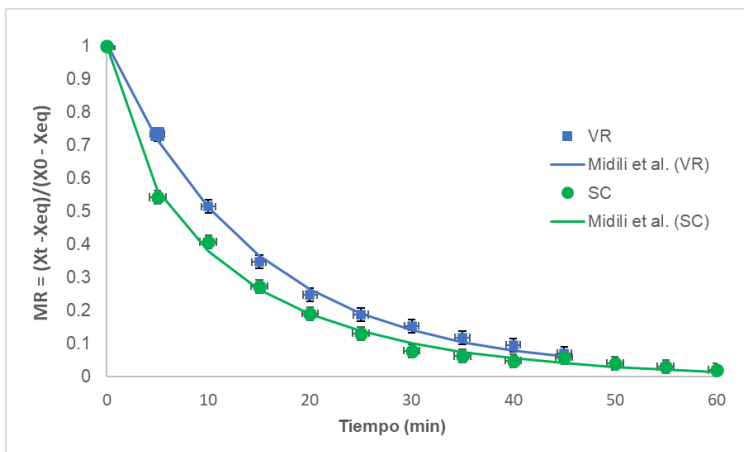


Figura 3. Curvas de secado experimental de semillas de ahuyama (*Cucurbita moschata*) mediante secado por ventana de refractancia (VR) y secado convectivo (SC), a 80 °C.

En el secado VR, la variación  $\frac{\partial X}{\partial t}$  es únicamente decreciente, lo cual indica que el mecanismo predominante es la difusión de humedad, dado que la evaporación de agua en la superficie es inmediata gracias a la ventana de refractancia, haciendo el secado más rápido y eficiente (Nindo & Tang, 2007). Por otra parte, para el secado convectivo, las razones corresponden a dos zonas: constante y decreciente, controladas por los mecanismos evaporativos y difusionales, respectivamente. Una etapa difusional lenta puede extender el tiempo de secado debido a que la mayor parte del secado ocurre en esta, puesto que la humedad se difunde a través del estado sólido a una razón menor (Olawoye et al., 2017).

### 3.2 Modelado cinético

La tabla 2 presenta los parámetros de los modelos Newton, Logarítmico, Page y Midilli et al., así como la bondad de ajuste para los parámetros de cada modelo. Estos resultados indican que los cuatro modelos describen de forma satisfactoria las curvas de secado de las semillas de ahuyama a la temperatura estudiada, una vez que su coeficiente de distribución ( $R^2$ ) obtuvo un valor por encima del 95% y su error medio relativo (RMSE) fue menor que 5% para ambos secados. Sin embargo, el modelo que mejor describe el comportamiento de los datos para el secado VR es el modelo Logarítmico, seguido muy de cerca por el modelo de Midilli et al. Recientemente, esto fue igualmente observado por Dhurve et al. (2022) en el secado convectivo de semillas de sandía. De forma similar, el modelo de Midilli et al. demostró el mejor ajuste para el SC, seguido de cerca por el modelo de Page. De modo similar, el modelo de Page tuvo el mejor ajuste en un estudio reciente sobre secado en lecho fluidizado de semillas de ahuyama (Mujaffar & Ramsumair, 2019).

Estos resultados indican que el modelo de Midilli et al. es un buen modelo para representar la cinética de secado para ambos métodos de estudio, como fue observado por Smaniotto et al. (2017), quien estudió once modelos de capa delgada para ajustar el secado

convectivo de semillas de girasol. En otra investigación, Sacilik (2007) estudió el secado de semillas de ahuyama sin cáscara (*Cucurbita pepo* L) secada a diferentes temperaturas con aire caliente, secado solar abierto y secado solar de túnel, y encontró que, para todos ellos el modelo Logarítmico es el que mejor representa la cinética de secado de capa delgada.

Todos estos estudios sobre secado de semillas de productos agrícolas con modelos de análisis de capa delgada derivan en buenos resultados con los modelos Logarítmico, Page y Midilli et al. principalmente. Siendo este último el más apropiado para el secado por VR de semillas de la variedad *C. Moschata*.

Modelo	Ventana de Refractancia					Secado convectivo			
	Pará-metro	Valor	R <sup>2</sup>	y <sup>2</sup>	RMSE	Valor	R <sup>2</sup>	y <sup>2</sup>	RMSE
Newton	k	0.0657	0.9981	0.0003	0.0185	0.0896	0.9945	0.0014	0.0377
Logarítmico	k	0.0703	0.9985	0.0003	0.0162	0.1021	0.9957	0.0007	0.0265
	a	0.9847				0.9271			
	c	0.0223				0.0500			
Page	k	0.0731	0.9982	0.0003	0.0177	0.1626	0.9981	0.0003	0.0175
	n	0.9636				0.7772			
Midilli et al.	k	0.0680	0.9984	0.0003	0.0166	0.1645	0.9982	0.0003	0.0174
	a	1.0051				0.9974			
	b	0.0004				-1x10 <sup>-4</sup>			
	n	1.0016				0.7690			

Tabla 2. Parámetros y bondad de ajuste de los modelos ajustados en la cinética de secado de semillas de ahuyama por ventana de refractancia y secado convectivo.

### 3.3 Estimación de la difusividad efectiva

Se ha reportado que los primeros tres términos de la ecuación 3 son suficientes para describir el proceso de secado de productos de semillas pequeñas (Can, 2007). Sin embargo, considerando una sola dirección de flujo de humedad y por tiempos lo suficientemente prolongados, el primer término de la serie infinita provee una buena estimación (Doymaz, 2007; Guiné & Barroca, 2012). La razón adimensional Fo fue optimizada usando Excel SOLVER (2019), truncando la serie infinita en el primer término. La pendiente lineal de la razón adimensional Fo vs tiempo se obtuvo por análisis de regresión lineal y fue usada para la difusividad efectiva del agua  $D_{ef}$ .

Los  $D_{ef}$  promedio de las semillas de ahuyama secas por ambas técnicas VR y SC a 80°C, fueron de  $6.60 \times 10^{-10}$  ( $R^2=0.9927$ ) y  $9.60 \times 10^{-10}$  ( $R^2=0.9928$ ), respectivamente. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los valores de  $D_{ef}$  de ambos métodos. Estos valores están en el mismo orden de magnitud que los reportados



en estudios de secado convectivo de semillas de melón a temperaturas entre 50 y 70°C (Almeida et al., 2020) y semillas de ahuyama en lecho fluidizado a diferentes temperaturas, incluyendo 80°C (Mujaffar & Ramsumair, 2019). En otro estudio, Sacilik (2007) observó que, la difusividad efectiva de semillas de ahuyama sin cascara esta en el orden de  $10^{-11}$  a temperaturas de secado mas bajas (40-60°C). Esto fue igualmente observado por Smaniotto et al. (2017) durante el secado convectivo de semillas girasol en un amplio rango de temperatura (35-95°C). Estas variaciones ocurren ya que, a medida que la temperatura aumenta, la vibración de las moléculas de agua aumenta, contribuyendo a una difusión más rápida (Coradi et al., 2016). Esto también puede deberse a la diferencia en las reservas encontradas en las semillas, ya que, entre mayor sea el contenido de aceite al interior, menor será la energía requerida para la remoción de agua (Smaniotto et al., 2017). Es de notar que, el modelo basado en la determinación de la difusividad efectiva ( $D_{ef}$ ) tiene ajustes inferiores que los modelos empíricos o semi-empíricos. Se debe considerar que este por ser un modelo fundamentado en los fenómenos de transferencia que gobiernan el proceso de secado, lo puede explicar mejor.

### 3.4 Análisis sensorial

La figura 4 muestra el resultado de la prueba para los 4 atributos (color, olor, sabor y textura) y la percepción general. El ANOVA indica que no hay una diferencia significativa entre los tratamientos de secado, con un nivel de significancia del 95% ( $p < 0.05$ ). Las semillas secas por ambos métodos obtuvieron una aceptación general en el rango de 3-4, donde 3 corresponde a “me gusta poco” y 4 a “me gusta”. Ninguno de los valores cayó dentro de una categoría extrema de “me gusta mucho” o “me disgusta mucho”. Para ambos secados, VR y SC, el atributo con mayor puntuación fue la textura, mientras que el atributo con menor puntuación fue el olor, como se observa en la figura 4. Esto también puede corroborarse con la figura 5.

En un estudio reciente con panelistas entrenados, el perfil sensorial de las semillas de ahuyama fue evaluado, las cuales fueron irradiadas con haces de electrones de alta y baja intensidad. La intensidad de olor se reportó entre 4.2 y 4.5 y para sabor entre 6.0 y 6.3, en una escala 1 a 10, cuando la intensidad de radiación fue alta (Aisala et al., 2021), valores que están por debajo de los encontrados en este estudio. En otro estudio sobre semillas de girasol secadas por microondas y secado convectivo, de acuerdo a los jueces, la intensidad del olor se encontraba entre el 60 y el 70%, lo cual es similar a los resultados de olor encontrados en el presente estudio, aunque para el atributo de sabor estos fueron menores (Goszkiewicz et al., 2020).

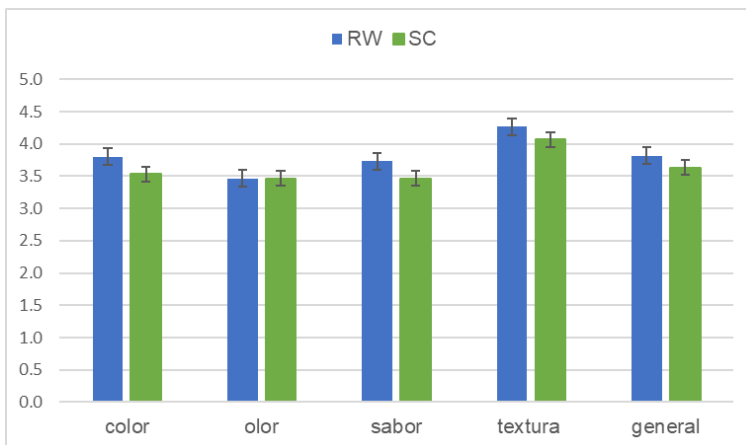


Figura 4. Análisis sensorial de semillas secas por Ventana de refractancia (VR) y Secado convectivo (SC) en escala hedónica de 1-5.

Después de la textura, el color y el sabor fueron los atributos mejor evaluados por los participantes. Como el color abarca visualmente toda la percepción sensorial de los alimentos, las ventajas de utilizar VR como método de secado, en términos de aspectos sensoriales, han sido ampliamente documentadas (Nayak et al., 2011; Jafari et al., 2015; Puente et al., 2020). Por presentar una ligera mayor aceptabilidad en el producto seco, el secado VR puede ser considerado como un método alternativo para obtener semillas deshidratadas de ahuyama listas para consumo.

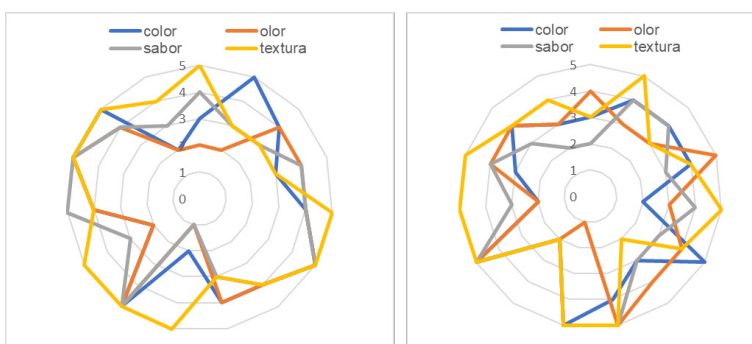


Figura 5. Análisis sensorial en gráfica radial para secado por (a) ventana de refractancia (VR) y (b) secado convectivo (SC) en escala hedónica de 1-5.

## 4 | CONCLUSIONES

Las características de cinética de secado de las semillas de ahuyama (*C. moschata*) se ven afectadas por el tipo de secado aplicado. La difusividad efectiva ( $D_{ef}$ ) resultante para ambos secados se encuentran dentro del mismo orden de magnitud ( $10^{-10}$ ) y están acorde

a los valores reportados para productos agrícolas similares. Los cuatro modelos cinéticos evaluados son útiles para ajustar las curvas de secado de las semillas de ahuyama, siendo Midilli et al. el mejor modelo de ajuste para el secado por ventana de refractancia (VR). La aceptabilidad sensorial del producto seco es la misma para ambos secados, VR y SC, siendo la textura el atributo mejor puntuado y el olor el peor. El secado VR es un método alternativo para obtener semillas de ahuyama deshidratadas para consumo directo (tipo snack).

## REFERENCIAS

Aisala, H., Nygren, H., Seppänen-Laakso, T., Heinio, R.L., Kiećling, M., Aganovic, K., Waser, A., Kotilainen, H., Ritala, A., 2021. **Comparison of low energy and high energy electron beam treatments on sensory and chemical properties of seeds.** Food Res. Int. 148, 110575.

Almeida, R.L., Santos, N., Pereira, T., Silva, V., Ribeiro, V., Silva, L., Cordeiro Gomes, F., Moreira, F., Lima, S., Eduardo, R., 2020. **Cinetica de secagem de sementes de melão descrita por um modelo de difusao.** Research, Society and Development.

Bernaert, N., van Droogenbroeck, B., van Pamel, E., de Ruyc, H., 2019. **Innovative refractance window drying technology to keep nutrient value during processing.** Trends Food Sci. Technol. 84, 22–24.

Can, A., 2007. **An analytical method for determining the temperature dependent moisture diffusivities of pumpkin seeds during drying process.** Appl. Therm. Eng. 27 (2–3), 682–687.

Clarke, P.T., 2004. **Refractance window—Down under.** In: Proceedings of the 14th International Drying Symposium. IDS, pp. 813–820.

Coradi, P.C., Fernandes, C.H.P., Helmich, J.C., 2016. **Adjustment of mathematical models and quality of soybean grains in the drying with high temperatures.** Rev. Bras. Eng. Agrícola Ambient. 20 (4), 385–392.

Cordero-Bueso, G.A., 2017. **Análisis Sensorial de los Alimentos.** In: Tipos de pruebas de análisis sensorial, 1a ed. vol. 4. AMV Ediciones, Madrid (España), pp. 155–182.

Correa, E.M., Yacomelo, M.J., León, R.I., Orozco, A.R., Silva, G.E., Tamara, R.E., 2019. **Modelo productivo de ahuyama para la región caribe colombiana.** Siembra, p. 1.

Crank, J., 1975. **The Mathematics of Diffusion**, 2a ed. Oxford University Press, London, pp. 69–88.

Dhurve, P., Kumar Arora, V., Kumar Yadav, D., Malakar, S., 2022. **Drying kinetics, mass transfer parameters, and specific energy consumption analysis of watermelon seeds dried using the convective dryer.** Mater. Today Proc. 59, 926–932.

Doymaz, I., 2007. **The kinetics of forced convective air-drying of pumpkin slices.** J. Food Eng. 79, 243–248.

Franco, S., Jaques, A., Pinto, M., Fardella, M., Valencia, P., Núñez, H., Ramírez, C., Simpson, R., 2019. **Dehydration of salmon (Atlantic salmon), beef, and apple (Granny Smith) using Refractance window™: effect on diffusion behavior, texture, and color changes.** *Innovat. Food Sci. Emerg. Technol.* 52, 8–16.

Goszkievicz, A., Kołodziejczyk, E., Ratajczyk, F., 2020. **Comparison of microwave and convection method of roasting sunflower seeds and its effect on sensory quality, texture and physicochemical characteristics.** *Food Struct.* 25, 100144.

Guiné, R.P., Barroca, M.J., 2012. Effect of drying treatments on texture and color of vegetables (pumpkin and green pepper). *Food Bioprod. Process.* 90 (1), 58–63.

Jafari, S.M., Azizi, D., Mirzaei, H., Dehnad, D., 2015. **Comparing quality characteristics of oven-dried and refractance window-dried kiwifruits.** *J. Food Process. Preserv.* 40 (3), 362–372.

Lawless, H.T., Heymann, H., 2010. **Sensory evaluation of food: principles and practices.** In: *Food Science Texts Series*, 2a ed.vol. 23. Springer, p. 596.

León, J. (Ed.), 2000. **Botánica de los cultivos tropicales**, 3a ed. Agroamerica. Lewis, W.K., 1921. The rate of drying of solid materials. *J. Ind. Eng. Chem.* 13, 427–432.

Mujaffar, S., Ramsumair, S., 2019. **Fluidized bed drying of pumpkin (Cucurbita sp.) seeds.** *Foods* 8 (5), 147.

Mi, Y.K., Eun, J.K., Young-Nam, K., Changsun, C., Bo-Hieu, L., 2012. **Comparison of the chemical compositions and nutritive values of various pumpkin (Cucurbitaceae) species and parts.** *Nutr. Res. Pract.* 6 (1), 21–27.

Midilli, A., Kucuk, H., Yapar, Z., 2002. **A new model for single layer drying.** *Dry. Technol.* 20, 1503–1513.

Nayak, B., Berrios, J.D.J., Powers, J.R., Tang, J., Ji, Y., 2011. **Coloured potatoes (Solanum tuberosum L.) dried for antioxidant-rich value-added foods.** *J. Food Process. Preserv.* 35, 571–580.

Nindo, C.I., Tang, J., 2007. **Refractance window dehydration technology: a Novel Contact drying method.** *Dry. Technol.* 25 (1), 37–48.

Ochoa-Martínez, C.I., Quintero, P.T., Ayala, A.A., Ortiz, M.J., 2012. **Drying characteristics of mango slices using the Refractance Window technique.** *J. Food Eng.* 109, 69–75.

Olawoye, B.T., Kadiri, O., Babalola, T.R., 2017. **Modelling of thin-layer drying characteristic of unripe Cardaba banana (Musa ABB) slices.** *Cogent Food Agric.* 3 (1).

Ortiz-Jerez, M.J., Gulati, T., Datta, A.K., Ochoa-Martínez, C.I., 2015. **Quantitative understanding of refractance Window™ drying.** *Food Bioprod. Process.* 95, 237–253.

Page, G.E., 1949. **Factors influencing the maximum rates of air drying shelled corn in thin layers.** Purdue University, West Lafayette.

Penteado-Rosa, D., Cantú-Lozano, D., Luna-Solano, G., Polachini, T.C., Telis-Romero, J., 2015. **Mathematical modeling of orange seed drying kinetics.** *Cienc. E Agrotecnol* 39 (3), 291–300.

Puente-Díaz, L., Spolmann, O., Nocetti, D., Zura-Bravo, L., Lemus-Mondaca, R., 2020. **Effects of infrared-assisted refractance Window™ drying on the drying kinetics, microstructure, and color of Physalis fruit Puree.** Foods 9 (3), 343.

Puente, L., Vega-Galvez, A., Ah-Hen, K.S., Rodríguez, A., Pasten, A., Poblete, J., et al., 2020. **Refractance Window Drying of Goldenberry (Physalis Peruviana L.) Pulp: A Comparison of Quality Characteristics with Respect to Other Drying Techniques.** LWT - Food Science and Technology, p. 131.

Roberts, J.S., Kidd, D.R., Padilla-Zakour, O., 2008. **Drying kinetics of grape seeds.** J. Food Eng. 89 (4), 460–465.

Sacilik, K., 2007. **Effect of drying methods on thin-layer drying characteristics of hull-less seed pumpkin (Cucurbita pepo L.).** J. Food Eng. 79 (1), 23–30.

Silva, J.S., Marques, T.R., Simao, A.A., Correa, A.D., Pinheiro, A.C.M., Silva, R.L., 2014. **Development and chemical and sensory characterization of pumpkin seed flour-based cereal bars.** Food Sci. Technol. (Campinas) 34 (2), 346–352.

Smaniotto, T.A.D.S., Resende, O., Sousa, K.A.D., Oliveira, D.E.C.D., Campos, R.C., 2017. **Drying kinetics of sunflower grains.** Rev. Bras. Eng. Agrícola Ambient. 21 (3), 203–208.

Syam, A., Zainal, Kurniati, Y., Hardiyanti, Ulfasari, I., Ishak, A., Akhmar, A.M., 2020. **Preference test of biscuit products from pumpkin seeds (Cucurbita sp.).** Enfermería Clínica 30, 375–378.

Toscano-Palomar, L., García-Gomez, G., Gomez-Puentes, F.J., Beltrán-Gonzalez, G., Valenzuela-Espinoza, I.G., Armenta-Galvez, J.M., 2020. **Análisis de las propiedades físico-químicas y sensoriales de barra alimenticia a base de semillas y nueces sin componentes de origen animal.** Rev. Espanola Nutr. Humana Dietetica 24 (2), 143–153.

Waghmare, R., 2021. **Refractance window drying: a cohort review on quality characteristics.** Trends Food Sci. Technol. 110, 652–662.

Yadav, M., Jain, S., Tomar, R., Prasad, G., Yadav, H., 2010. **Medicinal and biological potential of pumpkin: an updated review.** Nutr. Res. Rev. 23 (2), 184–190

# MODELO ESPACIAL DE PREDICCIÓN DE COMUNIDADES DE ÁCAROS DEPREDAADORES (MESOSTIGMATA) DE LA HOJARASCA

---

*Data de aceite: 01/12/2022*

### **I. Díaz-Aguilar**

Postgrado en Edafología, Colegio de Postgraduados, México

### **M.E. Ramírez-Guzmán**

Postgrado en Estadística, Colegio de Postgraduados, México

### **S.A. Quideau**

Renewable Resources Department, Alberta University, Canada

### **H.C. Proctor**

Biological Sciences Department, Alberta University, Canada

### **B.E. Kishchuk**

Natural Resources Canada, Canadian Forest Service, Canada

### **J.R. Spence**

Renewable Resources Department, Alberta University, Canada

**RESUMEN:** La importancia de los ácaros depredadores Mesostigmata de la hojarasca, radica en su función de regulación poblacional para mantener el equilibrio de los organismos del suelo. La hojarasca es uno de los principales hábitats de estos organismos, sin embargo, aún se

desconoce el efecto de sus propiedades sobre la distribución espacial de los ácaros. El objetivo de esta investigación fue conocer el efecto de propiedades físicas y químicas de la hojarasca, sobre la abundancia de ácaros. La hojarasca de bosques de coníferas, deciduos y mixto fue muestreada, estos bosques fueron localizados a 90 km al noroeste de Peace River, Alberta, Canadá. El modelo aditivo generalizado (GAM) con la distribución binomial negativa, modeló la sobredispersión de la frecuencia de ácaros, con una devianza explicada del 71.8 %. Relaciones no lineales de segundo grado fueron significativas entre la abundancia total de ácaros Mesostigmata y las variables de elevación, profundidad, temperatura, humedad y ph. La relación entre la abundancia y las coordenadas geográficas fue de quinto orden, lo cual indicó que la mayor abundancia de ácaros fue resultado de la variabilidad geográfica. Las condiciones óptimas para la producción de ácaros Mesostigmata, es, elevación por debajo de los 700 msnm, profundidad mayor a los 12 cm, temperatura entre 11 a 12 grados centígrados y con pH ácido. El porcentaje de humedad menos favorable se encuentra entre 60 a 90 %. El número de ácaros del bosque de coníferas (CD) fue

estadísticamente igual al bosque de deciduos (DD), pero diferente al mixto (MX) con  $p < 0.05$ , éste último presentó mayor abundancia de ácaros. Se concluye que los modelos GAM son de utilidad para estimar la abundancia de ácaros y predecirlos en áreas adyacentes que no han sido muestreadas.

**PALABRAS CLAVE:** Ácaros depredadores, Mesostigma, bosque boreal, modelo aditivo generalizado, geoespacial, GAM.

## INTRODUCCIÓN

Los ácaros constituyen el grupo más diverso de arácnidos con distribución cosmopolita, habitan ambientes terrestres y acuáticos, presentan una gran variedad de hábitos alimentarios y establecen diferentes relaciones con prácticamente todos los seres vivos (Pérez, et al., 2014). En particular, el bosque boreal cuenta con una gran cantidad de fauna del suelo dentro de la cual se identifican los ácaros Mesostigmata, los cuales afectan varios procesos del suelo (Díaz et al., 2013). Estos procesos producen características bioquímicas y físicas distintivas que están estrechamente relacionados con el desarrollo de rodales de bosques caducifolios, coníferos y mixtos. Bajo la premisa de que las comunidades del suelo forestal están estrechamente asociadas a características físicas y químicas del suelo, es fundamental identificar las condiciones óptimas para la producción de ácaros depredadores (Mesostigmata), los cuales son fundamentales para mantener el equilibrio de los organismos del suelo. Estos organismos edáficos han sido el tema de estudio para producirlos como biocontroladores de productos agrícolas comerciales tales como la cebolla (Rivest y Kharouba, 2021). Chaires-Grijalva, et al. (2015) los han estudiado por su importancia como agentes de control biológico de insectos descortezadores.

Respecto a la modelación estadística, Mineriro et al. (2009) han estudiado la distribución de los ácaros en suelo, mediante el índice de diversidad de Shannon. Minor y Cianciolo (2007) aplicaron remuestreo bootstrap con objeto de estudiar el efecto de varios tipos de uso de la tierra en la abundancia de diversas especies de ácaros Mesostigmata, mientras que Manu et al. (2022) aplicaron análisis multivariado para encontrar relación entre comunidades de ácaros del suelo (Acari: Mesostigmata) con algunas variables ambientales en pastizales experimentales de las montañas Bucegi en Rumania. Si bien la revisión bibliográfica reporta métodos estadísticos clásicos para evaluar relaciones estrictamente lineales entre la abundancia de ácaros y diversas variables de interés, no se reportan investigaciones en donde se identifiquen posibles relaciones no lineales. Por lo anterior, en esta investigación se propone el uso de los modelos GAM (Wood, 2017), cuyas características son abordadas a continuación.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Modelo Aditivo Generalizado

El modelo aditivo generalizado (GAM, por sus siglas en inglés) propuesto por Hastie y Tibshirani (1986) es una extensión del modelo lineal generalizado (GLM) de Nelder y Wedderburn (1972). Es una regresión no paramétrica que relaja el supuesto de linealidad entre la variable de respuesta y las covariables, lo cual permite descubrir relaciones no lineales entre ellas. El predictor lineal de los modelos GAM es expresado como:

$$g(\mu_i) = \mathbf{X}_i^* \boldsymbol{\theta} + f_1(x_{1i}) + f_2(x_{2i}) + f_3(x_{3i}, x_{4i}) + \dots$$

Donde  $\mathbf{X}_i^* \boldsymbol{\theta}$  es una función de efectos fijos tal que  $\mathbf{X}_i^*$  es la  $i$ -ésima hilera de la matriz diseño del modelo de efectos fijos y  $\boldsymbol{\theta}$  es un vector de parámetros. Las funciones de suavizamiento  $f_i(x_i)$ , permiten de manera muy flexible, especificar la dependencia entre la respuesta y las covariables (Wood, 2017). En particular,  $E[y_i] = \mu_i$ , donde tiene una distribución perteneciente a la familia exponencial y es una función conocida, denominada función liga que conecta a con el predictor lineal. Al igual que los GLM, los GAM permiten modelar variables de respuesta con distribuciones pertenecientes a la familia exponencial, la cual incluye tanto distribuciones continuas (normal, gamma e inversa gaussiana), como discretas (binomial y Poisson). Una distribución perteneciente a la familia exponencial, puede escribirse como:

$$f_{\theta}(y) = \exp \left[ \frac{y(\theta) - b(\theta)}{a(\phi)} + c(y, \phi) \right]$$

donde  $a$ ,  $b$  y  $c$  son funciones arbitrarias,  $\theta$  es un parámetro natural de la distribución y  $\phi$  un parámetro de escala. Cabe destacar que una diferencia entre los modelos GLM y GAM, es que los primeros son restringidos a modelar observaciones independientes en contraste con los segundos que pueden modelar observaciones dependientes e independientes, a través del tiempo o del espacio (Toriz-Robles *et al.*, 2019). Adicionalmente, los modelos GAM han sido adaptados para incorporar a la distribución binomial negativa,  $X \sim BN(\theta^*, \mu)$ , donde  $\text{prob} = \theta^* / (\theta^* + \mu)$ , es el parámetro de dispersión, y representa el número de fracasos antes de lograr número de éxitos deseados, en particular,  $\text{var}(X) = \mu + \frac{\mu^2}{\theta^*}$ ;  $\theta^* > 0$ ). La función liga para esta distribución es  $g = \log$ .

### Representación de una función de suavizamiento

Una función de suavizamiento, depende de las observaciones de un punto dado conocido como nodo (knot, por sus siglas en inglés) y de las observaciones vecinas. Las funciones de suavizamiento más empleadas son las polinómicas (splines, por sus siglas en inglés). Los nodos dividen el rango de cada covariable ( $x$ ) en regiones. Los splines dependen de tres elementos, grado del polinomio, número de nodos y localización de los



nodos. La función más utilizada es el spline cúbico, el cual es una curva construida a través de la suma de polinomios alrededor de cada nodo, los cuales se ensamblan para formar una curva continua. Su flexibilidad radica en que tienen segundas derivadas continuas y puntos de inflexión (Mamouridis, 2011 y Wood, 2017). Los modelos GAM son preferidos sobre los modelos lowees (locally weighted least squares regression (Cleveland, 2007), debido a que estos últimos pueden producir predicciones menores a cero o mayores a 1 cuando se trata de datos binomiales (Agresti, 2015).

Una función de suavización ( $f$ ) puede representarse como:

$$f(x) = \sum_{i=1}^q b_i(x) \beta_i$$

donde  $b_i(x)$  es una función base conocida,  $q$  es el grado del polinomio y  $\beta_i$  es el parámetro de regresión asociado a  $b_i(x)$ . Un spline de grado  $q$ , es una curva, formada por secciones de polinomios. Por ejemplo para el spline cúbico ( $q=3$ ), las bases son:  $b_1(x)=1$ ,  $b_2(x)=x$ ,  $b_3(x)=x^2$ ,  $b_4(x)=x^3$ . La regresión en función de funciones de suavización ( $f$ ) es también conocida como regresión de splines (Wood, 2017). Cabe destacar que el software R tiene al menos dos tipos de funciones de suavización,  $s$  para los casos isotrópicos, es decir, para cuando las covariables se encuentran en la misma escala; y el producto tensor  $te$ , para cuando las covariables tienen diferente unidad de medición o tienen diferente varianza (Wood, 2003).

### Estimación de los parámetros del spline

Para el caso de una variable explicativa, la estimación por máxima verosimilitud penalizada del vector  $\beta=(\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_q)$  se logra al minimizar por máxima verosimilitud la expresión:

$$\|y - x\beta\|^2 + \lambda \beta^T S \beta \quad (1)$$

donde  $S$  es una matriz de coeficientes conocidos asociados a las funciones base ( $b(x)$ ) y  $\lambda$  es el parámetro de suavizamiento, que establece una compensación entre la bondad del ajuste y la suavidad, lo que permite menos sobreajuste. El segundo componente de (1) penaliza por el exceso de “ondulamiento” del “spline”. El estimador de  $\beta$  es  $\hat{\beta} = (X^T X + \lambda S)^{-1} X^T y$ . Para el caso de covariables, la función de verosimilitud que hay que maximizar se puede escribir como:  $l_p = l(\beta) - \left(\frac{\lambda}{2}\right) \sum_j \lambda_j \beta_j^T S_j \beta_j$ , donde  $l(\beta)$  es la función de verosimilitud de un modelo lineal generalizado y  $\lambda_j, j=1, 2, \dots, p$ , son los parámetros de suavizamiento que son estimados en lugar de establecerlos arbitrariamente (Wood, 2017).

### Evaluación de un modelo GAM

Las medidas más importantes para evaluar un modelo GAM son, la devianza y el puntaje GCV. El primero es definido como:

$$D = 2[l(\hat{\beta}_{max}) - l(\hat{\beta})]\phi$$

donde  $\hat{\beta}_{max}$  es la función de máxima verosimilitud del modelo saturado y  $l(\hat{\beta})$  es la función de máxima verosimilitud del modelo ajustado. El modelo saturado es un modelo con un parámetro para cada dato. La devianza escalada es  $D^*/D/\phi$ , donde  $\phi$  es un parámetro de escala. Las devianzas escaladas, juegan un papel importante en las pruebas de razón de verosimilitud, ya que la diferencia de devianzas escaladas de dos modelos, es una distribución  $X^2$ , con  $y$  grados de libertad. El puntaje GCV es la función de validación cruzada generalizada del modelo GAM ajustado. El puntaje GCV puede utilizarse como se utiliza los criterios de información de Akaike y el de Shewhartz, para comparar varios modelos (Wood, 2017). Cuando se conoce  $\phi$ , una medida para comparar modelos es el estimador de riesgo imparcial (UBRE, por su siglas en inglés), que es un AIC escalado.

El software R (2019) y RStudio (2022), en su versión 4.2.0 fue utilizado para generar los resultados.

## Caso de estudio

El estudio para conocer la abundancia de ácaros Mesostigmata, se llevó a cabo en el bosque boreal, ubicado a 90 km del noroeste de Peace River, Alberta, Canadá (Longitud: - 118.419712, -118.324707. Latitud: 56.745673, 56.818255). Este bosque fue incluido en el proyecto Ecosystem Management Emulating Natural Disturbance (EMEND, Manejo del Ecosistema Emulando Perturbaciones Naturales). EMEND es un experimento de cosecha forestal de retención variable a gran escala (1000 ha), establecido dentro de un área de 7000 ha. El clima de esta región se caracteriza por inviernos largos y fríos y veranos cortos moderadamente cálidos. Las temperaturas medias oscilan entre -15,4 °C en enero y 16,4 °C en julio, el período libre de heladas es inferior a 90 días y la precipitación media anual es de 378 mm, ocurriendo principalmente en junio y julio (Environment Canada, 2011). El área de estudio se encuentra a una elevación entre 689 y 838 msnm con una topografía suavemente ondulada. Los suelos se han formado predominantemente sobre materiales parentales glacio- lacustres de textura fina, con la excepción de la parte suroeste del sitio experimental donde los suelos se desarrollaron sobre sedimentos heterogéneos de origen glacial "till" (Lindsay *et al.*, 1958). La mayor parte del área son suelos Luvisols Orthic y Dark Grey, mientras que los suelos de los órdenes Brunisols, Gleysolic y Solonetzic se encuentran en una menor proporción (Kishchuk, 2004); los suelos varían de regular a imperfectamente drenados dependiendo de la textura y la posición de la pendiente.

En este estudio se evaluaron las abundancias de ácaros Mesostigmata de la hojarasca en los bosques perturbados naturalmente, es decir, los rodales control constituyeron tres tipos de cobertura sucesional de la vegetación que se originaron a partir de incendios forestales de hace ~80 y 140 años. En los bosques control no hay registros de perturbaciones por incendios recientes o brotes de insectos y tampoco ninguna forma de perturbación antropogénica en los últimos 80 años. Por el tipo de cobertura arbórea

se clasificaron como: i) Bosque caducifolio o de coníferas por > 70 % de álamo temblón (*Populus tremuloides* Michx.), ii) Bosque de coníferas dominado por > 70 % de abeto blanco (*Picea glauca* (Moench) Voss), y iii) Bosque mixto compuesto por aproximadamente un 35% de *P. glauca* y un 65% de *P. tremuloides*.

## Muestreo en Campo

Para este estudio se eligieron tres rodales replicados de cada tipo de bosque con una extensión de ~10 ha, cada uno, distribuidos al azar en el área del proyecto EMEND. Los rodales del bosque de deciduos fueron el 852, 862 y 940, los del bosque mixto fueron el 867, 902 y 928 y los del bosque de coníferas fueron el 889, 918 y 930 (Figura 1).

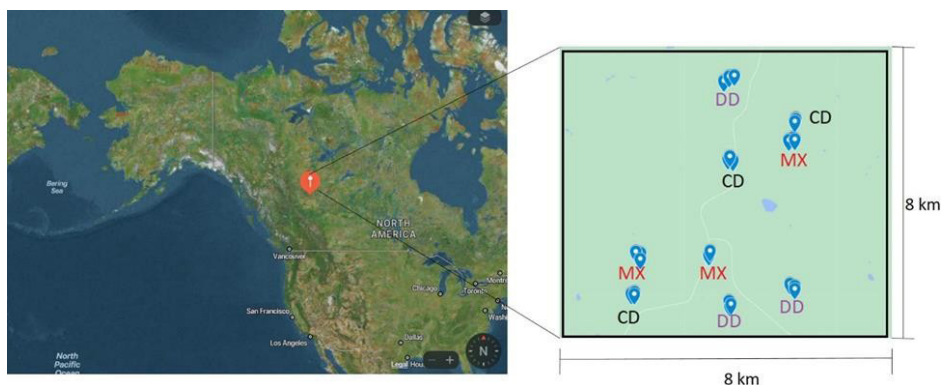


Figura 1. Zona de estudio. País Canadá. Provincia: Alberta. Región: Norte de Alberta. Longitud: -118.419712,-118.324707. Latitud: 56.745673, 56.818255.

Se tomaron muestras de la hojarasca de cada réplica para extraer los ácaros depredadores Mesostigmata, en el mes de septiembre de 2006. Se recolectaron tres submuestras de cada rodal replicado en tres de las seis parcelas permanentes (que tienen un ancho y longitud de 2 m x 40 m); que fueron seleccionadas aleatoriamente en cada réplica de cada rodal experimental (para más detalles, véase Volney *et al.*, 1999), obteniéndose un total de 9 submuestras por tipo de bosque y analizándose un total de n=27 submuestras. Para evitar la interferencia con otros proyectos y minimizar la influencia de la perturbación humana, se establecieron los puntos de muestreo a 10 m de distancia del lado izquierdo a lo largo del lado vertical de 40 m de cada parcela permanente.

Los ácaros depredadores fueron los menos abundantes, constituyendo <5 al 20% del total de Acari que se encontraron en la hojarasca y el suelo (Petersen y Luxton, 1982). En este estudio se utilizó un cilindro de metal de 25 cm de diámetro para tomar las muestras del mantillo forestal y garantizar la recolección de un mayor número de individuos en cada muestra. En cada sitio de muestreo se tomaron tres medidas de variables explicativas como el espesor del mantillo forestal y la temperatura, alrededor de la cavidad en los horizontes

orgánicos L-F-H, utilizando un termómetro digital. En adición, se tomaron muestras adicionales de la hojarasca en cada punto de muestreo para determinar el contenido de humedad y estimar el pH, con una solución de  $\text{CaCl}_2$  0,01 M, en una proporción de 1:10 utilizando 10 g de hojarasca molida (Davey y Conyers, 1988).

Las muestras de hojarasca se colocaron en bolsas de plástico con cierre hermético y se almacenaron en una hielera portátil para su transporte, manteniéndose a una temperatura promedio de 10°C utilizando criopacks para el transporte y una vez en el laboratorio las muestras se almacenaron a 5°C hasta la extracción de los ácaros (para mayor detalle de la toma de variables de la hojarasca ver Díaz-Aguilar *et al.*, 2013).

### Extracción de los ácaros e identificación

Los ácaros Mesostigmata se extrajeron de las muestras de hojarasca utilizando los embudos tipo Tullgren (24.8 cm de diámetro) de acuerdo a la recomendación de Crossley Jr. y Blair (1991) y Edwards (1991), quienes los recomiendan para suelos orgánicos; en la mayoría de los casos la eficiencia de extracción superó el 80% (van Straalen y Rijninks, 1982). Las muestras se mantuvieron en los embudos durante ~ 5 días y los microartrópodos de la hojarasca se colectaron en viales de plástico con etanol al 70 %. Los ácaros Mesostigmatan se separaron, clasificaron y contaron bajo un microscopio estereoscópico con un aumento de 15 a 40x, se aclararon en ácido láctico al 85 % de una a varias horas según el grado de transparencia requerido para cada espécimen, se montaron en portaobjetos en medio PVA (alcohol polivinílico de BioQuip Products Inc.) y luego se secó a 45°C durante 4-5 días utilizando una plancha caliente.

Se contó un total de 4,045 especímenes incluyendo los adultos y los estadios inmaduros como las deutoninfas y protoninfas, se clasificaron en morfoespecies y, posteriormente, se identificaron bajo un microscópico óptico y de contraste de fases a los ácaros del orden Mesostigmata, identificando a los de las cohortes Gamasina y Uropodina, así como a los ácaros del suborden Sejida, para esto se requirió el uso de claves electrónicas a diferentes niveles taxonómicos como las de Walter y Proctor (2001) y Walter (2006).

Una característica particularmente interesante de la fauna fue la gran diversidad de especies de zercónidos del género Mixozoncon (Halašková, 1963), incluyendo *M. albertaensis*, *M. jasoniana* y *M. borealis*, especies que se encuentran exclusivamente en los bosques boreales occidentales.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las estadísticas descriptivas de 27 observaciones de la abundancia de ácaros (Cuadro 1), mostraron presencia de sobredispersión al mostrar una varianza mucho mayor que la media. Los niveles de significancia para probar la hipótesis nula respecto a las distribuciones Poisson y binomial negativa fueron cero y 0.08, respectivamente. Por lo tanto, todos los análisis fueron realizados con la distribución binomial negativa.

Variable	Media	Varianza	D.E. <sup>†</sup>	Min	Max
Abundancia (frecuencia)	145.81	7553.39	86.91	6.00	341.00
Elevación (msn)	750.72	2853.405	53.42	689.70	838.30
Humedad (%)	74.99	177.84	13.34	55.21	100.00
Temperatura (°C)	10.44	1.97	1.40	8.50	14.10
pH	4.90	0.31	0.55	3.60	5.80
Profundidad (cm)	8.46	15.67	3.96	4.00	20.50

<sup>†</sup> D.E. Desviación estándar. Min: Mínimo. Max: Máximo.

Cuadro 1. Estadísticas descriptivas de las variables químicas y físicas de la hojarasca y abundancia de ácaros Mesostigmata de bosque boreal en Alberta, Canadá.

El software utilizado fue R (2022) y RStudio (2022). Los principales paquetes utilizados fueron: dplyr: programación de tuberías, RcmdrMisc: estadísticas descriptivas, ggplot2: producción de gráficas, fitdistrplus: ajuste de la distribución binomial negativa, vcd: bondad de ajuste para distribuciones discretas, car: gráficas qq, MASS: regresión BN, grDevices: fondos de letra, mgcv: ajuste de modelos GAM y mgcViz: análisis de residuales de modelos GAM

El modelo GAM ajustado con  $k=3$  knots fue:

$$g(y_i) = B_j + te(ele, k) + te(temp, k) + te(pro, k) + te(ph, k) + te(hum, k) + te(X, Y, k) + e_i$$

$$y_i \sim BN(\theta^* = 1.91, \mu = 145.81) \text{ y } g = \log \quad (2)$$

Donde:

$y_i$ : Número de ácaros;  $B_j$ : Tipo de bosque, donde  $j=1$ : bosque de coníferas,  $j=2$ : bosque de deciduos,  $j = 3$ : bosque mixto;  $ele$ : Elevación en msnm;  $temp$ : Temperatura en grados centígrados;  $pro$ : Profundidad en cm;  $ph$ : pH;  $hum$ : Humedad en %;  $X$ : Longitud en coordenadas geográficas,  $Y$ : Latitud en coordenadas geográficas y  $e_i$ : error experimental con distribución normal y varianza constante. El suavizador  $te$  es el tensor producto y  $k=3$  es el número de knots.

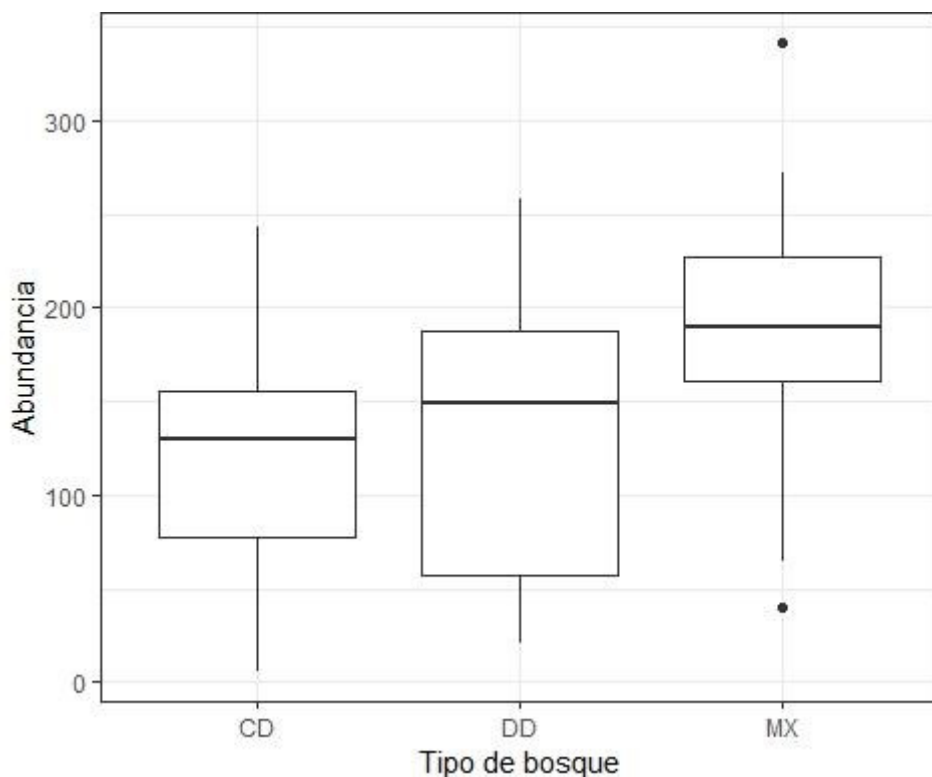


Figura 2. Gráfica de cajas y bigotes del número de ácaros Mesostigmata en los bosques de coníferas (CD), deciduos (DD) y mixto (MX).

La devianza explicada del modelo fue del 71.8 %, con un valor de UBRE= 14.79 y una estadística de escala =1. Este modelo indicó que el número de ácaros del bosque de coníferas (CD) fue igual al (DD), pero diferente al mixto (MX) con un valor de  $p < 0.05$  (Figura 2).

La prueba de Shapiro Wilks indicó que la distribución de los residuales era normal ( $p$ -valor= 0.679). Los residuales presentaron un comportamiento aleatorio (Figura 3) y la regresión entre los valores ajustados explicados por los predichos mostraron un intercepto con valor de 8.0317 no significativo ( $p$ -valor = 0.679) y una pendiente con valor 0.9437 significativa ( $p$ - valor =  $1.84e-08$ ).

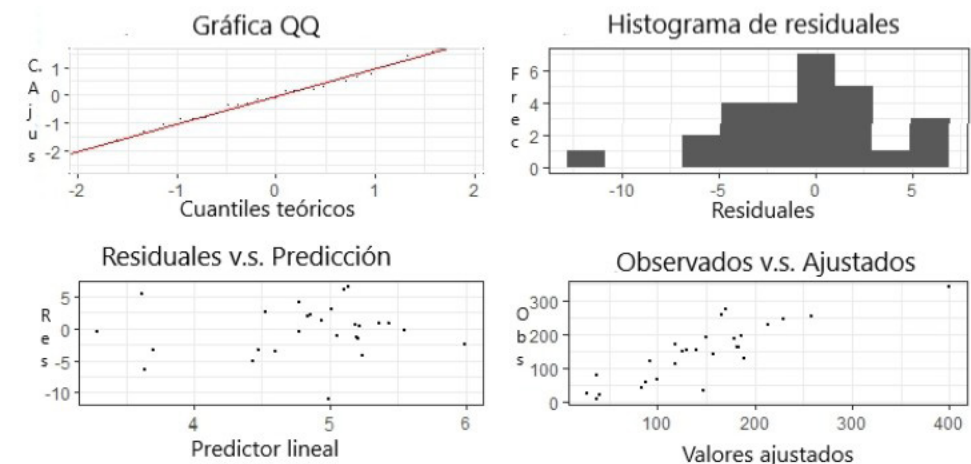


Figura 3. Gráficas para el análisis de residuales.

La relación entre cada predictor con la variable de respuesta fue significativa y no lineal, las funciones suavizadoras fueron de segundo grado (Figura 4).

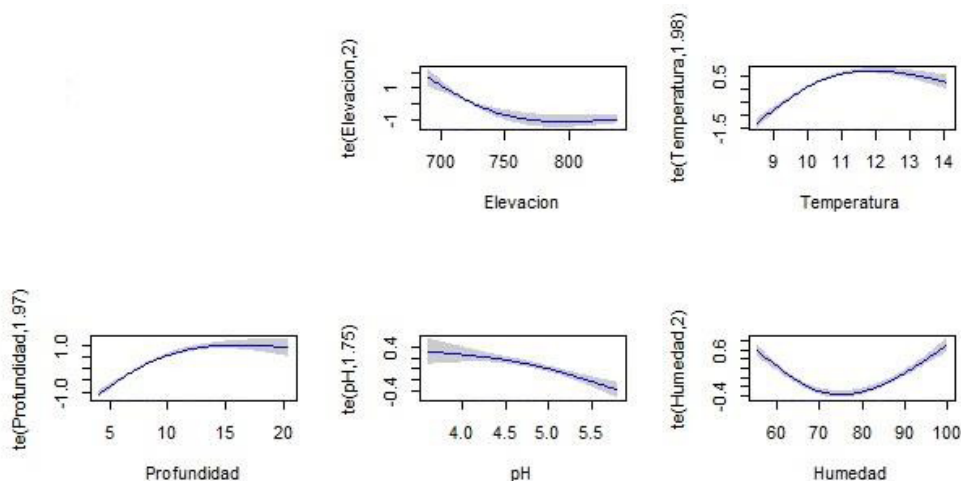


Figura 4. Relación entre las variables predictoras (eje horizontal) y abundancia de ácaros Mesostigmata (eje vertical).

Las mayores abundancias de ácaros predichas por el modelo 2 fueron obtenidas en las elevaciones por debajo de los 730 msnm. La temperatura entre los 11 y 14 °C favorece la abundancia de ácaros Mesostigmata. Las profundidades mayores a los 13 cm, pH ácidos (por debajo de los 4.5) y humedad por debajo de 70% y por arriba de 90% también favorecen la presencia de los ácaros Mesostigmata (Figura 4).

La elevación, en combinación con la temperatura entre 11 y 12° C, aumenta la

presencia de ácaros (Figura 5). Lo mismo sucede en combinación con la profundidad entre 13 y 18 cm (Figura 6) y con un pH por debajo de 4.5.

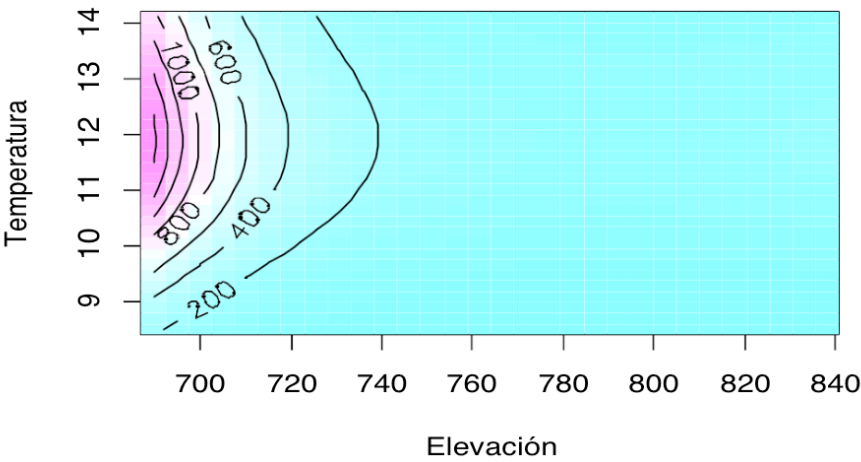


Figura 5. Predicción de ácaros Mesostigmata en función de elevación y temperatura.

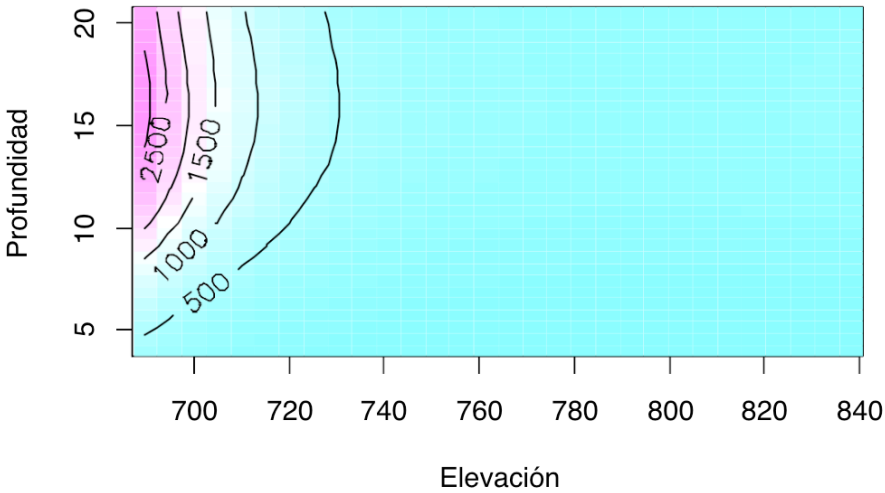


Figura 6. Predicción de ácaros Mesostigmata en función de elevación y profundidad.

La humedad produce mayor abundancia por debajo de los 60 % y por arriba del 90 %. Este patrón fue consistente con profundidad entre 18 y 20 cm (Figura 7) y pH por debajo de 4.5 (Figura 8).



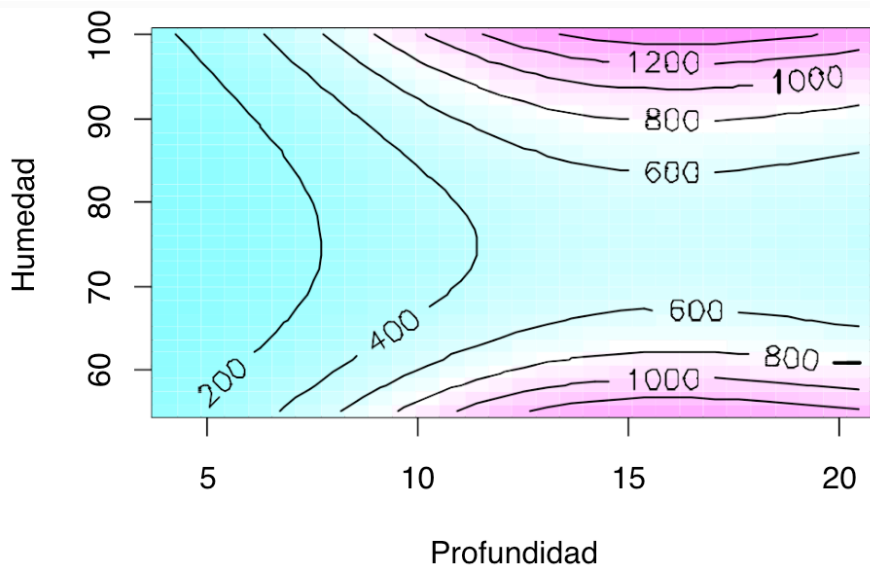


Figura 7. Predicción de ácaros Mesostigmata en función de profundidad (cm) y humedad (%).

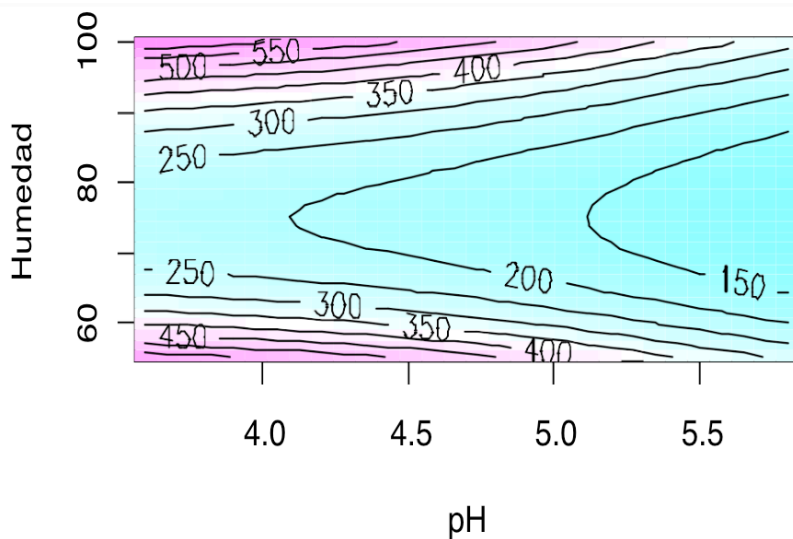


Figura 8. Predicción de ácaros Mesostigmata en función de pH y humedad (%).

Temperatura en el rango de 11 a 13°C y una profundidad de 11 a 20 cm produce mayor abundancia de ácaros (Figura 9) y con valores de pH por debajo de 4.5 (Figura 10).

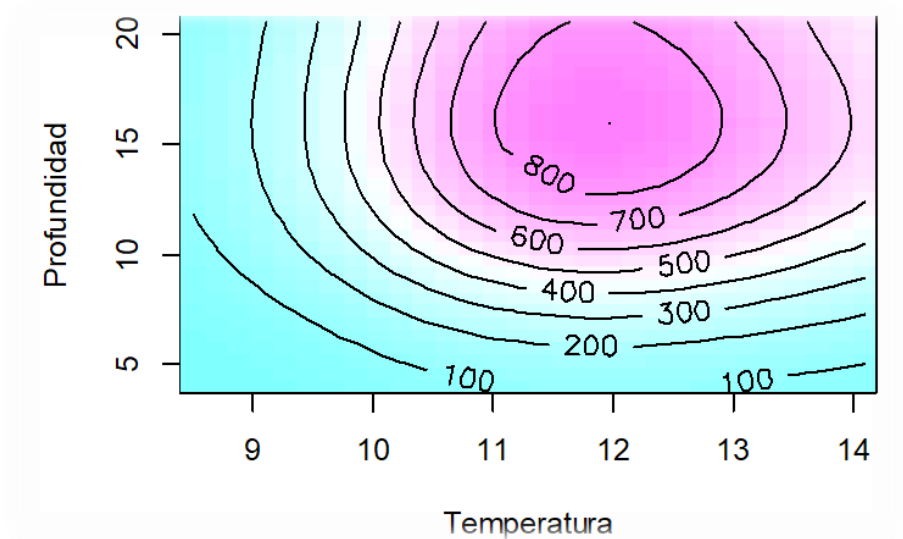


Figura 9. Predicción de ácaros Mesostigmata en función de Temperatura (°C) y profundidad (cm).

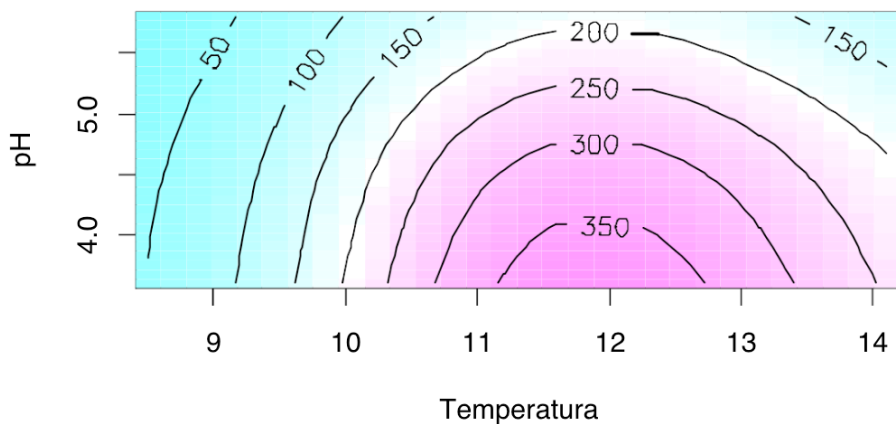


Figura 10. Predicción de ácaros Mesostigmata en función de Temperatura (°C) y pH.

La relación entre la abundancia y las coordenadas geográficas fue de quinto orden, lo cual indicó que la mayor variación de la abundancia de ácaros depredadores fue resultado de la variabilidad espacial. La mayor abundancia fue observada hacia el oriente y sur (Figura 11).

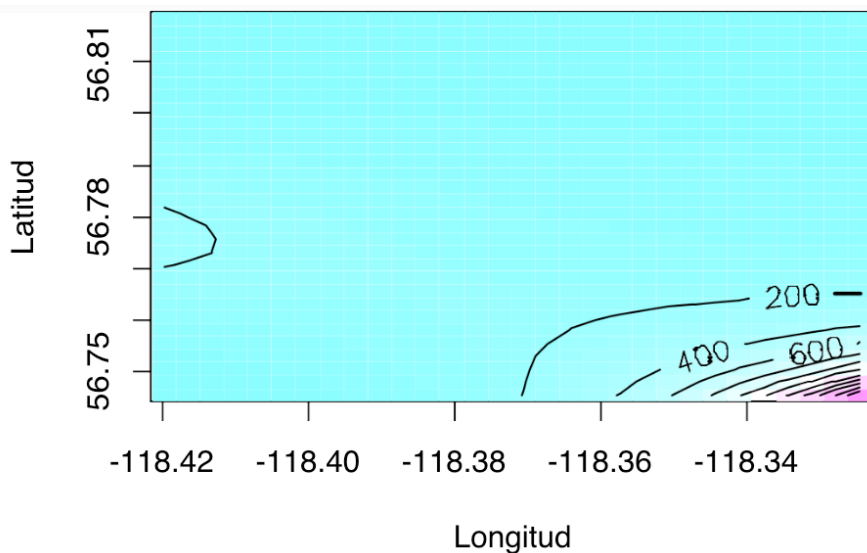


Figura 11. Predicción de ácaros Mesostigmata en función de longitud y latitud en coordenadas geográficas.

## CONCLUSIONES

La variabilidad espacial de las variables físicas y químicas de la hojarasca, influyen de manera no lineal en la abundancia de los ácaros depredadores. El bosque mixto se caracterizó por tener una mayor cantidad de ácaros Mesostigmata que los bosques de coníferas y deciduos. La geografía, medida por las coordenadas geográficas influye significativamente en la presencia de ácaros, los cuales tienen una mayor presencia hacia el oriente y sur del área de muestreo. Se concluye que la aplicación de un modelo estadístico es de utilidad para cuantificar las abundancias de ácaros en áreas adyacentes que no fueron muestreadas. Las abundancias totales predichas fueron congruentes con las encontradas en campo, lo cual validó el modelo.

## REFERENCIAS

Agresti, A. 2015. Foundations of linear and generalized linear models. Wiley Series in Probability and Statistics. New Jersey.

Chaires-Grijalva, M. P., E. Estrada-Venegas, A. Equihua-Martínez, J.C. Moser, and S. R. Blomquist. 2015. Acaros digamáselidos (Acari: Mesostigmata: Digamasellidae) asociados a descortezadores en México. Entomología Mexicana, 2: 100-105.

Cleveland W.S. 2007. Robust Locally Weighted Regression and Smoothing Scatterplot. Journal of the American Statistical Association, Vol. 74, No. 368 (Dec., 1979): 829-836.

Crossley, D.A., and J.M. Blair. 1991. A high-efficiency, "low-technology" Tullgren-type extractor for soil microarthropods. *Agric. Ecosyst. Environ.* 34: 187–192.

Davey, B.G. and M.K. Conyers. 1988. Determining the pH of acid soils. *Soil Sci.* 146: 141–150.

Díaz-Aguilar, I., S.A. Quideau, H.C. Proctor, B.E. Kishchuk and J.R. Spence. 2013. Influence of stand composition on predatory mite (Mesostigmata) assemblages from the forest floor in western Canadian boreal mixedwood forests. *Forest Ecology and Management* 309: 105–114.

Edwards, C.A., 1991. The assessment of populations of soil-inhabiting invertebrates. *Agric.*

*Ecosyst. Environ.* 34: 145–176.

Environment Canada, 2011. National climate data and information archive: Peace River, Alberta. [http://climate.weatheroffice.gc.ca/climateData/canada\\_e.html](http://climate.weatheroffice.gc.ca/climateData/canada_e.html).

Halašková, V. 1963. Mixozercon, n. g., a new genus of the family Zerconidae (Acari). *Acta Universitatis Carolinae – Biologica*, 2: 203–208.

Hastie T. and R. Tibshirani. 1986. Generalized Additive Models. *Statist. Sci.* 1 (3): 297 – 310.

August. <https://doi.org/10.1214/ss/1177013604>.

Kishchuck, B.E., 2004. Soils of the Ecosystem Management Emulating Natural Disturbance (EMEND) experimental area, northwestern Alberta. *Nat. Resour. Can., Can. For. Serv., North. For. Cent., Edmonton, Alberta, Inf. Rep. NOR-X-397*.

Lindsay, J.D., S. Pawluk, and W. Odynsky. 1958. Exploratory soil survey of Alberta map sheets 84-D (north half), 84-E, 84-F, and 84-G. *Research Council of Alberta, Edmonton, Alberta, Preliminary Soil Survey Report 59-1*.

Mamouridis, V. 2011. Additive Mixed Models applied to the study of red shrimp landings: comparison between frequentist and Bayesian perspectives. *Universidad de Coruña. Departamento de Matemáticas. España*.

Manu, M., R.I. Băncilă, O.J. Mountford, T. Maruşca, V.A. Blaj and M. Onete. 2022. Soil mite (Acari: Mesostigmata) communities and their relationships with some environmental variables in experimental grasslands from Bucegi Mountains in Romania. *Insects*, 13(3), 285: 1-20.

Mineiro, J. L. D. C., A. Raga, M.E. Sato y A.C. Lofego, A. C. 2009. Ácaros associados ao cafeeiro (*Coffea* spp.) no estado de São Paulo, Brasil. Parte I. Mesostigmata. *Biota Neotropica*, 9: 37-46.

Minor, M. A., and J.M. Cianciolo. 2007. Diversity of soil mites (Acari: Oribatida, Mesostigmata) along a gradient of land use types in New York. *Applied Soil Ecology*, 35(1): 140-153.

Nelder J.A. and R.W.M. Wedderburn. 1972. Generalized Linear Models. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)*. Vol. 135, No. 3 (1972): 370-384.

R Core Team (2022). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>. Version 4.2.

RStudio Team (2022). RStudio: Integrated Development Environment for R. RStudio, PBC, Boston, MA  
URL <http://www.rstudio.com/>.

Pérez, T. M., C. Guzmán-Cornejo, G. Montiel-Parra, R. Paredes-León and G. Rivas. 2014.

Biodiversidad de ácaros en México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 85: 399-407.

Petersen, H. and M. Luxton. 1982. A comparative analysis of soil fauna populations and their role in decomposition processes. *Oikos* 39: 288–388.

Rivest S.A and H.M. Kharouba. 2021. Anthropogenic disturbance promotes the abundance of a newly introduced butterfly, the European common blue (*Polyommatus icarus*; Lepidoptera:

Lycaenidae), in Canada. *Canadian Journal of Zoology*. <https://doi.org/10.1139/cjz-2021-0009>. 99: 642-652.

Toriz-Robles N, M-E. Ramírez-Guzmán, Y.M. Fernández-Ordoñez, J. Soria-Ruis y M.C. Ybarra-Moncada. 2019. Comparación de modelos lineales y no lineales para estimar el riesgo de contaminación de suelos. *Agrociencia*. Vol. 53 Núm. 2: 269-283.

van Straalen, N.M. and P.C. Rijninks. 1982. The efficiency of Tullgren apparatus with respect to interpreting seasonal changes in age structure of soil arthropod populations. *Pedobiologia* 24: 197–209.

Volney, W.J.A., J.R. Spence, M.G.Weber, D.W. Langor, K.I. Mallett, J.D. Johnson, I.K. Edwards,

G.R. Hillman, and B.E. Kishchuk. 1999. Assessing components of ecosystem integrity in the EMEND experiment. In: Veeman, T.S., Smith, D.W., Purdy, B.G., Salkie, F.J., Larkin, G.A. 1999. Proceedings of the 1999 Sustainable Forest Management Network Conference. Science and Practice: Sustaining the Boreal Forest, SFM Network, Edmonton, Alberta: 244–249.

Walter, D.E., 2006. Invasive mite identification: Tools for quarantine and plant protection, Lucid v.3.3, Colorado State University, Ft. Collins, and USDA/APHIS/PPQ Center for Plant Health Science and Technology, Raleigh. <http://Lucidcentral.org/keys/v3/mites/>

Walter, D.E., H.C. Proctor 2001. Mites in soil. An interactive key of mites and other soil microarthropods. ABRIS Identification Series. CSIRO Publishing, Collingwood, Victoria.

Wood S.N.. 2003. Thin plate regression splines. *J R Stat Soc* 65: 95–114. <https://doi.org/10.1111/1467-9868.00374>

Wood S.N. 2017. Generalized additive models: an introduction with R. Chapman & Hall, New York. <https://doi.org/10.1201/9781315370279>

# PREDICCIÓN DE RENDIMIENTO AL DESPOSTE DE NOVILLOS EN BASE A ÍNDICES ZOOMÉTRICOS Y ESTIMACIONES ECOGRÁFICAS

---

*Data de aceite: 01/12/2022*

### **Jorge Campos Parra**

Doctorado en Ing. Agr., Alim., For. y del  
Des. Rur. Sost.  
Departamento de Producción Animal,  
Facultad de Agronomía. Universidad de  
Concepción  
Chillán, Chile

### **Guillermo Wells Moncada**

Ing. Agrónomo, Mg. Cs.  
Departamento de Producción Animal,  
Facultad de Agronomía. Universidad de  
Concepción  
Chillán, Chile

### **Marcelo Doussoulin Guzmán**

Doctorado en Ing. Agr., Alim., For. y del  
Des. Rur. Sost.  
Departamento de Producción Animal,  
Facultad de Agronomía. Universidad de  
Concepción  
Chillán, Chile

### **Christian Guajardo Fernandez**

Doctorado en Ing. Agr., Alim., For. y del  
Des. Rur. Sost.  
Departamento de Producción Animal,  
Facultad de Agronomía. Universidad de  
Concepción  
Chillán, Chile

### **Rita Astudillo-Neira**

Magister en Ciencias, mención Producción  
Animal  
Departamento de Programa Doctorado  
Ciencias Veterinarias, Facultad de Ciencia  
Veterinaria. Universidad de Concepción  
Chillán, Chile

### **Solange Vásquez Obando**

Licenciada en Agronomía  
Departamento de Producción Animal,  
Facultad de Agronomía. Universidad de  
Concepción  
Chillán, Chile

### **Jorge Labrín Mendez**

Licenciado en Agronomía  
Departamento de Producción Animal,  
Facultad de Agronomía. Universidad de  
Concepción  
Chillán, Chile

**RESUMEN:** Una de las medidas más utilizadas para evaluar el crecimiento animal, es el monitoreo del peso vivo durante las diferentes etapas productivas. Este parámetro determina manejo y programa decisiones de venta, pero no entrega una visión completa del posible rendimiento al desposte que esos animales

tendrán. El objetivo del trabajo fue establecer la relación entre índices zoométricos y evaluaciones ecográficas que permitan modelar la profundidad del ojo del lomo total, en novillos. Un rebaño de novillos de razas Normando, Holstein y sus híbridos fueron evaluados durante el periodo de recría para peso vivo, medidas zoométricas, índices zoométricos, y evaluaciones ecográficas, estas últimas orientadas a estimar la profundidad del ojo del lomo, al ser considerado este uno de los mejores predictores de rendimiento desposte. Los datos de peso vivo e índices zoométricos fueron analizados mediante ANOVA, se generó una matriz de correlación para profundidad del ojo del lomo total (POLT, m), índice corporal lateral (ICL), índice de compacidad (IC), índice de gordura (IG), índice de anamorfosis (IA), y finalmente se realizó un análisis de regresión lineal múltiple entre los índices que se correlacionan significativamente ( $P < 0,05$ ) con profundidad del ojo del lomo total (POLT). El modelo de regresión generado, relaciona POLT, peso vivo y los índices de anamorfosis y corporal lateral. De esta forma, obtiene un predictor de rendimiento al desposte, en base a evaluaciones con animales vivos.

**PALABRAS CLAVE:** Rendimiento al desposte, engorda bovina, modelo.

## PREDICTION OF PERFORMANCE TO THE CUTTING OF STEERS BASED ON ZOOMOMETRIC INDEXES AND ULTRASOUND ESTIMATES

**ABSTRACT:** One of the most commonly used measures to evaluate animal growth is the monitoring of live weight during the different productive stages. This parameter determines management and sale program decisions, but does not provide a complete view of the possible yield at slaughter that these animals will have. The objective of this work was to establish the relationship between zoomometric indexes and ultrasound evaluations that allow modeling the depth of the eye of the total loin in steers. A herd of steers of Normande, Holstein and their hybrids were evaluated during the rebreeding period for live weight, zoomometric measurements, zoomometric indexes, and ultrasound evaluations, the latter oriented to estimate the depth of the loin eye, since this is considered one of the best predictors of slaughter performance. The live weight data and zoometric indexes were analyzed by ANOVA, a correlation matrix was generated for total loin eye depth (POLT, m), lateral body index (LCI), compactness index (CI), fatness index (GI), anamorphosis index (AI), and finally a multiple linear regression analysis was performed between the indexes that correlate significantly ( $P < 0.05$ ) with total loin eye depth (POLT). The regression model generated relates POLT, live weight and anamorphosis and lateral body indexes. In this way, it obtains a predictor of performance at deboning, based on evaluations with live animals.

## 1 | INTRODUCCIÓN

El crecimiento del animal se define como una serie de cambios anatómicos y fisiológicos complejos que ocurren en el organismo del animal (BAVERA *et al.*, 2005). También se define como la producción de nuevas células. El crecimiento, generalmente se mide como el aumento de masa, incluye procesos como hiperplasia e hipertrofia (OWENS *et al.*, 1993).

En cuanto al desarrollo, este se manifiesta por las modificaciones en su conformación y proporciones del cuerpo del animal, así como sus funciones y facultades, asociados al aumento de la masa corporal, siendo el desarrollo un crecimiento cuantitativo y cualitativo. Las fases de crecimiento que sufre un bovino son varias desde la etapa prenatal hasta la postnatal, diferenciándose 3 ondas de crecimiento, la primera (onda axial) desde la cabeza hacia el lomo, la segunda (onda apendicular) desde las extremidades hacia el lomo. Esta onda es de desarrollo temprano, el animal alarga, adquiriendo mejores proporciones. La tercera onda (onda descendente), va desde el dorso hacia el esternón, donde el tronco se profundiza (BAVERA *et al.*, 2005).

Dentro de los diferentes parámetros para evaluar crecimiento en un animal, el peso vivo (PV) se considera como la medida más utilizada para determinar el crecimiento (RAMÍREZ, 1977). Conocer el PV de los animales permite de mejor manera a cualquier productor adecuar raciones, calcular ganancias de peso, programar encaste, venta o compra de animales, entre otras. Por otro lado, la zoometría es considerada una herramienta más para la caracterización y diferenciación racial, mediante medidas zoométricas como las alzadas, perímetro torácico, largo de cuerpo y ancho de grupa (HEINRICHS *et al.*, 1992). Mientras que los índices corporales relacionan distintas variables morfológicas cuantitativas que permiten analizar las formas de las distintas regiones para evidenciar la aptitud productiva de las razas (GÓMEZ, 2010). Además se han establecido como patrones de los diferentes tipos, en que se pueden clasificar los animales según su productividad. Los índices son el resultado de combinar dos variables zoométricas entre sí. Estos índices se clasifican en 4 grupos, índices de proporciones, de construcción, constitucionales y de volumen (REAL *et al.*, 2001).

El uso de ecografía en tiempo real, ha mostrado ser un predictor que correlaciona las mediciones efectuadas directamente en el animal vivo, con la producción de carne y con el rendimiento al desposte (CAMPOS-PARRA *et al.*, 2016). La ecografía es una técnica no invasiva, y es un mecanismo que se basa en el uso de ondas de ultrasonido; las que penetran en los tejidos del animal (CAMPOS-PARRA *et al.*, 2015). Esta técnica permite evaluar la aptitud carnífera de dichas razas, en animales en etapa de engorda, facilitando el manejo y la alimentación, al mantener en la engorda a los animales que aún no cumplen con el peso o con una terminación adecuada, o bien seleccionar aquellos que si tienen las condiciones para la faena. Todo esto midiendo profundidad del ojo lomo (POL), espesor de grasa dorsal (EGD) y marmoleo (MAR) (CATRILEO *et al.*, 2012). El uso de la ecografía en tiempo real, ha mostrado ser un predictor que correlaciona las mediciones efectuadas directamente en el animal vivo, con la producción de carne y con el rendimiento al desposte, siendo el ojo del lomo un predictor del rendimiento al desposte (ATENCIO-VALLADARES *et al.*, 2008, CAMPOS-PARRA *et al.*, 2016). Las medidas zoométricas permiten el estudio de los animales mediante mediciones corporales concretas. Las medidas se realizan directamente sobre el animal, y se agrupan en alzadas (medidas lineales de altura), diámetros (medidas



lineales de anchura y profundidad) y perímetro. A su vez estas medidas, se utilizan en índices zoométricos para la comparación fenotípicas entre animales de distintas razas (MÜLLER, 1956).

El objetivo del trabajo fue establecer la relación entre índices zoométricos y evaluaciones ecográficas que permitan modelar la profundidad del ojo del lomo total, en novillos.

## 2 I MATERIALES Y MÉTODOS

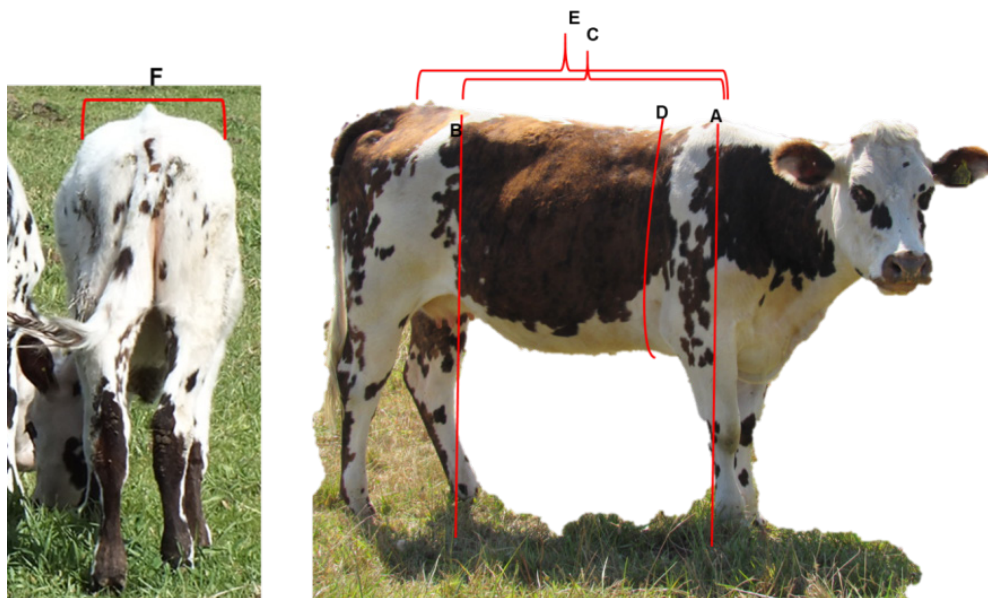
**Ubicación:** El ensayo se realizó en la Estación experimental Marcelo Tima Péndola, Fundo El Alazán, perteneciente al departamento de Producción Animal de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Concepción, ubicada en la Región de Ñuble, comuna de Chillán, sector Quinquihua (36°33'17" S y 71°52'45" O). Presenta agroclima Santa Rosa (DEL POZO Y DEL CANTO, 1999), y el suelo corresponde a la serie Arrayán (STOLPE, 2006).

**Animales:** El rebaño incluyó novillos de la raza Normando, Holstein Friesian e híbrido F1 de madres Holstein Friesian y padre Normando. Los pesos promedios de los novillos finalizada la recría fue de: 246,41 kg, 230,48 kg y 225,33 kg, respectivamente para los tres grupos.

**Alimentación:** La alimentación durante el periodo de estudio fue en base a praderas, con suplementación de sales minerales, y concentrado según se estimó necesario, manteniéndose en pastoreo hasta finalizar el estudio, completando 240 días. En primavera, verano y otoño las praderas utilizadas correspondieron a Ballica perenne (*Lolium perenne* L.) y Trébol blanco (*Trifolium repens* L.). Durante el periodo de evaluación, el sistema de pastoreo fue de tipo rotativo en franjas, que incluían su propio bebedero, y manejado con cerco eléctrico.

**Evaluaciones:** Todas las evaluaciones se realizaron al final del periodo, de manera individual y correspondieron a:

- **Medidas zoométricas:** perímetro torácico en metros (PT, m), altura a la cruz en metros (AC, m), altura a la grupa en metros (AG, m), ancho de grupa en metros (AnG, m), largo de cuerpo (LC, m) en metros y largo de barril en metros (LB, m) (Figura 1).



A: altura de cruz, B: altura de grupa, C: largo de cuerpo, D: perímetro torácico, E: largo de cuerpo, F: ancho de grupa. Fuente: Elaboración propia en base a MÜLLER (1956).

Figura 1 Principales medidas zoométricas en bovinos.

- **Índices zoométricos:** A partir de los valores registrados se estimaron los siguientes índices zoométricos según lo indicado por MÜLLER (1956): Índice de anamorfosis (IA) =  $\text{Perímetro torácico}^2 / \text{altura a la cruz}$ , Índice corporal (IC) =  $(\text{Largo de cuerpo} \times 100) / \text{Perímetro torácico}$ , Índice de gordura (IG) =  $(\text{Peso} \times 100) / (\text{altura a la cruz})^3$ , Índice corporal lateral (ICL) =  $(\text{Altura a la cruz} \times 100) / \text{Largo de cuerpo}$ .
- **Evaluaciones ecográficas:** Las estimaciones de profundidad del ojo del lomo total (POLT, cm) se realizaron por medio de un equipo ecográfico DP-6600 VET (Digital Ultrasonic Diagnostic Imaging System), con un transductor cóncavo 35C50Ea, utilizándose un “stand off” o acoplamiento para una mejor toma de la imagen. Lo anterior en base a la metodología descrita en CAMPOS-PARRA *et al.* (2015 y 2016) (Figura 2).

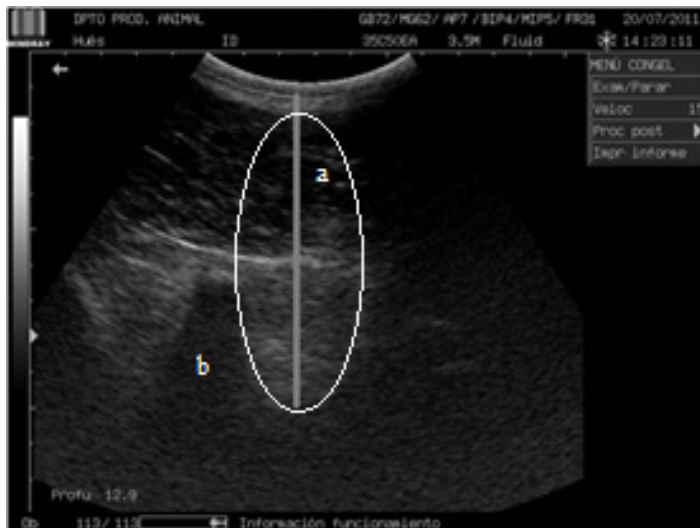


Imagen ecográfica generada a través de la cual se observan: a: medición de profundidad del ojo del lomo, b: costillas. Fuente: Elaboración propia.

Figura 2. Ejemplo de evaluaciones ecográficas realizadas para determinar profundidad del ojo del lomo.

- **Control peso vivo:** La ganancia de peso (kg) de los animales, se evaluó cada 14 días, utilizando una romana electrónica marca Vesta (Modelo 3515 BT). El control de peso de los animales se realizó con destare previo de 12 horas, donde los animales no consumieron alimento ni bebieron agua.

**Análisis de datos.** Se realizó un ANOVA con los tres grupos raciales evaluados, (con nivel de significancia de  $p < 0,05$ ) para peso e índices zoométricos. Posteriormente, se realizó la matriz de correlación (Spearman) entre Peso vivo, profundidad del ojo del lomo total (POLT, m), índice corporal lateral (ICL), índice de compacidad (IC), índice de gordura (IG), índice de anamorfosis (IA). Se realizó un análisis de regresión lineal múltiple entre los índices que se correlacionan significativamente ( $P < 0,05$ ) con profundidad del ojo del lomo total (POLT). Los análisis estadísticos se realizaron en el software Infostat (DI RENZO *et al.*, 2012).

### 3 | RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El peso vivo (kg) de los tres grupos raciales en evaluación, Normando, Holstein Friesian y sus híbridos, no presentaron diferencias estadísticamente significativas (Tabla 1). La raza Normando, corresponde a un raza doble propósito, que tratándose de animales de descarte o destinados exclusivamente a la engorda, permite la obtención de canales pesadas, bien conformadas y de carne de gran calidad, gracias a procesos de selección orientados a animales con buena capacidad torácica y abdominal, relacionada con la amplitud de pecho; dorso y lomo fuertes así como anca larga, ancha y bien dirigida, que

favorecen el desarrollo muscular y posterior producción de carne (RUBIO Y CANTET 2012). Por otra parte, la engorda de machos Holstein Friesian, que provienen de lecherías, tienen menor rendimiento de canal que las razas de carne o doble propósito (6 a 8 %), debido a un mayor peso de patas, cabeza, entre otras partes no utilizadas directamente para la obtención de carne; además de dar origen a canales con menor cobertura de grasa, marmoleo y grasa total (GOIC, 1999). A pesar de estas diferencias de aptitud, no se ven reflejadas durante la recría, cuando estas razas son comparadas, ni sus híbridos, bajo un mismo manejo alimenticio.

Ítem	RAZAS			Significancia
	N	NF	N x NF	
Índice anamorfosis (IA)	2,22	2,22	2,15	NS
Índice corporal (IC)	65,95	65,03	68,16	NS
Índice de gordura (IG)	12839,48	12061,13	12219,00	NS
Índice corporal lateral (ICL)	83,43	83,14	83,60	NS
Peso vivo (kg)	246,41	230,48	225,33	NS

NS: no significativo (P<0,05), N: normando, HF: Holstein Friesian, N x HF: híbrido Normando por Holstein Friesian.

Tabla 1: Análisis de varianza de promedios por grupo racial, para índices zoométricos y Peso.

La matriz de correlación (Tabla 2), muestra que la profundidad del ojo del lomo total (cm) se correlaciona con el Peso vivo (kg) y todos los índices excepto con índice corporal (IC).

	Peso	POLT	ICL	IC	IG	IA
Peso	1	**	**	0,25	**	**
POLT	0,72	1	**	0,60	**	**
ICL	-0,31	-0,32	1	**	**	*
IC	-0,12	-0,05	-0,70	1	0,92	**
IG	0,61	0,49	-0,44	-0,01	1	**
IA	0,76	0,54	-0,23	-0,39	0,44	1

\* P<0,05; \*\* P< 0.001; POLT: Profundidad Ojo del Lomo Total; ICL: Índice Corporal Lateral; IC: Índice de Compacidad, IG: Índice de Gordura; IA: Índice de anamorfosis.

Tabla 2. Matriz de Coeficientes de Correlación entre las Variables.

En base a la matriz de correlaciones fue identificado que el peso vivo, el índice de anamorfosis, y el índice corporal lateral, se correlacionaron de manera altamente significativa con el POLT, por lo tanto fueron utilizados para construir el siguiente modelo de regresión lineal: POLT (cm) = 3,14 + 0,01\*Peso (kg) + 1,94\*IA - 0,03\*ICL, la cual relaciona

POLT, peso vivo y los índices de anamorfosis (IA) y corporal lateral (ICL) donde todos los parámetros son significativos.

Los animales evaluados en este estudio, que se encuentran en término de recría, presentaron correlación altamente significativa de la profundidad del ojo del lomo total con los índices zoométricos: ICL, IG, IA; los tres relacionados con la “Altura a la cruz” como medida zoométrica, lo cual dice relación con la onda de crecimiento definida por BAVERA *et al* (2005).

## 4 | CONCLUSIONES

El modelo generado, relaciona de manera significativa el parámetro profundidad ojo del lomo total *in vivo* con índices zoométricos, en novillos provenientes de las Razas Normando, Holstein Friesian e híbridos.

## AGRADECIMIENTOS

Financiamiento: Proyecto Innova Bio Bio Corfo, Chile 14.60-IN.IIP

## REFERENCIAS

ATENCIO-VALLADARES, O.; HUERTA-LEIDENZ, N.; JEREZ-TIMAURE, N. **Predicción del rendimiento en cortes de carnicería de bovinos venezolanos**. Rev. Científ. FCV-LUZ XVIII (6): 704-714. 2008.

BAVERA, G., O. BOCCO, H. BEGUET Y A. PETRYNA. 2005. **Crecimiento, desarrollo y precocidad**. Disponible en línea. Sitio Argentino Producción Animal. < [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/exterio/05crecimientodesarrollo\\_y\\_precocidad.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/exterio/05crecimientodesarrollo_y_precocidad.pdf) >. [Consulta 10 octubre 2019].

CAMPOS, J., E. DE PEDRO, D. ITURRIAGA, R. ASTUDILLO, I. BOSSO Y J. CABAS. 2015. **Modelos predictivos de niveles de marmorización en novillos mestizos wagyu generados por ultrasonografía y tratamientos de imágenes**. Rev. Fac. Agron. (LUZ) 25 (2): 116-122

CAMPOS, J., E. DE PEDRO, R. ASTUDILLO, J. MONJE, R. VALLEJOS Y J. VELASCO. 2016. **Estimación del área del ojo del lomo tota in vivo y rendimiento al desposte de bovinos destinados a un mercado exigente**. Revista Científica FCV-LUZ. 26 (2): 120-12.

CATRILEO A., ROJAS C., PIÑEIRA J. 2012. **Ultrasonido como herramienta para el análisis de calidad de carne bovina**. Boletín informativo INIA N°57.

DI RIENZO JA, CASANOVES F, BALZARINI MG, GONZÁLEZ L, TABLADA M, ROBLEDO CW. 2012 **InfoStat versión 2012**. Grupo InfoStat, FCA. Argentina: Universidad Nacional de Córdoba. Disponible en línea en <http://www.infostat.com.ar>.

GOIC L. 1999. **Engorda de novillos Holstein**. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Centro Regional de Investigación Remehue. Informativo INIA Remehue N°8. Disponible en línea <https://biblioteca.inia.cl/handle/20.500.14001/4274>. Revisión 15 junio 2022.

GÓMEZ, M.D., A. PÉREZ, M. VILLANUEVA, F. ASIAIN, F. MAEZTU, M. ALONSO, J. JORDANA Y M. VALERA. 2010. **Razas equinas en peligro de extinción**. Disponible en línea. Navarra Agraria. <<https://www.navarraagraria.com/categories/item/784-razas-equinas-en-peligro-de-extincion-estudio-morfologico>>. [Consulta 23 diciembre 2019].

HEINRICHS, A., G. ROGERS AND J. COOPER. 1992. **Predicting body weight and wither height in Holstein heifers using body measurements**. J. Dairy Sci. 75: 3576-3582.

MÜLLER, R. 1956. **Las medidas, proporciones e índices zoométricos**. Pp: 66. En R. Müller (Ed) Bovinotecnia Argentina. Ediciones Agro. Buenos Aires, Argentina.

OWENS, F., P. DUBESKI AND C. HANSON. 1993. **Factor that alter growth and development of ruminants**. J Anim Sci. 71: 3138-3150

RAMÍREZ, R. 1977. **Crecimiento y desarrollo**. pp: 186-199. En: Eduardo Porte (Ed.). Producción de carne bovina. Editorial Universitaria. Santiago, Chile.

REAL O.M R, SUAREZ V H. & GAVELLA J. 2001. **Características zoométricas de la raza ovina Pampinta**. Boletín de Divulgación Técnica N° 71. Capítulo 35. EEA Anguil INTA.

RUBIO B. Y CANTET R.J.C. 2012. **Efecto de caracteres de tipo en la vida productiva de vacas Normando colombiano**. Actas Iberoamericanas de Conservación Animal AICA 2. 2012. 347-354.

STOLPE N. 2006. **Descripciones de los principales suelos de la octava Región de Chile**. Publicaciones Universidad de Concepción. Chillán, Chile.

# PERCEPÇÃO DE UMA COMUNIDADE SOBRE GUARDA RESPONSÁVEL, ABANDONO DE ANIMAIS E ZOONOSES NO MUNICÍPIO DE SÃO LUÍS – MA

---

*Data de submissão: 03/11/2022*

*Data de aceite: 01/12/2022*

**João Vitor Pereira Castro**

Universidade Estadual do Maranhão –  
UEMA  
São Luís, Maranhão  
<http://lattes.cnpq.br/6883525976138429>

**Débora Letícia Duarte Santos**

Universidade Estadual do Maranhão –  
UEMA  
São Luís, Maranhão  
<http://lattes.cnpq.br/3026018995445224>

**Aline Guedes Alves**

Universidade Estadual do Maranhão –  
UEMA  
São Luís, Maranhão  
<http://lattes.cnpq.br/5715522426030015>

**Lenka de Moraes Lacerda**

Universidade Estadual do Maranhão  
(UEMA)  
São Luís, Maranhão  
<http://lattes.cnpq.br/4499976656869163>

**Carla Janaina Rebouças Marques do  
Rosário**

Universidade Federal do Maranhão  
(UFMA) São Luís, Maranhão  
<http://lattes.cnpq.br/8929786232927576>

**Ana Cristina Ribeiro**

Universidade Estadual do Maranhão,  
Curso de Medicina Veterinária  
São Luís, Maranhão  
<http://lattes.cnpq.br/0231825655156814>

**RESUMO:** As populações de bairros carentes e periféricos, sobretudo derivados de processos informais de ocupação, em muitas vezes se encontram desassistidos ou mesmo tratados com descaso pelas políticas públicas. Dessa forma, vivem de modo carencial sobre diversos aspectos, como a deficiência em acesso à educação. Mais precisamente, a educação em saúde é um alvo fácil desse desconhecimento. Entretanto, promover a saúde em comunidades ou bairros pobres pode ser um desafio árduo se não houver real visão sobre a situação vivida pelos moradores, seus problemas e dificuldades. Por isso, este trabalho teve como objetivo avaliar a percepção dos moradores do bairro do Sol e mar, São Luís - MA quanto à guarda responsável, abandono de animais e zoonoses, bem como os envoltórios a essas temáticas importantes para a saúde pública. Foram aplicados 50 questionários,

com moradores do bairro do Sol e Mar, e foi observado que em sua maioria desconhecem o significado de guarda responsável e zoonoses, assim como não praticam medidas de bem-estar animal, por não haver conhecimento. Dessa forma, existe uma necessidade emergencial de políticas públicas voltadas para conscientização e o próprio conhecimento da população sobre essas problemáticas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Educação em saúde; Saúde Pública; Zoonoses.

## PERCEPTION OF A COMMUNITY ABOUT RESPONSIBLE PET OWNERSHIP, ANIMAL ABANDONMENT AND ZOOSES IN THE MUNICIPALITY OF SÃO LUÍS – MA

**ABSTRACT:** The populations of poor and peripheral neighborhoods, especially those derived from informal occupation processes, are often unassisted or even neglected by public policies. Thus, they live in a needy way in several aspects, such as the deficient access to education. More precisely, health education is an easy target for this lack of knowledge. However, promoting health in communities or poor neighborhoods can be an arduous challenge if there is no real insight into the situation experienced by the residents, their problems, and difficulties. Therefore, this work aimed to evaluate the perception of residents of the Sol e mar neighborhood, São Luís-MA, regarding responsible pet ownership, animal abandonment, and zoonoses, as well as the involvement of these important themes for public health. Fifty questionnaires were applied to residents of the Sol e Mar neighborhood, and it was observed that most of them do not know the meaning of responsible pet guardianship and zoonoses, as well as do not practice animal welfare measures, due to lack of knowledge. Thus, there is an urgent need for public policies aimed at raising awareness and the population's own knowledge about these issues.

**KEYWORDS:** Health Education; Public Health; Zoonoses.

## 1 | INTRODUÇÃO

Desde a antiguidade, os seres humanos e os animais se relacionam. Principalmente quando os animais eram utilizados, como fonte de subsistência e meio de transporte para o homem. Essa relação foi ganhando força com o tempo e, hoje em dia, esses animais também são utilizados como companhia, no conforto emocional, no auxílio e no tratamento de doenças, prática de esportes, guarda, entre outras finalidades (SILVANO *et al.*, 2010).

Dentre os animais domésticos, destacam-se os cães (*Canis familiaris*) e os gatos (*Felis catus*). No mundo, os cães ainda se encontram em posição de destaque. Tal situação pode ser justificada devido ao tempo de domesticação (há pelo menos 10.000 anos). E principalmente pelas características vistas de proteção e fidelidade como são conhecidas. Estes se encontram amplamente distribuídos em todos os continentes e em quase todas as ilhas habitadas (FRIEDMANN; THOMAS; EDDY, 2000; BEAVER, 2001). Entretanto, atualmente, o cenário sofreu certa alteração, de forma que em alguns países da Europa a população de gatos ultrapassou a de cães (MARCHAND; MOORE, 1991; BEAVER, 2001).

Com a urbanização, o estilo de vida nas grandes cidades e a necessidade de proteção



proporcionaram o crescimento da aquisição de animais. A necessidade de companhia do homem promoveu a busca por amizade incondicional, a fidelidade e o companheirismo do cão. Por outro lado, os gatos estão sendo escolhidos devido a sua independência, higiene e sua adaptação a apartamentos e casas pequenas (BEAVER, 2001).

Mesmo que estudos mostrem que é crescente a preocupação dos proprietários com o bem-estar de seus animais, ainda não é correto afirmar que os dados retratam uma realidade de todos que possuem animais de companhia (PINHEIRO JR *et al.*, 2006).

Denominar o conceito de bem-estar é bastante complexo e podendo ser entendido como um estado de saúde mental e física, fazendo com que o indivíduo se encontre em harmonia com o ambiente em que vive (SILVANO *et al.*, 2010). A este conceito também se interliga o conceito das cinco liberdades: o animal deve estar livre de fome, sede ou nutrição deficiente; livre de desconforto; livre de dor, lesões ou doenças; livre de medo e estresse; livre para expressar seu comportamento normal (GUERIN, 2009).

Para que seja promovida a ação de bem-estar a um animal de companhia, é de primordial importância a guarda responsável. Visto que, prevê que o proprietário deve proporcionar ao animal uma vida sadia, isenta de qualquer dano psicológico ou fisiológico do animal, zelando pelo seu bem-estar, tornando-o bem amparado desde o nascimento até a morte e se preocupando com o controle populacional, através de acasalamentos programados e castrações, evitando dessa maneira a formação de uma população de animais errantes (REZENDE *et al.*, 2012).

O bairro do Sol e Mar onde foi desenvolvido o estudo em questão, não difere dos demais outros bairros periféricos da capital maranhense. A população local se mostra desassistida, e com sérios *déficit* na execução dos princípios de guarda responsável, tanto por atitudes ou mesmo por comentários errôneos sobre práticas na criação de animais.

Diante do exposto, objetivou-se através da aplicação de um questionário avaliar a percepção da comunidade do Bairro Sol e Mar do município de São Luís – MA, sobre guarda responsável, abandono de animais e zoonoses e verificar o perfil socioeconômico dos moradores.

## 2 | METODOLOGIA

Durante o período de agosto a outubro do ano de 2021, foram aplicados 50 questionários, composto de 25 perguntas fechadas, para os moradores do Bairro do Sol e Mar no município de São Luís – MA.

O estudo foi caracterizado como exploratório, descritivo, explicativo e com abordagem quantitativa dos dados.

Os dados obtidos dos questionários foram tabulados em planilhas eletrônicas para análise e interpretação, através de análises estatísticas descritivas para obtenção das frequências absolutas e relativas.

A pesquisa foi aprovada no código de ética da Plataforma Brasil com o número do parecer: 5.487.339.

### 3 | RESULTADOS

A maioria dos moradores do Bairro Sol e Mar entrevistados, eram do sexo feminino 64% (32/50), com idade entre 26 e 50 anos 54% (27/50), ensino médio completo 48% (24/50) e renda média de 1 salário mínimo 46% (23/50).

Quando questionados se possuíam animais de estimação, foi verificado que 74% (37/50) tinham animais sob sua tutela, e 26% (13/50) responderam que não possuíam, sendo que 54% (20/37) destes afirmaram ter um animal apenas, 30% (11/37) dois animais, 11% (4/37) três animais e 5% (2/37) mais de quatro animais.

Quando questionado sobre quais espécies de animais eram mantidas nas residências, observou-se que 54% (20/37) tinham somente cães, 19% (7/37) somente gatos, 22% (8/37) mais de uma espécie, no caso, cães e gatos e 5% (2/37) animais silvestres. A idade desses animais variaram de < 1 ano 16,2% (6/37), entre um e cinco anos 78,4% (29/37), acima de cinco anos 35,1% (13/37) e 21,6% (8/37) não souberam informar.

Todos os entrevistados afirmaram ser importante a vacinação periódica dos animais, mas quando questionados se vacinavam seus animais de estimação, somente 81% afirmaram vacinar, principalmente contra a raiva, seguida das viroses.

Foi possível perceber que 95% dos entrevistados sabiam da importância de levar seus animais à uma consulta médico-veterinária, mostrando reconhecer a importância da sanidade dos animais para a saúde pública, entretanto chama a atenção o fato de que 5% dos entrevistados desconsideraram a necessidade de assistência médica aos animais. Foi verificado que apenas 57% dos entrevistados consideraram importante a consulta periódica a um médico veterinário.

Foi questionado ainda, se os animais sob sua tutela tinham acesso à rua, e observou-se que 27% (10/37) dos entrevistados permitiam o acesso dos seus animais à rua livremente, 57% (21/37) permitiam o acesso apenas com acompanhamento e 16% (6/37) não permitiam o acesso dos seus animais à rua.

Quando questionado se os animais eram castrados. Foi observado que apenas 19% (7/37) dos entrevistados afirmaram ter levado seus animais para castração e 81% (30/37) afirmaram que seus animais não eram castrados.

Em relação ao questionamento sobre se haviam muitos animais abandonados nas ruas do bairro, 88% (44/50) dos entrevistados afirmaram que sim, enquanto que 12% (6/50) afirmaram que, mesmo havendo animais abandonados, consideravam que eram poucos, o que é de se preocupar.

Considerando a pergunta anterior, foi perguntado aos entrevistados se eram a favor do recolhimento dos animais das ruas, 98% (49/50) dos responderam que sim, enquanto

2% (1/50) afirmaram não ser a favor do recolhimento. E sobre o destino desses animais, 2% (1/50) dos entrevistados afirmaram que os animais deveriam ser eutanasiados, 30% (15/50) que deveriam levados para canis municipais, 86% (43/50) afirmaram que prefeririam que o recolhimento fosse direcionado para a doação e 8% (4/50) que os animais fossem direcionados a pesquisas.

Sobre o significado do termo zoonoses, 38% (19/50) dos entrevistados afirmaram ter conhecimento sobre o termo, enquanto 62% (31/50) desconhecem o significado de zoonoses, sendo que 40% citaram já ter ouvido falar em algum momento sobre a Raiva, 50% Leishmaniose/Calazar, 4% Larva migrans cutânea e 4% sobre Leptospirose, que são importantes zoonoses.

## 4 | DISCUSSÃO

Dessa forma, assim como citado por Figueiredo (2009) verifica-se que o grau de instrução e o perfil econômico dos entrevistados remetem a um problema comum ao se tentar abrir discussões e debates sobre guarda responsável, abandono e zoonoses. Por isso a conscientização, começando pelo ensino das crianças na escola, é tida como um caráter emergencial para se alterar esse cenário.

Com os resultados obtidos, é possível observar que a presença de animais nas residências ocorre de forma independente ao perfil socioeconômico dos moradores.

Foi verificado por Garcia (2009), que as características de educação em saúde e perfil socioeconômico não interferem significativamente na quantidade dos animais nos lares do bairro. O que pode ser preocupante futuramente, pois a aquisição não planejada, sobretudo no aspecto financeiro, é uma das maiores responsáveis pelo déficit em guarda responsável.

Portanto, os moradores do bairro embora considerem importante vacinar seus animais, agem de forma diferente ou por conhecimento incompleto do tema ou principalmente por não possuírem meios financeiros de assegurar a adoção dos protocolos vacinais aos animais.

## 5 | CONCLUSÃO

Dessa forma foi verificado uma necessidade emergencial de políticas públicas voltadas para conscientização e o próprio conhecimento da população sobre guarda responsável, abandono de animais e zoonoses. E esse desconhecimento gera consequências como o abandono, superpopulação de animais e maus-tratos.

## REFERÊNCIAS

BEAVER, B. V. **Comportamento canino: um guia para veterinários**. 1ª ed. São Paulo: Roca. Cap. 4. p. 87-111, 2001

FIGUEIREDO, A. R. **O papel pedagógico da criança no contexto de guarda responsável de cães e seu impacto na redução do abandono.** 2009. Disponível em: <http://www.trabalhosfeitos.com/ensaios/o-Papel-Pedag%C3%B3gico-Da-Crian%C3%A7aNo/904241.html>>. Acesso em: 10 out. 22.

FRIEDMANN, E.; THOMAS, S. A.; EDDY, T. J. **Companion animals and human health: physical and cardiovascular influences.** In: PODBERSCEK, A. L.; PAUL, E. S.; SERPELL, J. A. (Ed.), *Companion animals and us: exploring the relationships between people and pets.* 1. ed., New York, Cambridge University Press, 2000. p.125-142.

GARCIA, R. C. M. **Estudo da dinâmica populacional canina e felina e avaliação de ações para o equilíbrio dessas populações em área da cidade de São Paulo, SP, Brasil.** 2009. 265p. Tese (Doutorado em Epidemiologia Experimental e Aplicada em Zoonoses). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo. USP, São Paulo, 2009.

GUERIN, K. **Programa permanente de controle reprodutivo de cães e gatos no Município de São Paulo. In: Programa Permanente de Controle Reprodutivo de Cães e Gatos Relacionando o Impacto na Sociedade.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Medicina Veterinária) – Faculdades Metropolitanas Unidas, São Paulo, 2009. 60f.

MARCHAND, C.; MOORE, A. **Pet populations and ownership around the world.** *Waltham International Focus.* Leicestershire. v. 1, n 1. p. 14-15, 1991.

PINHEIRO J. R, O. A.; SILVA, M. D. O. C.; ANGELA, H. L.; TOZZETTI, D. S.; SEGURA, R. Posse responsável de cães e gatos no município de Garça/SP. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, Rio de Janeiro. Ano III, nº 06, 2006. Disponível em:< <http://www.revista.inf.br/veterinaria06/artigos/artigo04.pdf>>. Acesso em:

REZENDE, L. F. G.; VAZ LOPES, T.; APARECIDA DE ALMEIDA, MAIA, C.; TEIXEIRA, W. R. Perfil dos proprietários de cães e gatos e a prática da guarda responsável dos acadêmicos. **Archives of Veterinary Science**, Curitiba. v. 17, p.34-36, resumo 012, 2012. Suplemento.

SILVANO, D.; BENDAS, A. J. R.; MIRANDA, M. G. N.; PINHÃO, R.; MENDES DE ALMEIDA, F.; LABARTHE, N. V.; PAIVA, J. P. Divulgação dos princípios da guarda responsável: uma vertente possível no trabalho de pesquisa a campo. **Revista Eletrônica Novo Enfoque**, Rio de Janeiro. v.9, n.9, p. 64-86, 2010.

# COMPOSIÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E ANÁLISE SENSORIAL DE LEITE CAPRINO FERMENTADO POR KEFIR COM DIFERENTES NÍVEIS DE BETERRABA EM PÓ

---

*Data de aceite: 01/12/2022*

### **Bruna Barnei Saraiva**

Departamento de Zootecnia, Universidade  
Estadual de Maringá  
Maringá – Paraná  
<http://lattes.cnpq.br/8871453745501572>

### **Leonardo Augusto dos Santos**

Departamento de Zootecnia, Universidade  
Estadual de Maringá  
Maringá – Paraná  
<http://lattes.cnpq.br/4974673097758082>

### **Amanda Sandes Bispo**

Departamento de Zootecnia -  
Universidade Estadual de Maringá  
Maringá – Paraná  
<http://lattes.cnpq.br/8485626267787411>

### **Julia Maria Branco Sestito**

Departamento de Zootecnia -  
Universidade Estadual de Maringá  
Maringá – Paraná  
<http://lattes.cnpq.br/8339802065214706>

### **Mylena Sandes Bispo**

Departamento de Zootecnia -  
Universidade Estadual de Maringá  
Maringá – Paraná  
<https://lattes.cnpq.br/2793017863234067>

### **Lorrainy Guerra Cancelheri**

Departamento de zootecnia- Universidade  
Estadual de Maringá  
Maringá - Paraná  
<http://lattes.cnpq.br/8446300289240253>

### **Kelly Hauana Cravo**

Departamento de Zootecnia -  
Universidade Estadual de Maringá  
Maringá – Paraná  
<http://lattes.cnpq.br/3124708479204720>

### **Thaina Blasques Silva**

Departamento de Zootecnia -  
Universidade Estadual de Maringá  
Maringá – Paraná  
<http://lattes.cnpq.br/2871794900584428>

### **Natália Zampiroli Oliveira**

Departamento de Zootecnia -  
Universidade Estadual de Maringá  
Maringá – Paraná  
<http://lattes.cnpq.br/7707511140782718>

### **Gabrielly Lorrainny Martins de Oliveira**

Departamento de Química - Universidade  
Estadual de Maringá  
Maringá – Paraná  
<http://lattes.cnpq.br/5859985340222929>

**Pedro Gustavo Loesia Lima**

Departamento de Zootecnia -  
Universidade Estadual de Maringá  
Maringá-PR  
Maringá – Paraná  
<http://lattes.cnpq.br/1197185240931153>

**Ferenc Istvan Bánkuti**

Departamento de Zootecnia,  
Universidade Estadual de Maringá  
Maringá – Paraná  
<http://lattes.cnpq.br/2284132076169078>

**Magali Soares dos Santos Pozza**

Departamento de Zootecnia,  
Universidade Estadual de Maringá  
Maringá – Paraná  
<http://lattes.cnpq.br/2669247456550227>

**RESUMO:** A caprinocultura é uma atividade em crescimento que apresenta demanda por produtos derivados lácteos. Portanto, o objetivo deste trabalho consistiu em desenvolver leite caprino fermentado por grãos de kefir com adição de beterraba em pó (*Beta vulgaris* L.). Foram avaliados três tratamentos: leite fermentado por kefir sem adição de beterraba (controle), leite fermentado por kefir com 5% de beterraba em pó e leite fermentado por kefir com 10% de beterraba em pó. Os produtos foram analisados quanto as propriedades físico-químicas e microbiológicas nos tempos 0, 7, 14 e 21 dias. Também foi realizada análise sensorial com 120 consumidores não treinados, os quais expressaram a aceitação global e intenção de compra através de uma escala hedônica de nove pontos. As análises físico-químicas concluem que ambos tratamentos com adição de beterraba apresentaram maior produção de ácido láctico e maior pH, além de serem mais escuros, vermelhos e amarelos que o controle. O tratamento com adição de 5% de beterraba em pó alcançou maiores contagens microbiológicas. Entretanto, a beterraba influenciou negativamente a impressão global e intenção de compra do produto.

**PALAVRAS-CHAVE:** Aceitabilidade, caprinocultura, prebiótico, probiótico, vida de prateleira.

## PHYSICOCHEMICAL COMPOSITION AND SENSORY ANALYSIS OF KEFIR-FERMENTED GOAT MILK WITH DIFFERENT LEVELS OF BEET POWDER

**ABSTRACT:** Goat farming is a growing activity that has a demand for dairy products. Therefore, the objective of this work was to develop goat milk fermented by kefir grains with the addition of beet powder (*Beta vulgaris* L.). Three treatments were evaluated: kefir fermented milk without the addition of beet (control), kefir fermented milk with 5% beet powder and kefir fermented milk with 10% beet powder. The products were analyzed for physicochemical and microbiological properties at times 0, 7, 14 and 21 days. Sensory analysis was also performed with 120 untrained consumers, who expressed overall acceptance and purchase

intention through a nine-point hedonic scale. The physicochemical analysis concluded that both treatments with beet addition presented higher lactic acid production and higher pH, besides being darker, red and yellow than the control. Treatment with the addition of 5% sugar beet achieved higher microbiological counts. However, sugar beet negatively influenced the overall impression and purchase intent of the product.

**KEYWORDS:** Acceptability, goat breeding, prebiotic, probiotic, shelf life.

## 1 | INTRODUÇÃO

Estudos têm evidenciado que a ingestão de leite e derivados está associado a um menor risco de desenvolvimento de hipertensão e doenças cardiovasculares (GOLDBOHN et al., 2011) além de melhorar a densidade mineral óssea (FAO, 2013). Os derivados de leite de vaca são bastante consumidos, porém podem estar associados a distúrbios gastrointestinais e alergias (RANADHEERA et al., 2012). Diante disto, o leite de cabra é uma matriz interessante para desenvolver produtos com propriedade funcional (SILANIKOVE et al., 2010).

Os oligossacarídeos do leite caprino apresentam perfil de composição mais semelhante ao leite humano, em comparação com o leite de outros ruminantes, favorecendo seu emprego em dietas infantis (URASHIMA et al., 2013). Além disso, apresenta melhor digestibilidade (devido seus glóbulos de gordura serem menores), menor alergenicidade, grande teor de micronutrientes e constituintes bioativos. Essas características conferem interesse na utilização desse alimento como um ingrediente funcional (GARCÍA et al., 2014).

Apesar da grande produção e atrativa composição nutricional, o consumo de leite caprino é pequeno (SILVA et al., 2015). Enquanto os produtos lácteos encontram-se entre os principais alimentos mais consumidos no mundo e são caracterizados por uma eficiente base para inoculação de probióticos, prebióticos e incorporação de ingredientes funcionais (VAN HOOIJDONK e HETTINGA, 2015). Por isso, os leites fermentados estão associados a alegações de saúde e benefícios terapêuticos, além de serem fontes de proteínas (aminoácidos essenciais) e vitaminas, modulam de forma benéfica a microbiota intestinal por meio de doses repetidas (SAH et al., 2016). Essas propriedades tornam-se possivelmente interessantes em associação com o leite caprino, visto que diversos estudos enfatizam o potencial desse produto em tratar e prevenir doenças intestinais (DE ASSIS et al., 2016; ARAÚJO et al., 2016).

A fermentação é uma alternativa para incentivar o consumo do leite de cabra (CATUNDA et al., 2016). Esta pode ser realizada pelos grãos de kefir, que consiste em uma técnica artesanal praticável devido a simbiose entre bactérias e leveduras presentes em matriz polissacarídica (POGAČIĆ et al., 2013; ROCHA et al., 2014; DERTLI e HILMI, 2017). Essa fermentação produz ácido lático, responsável pela redução do pH e aumento da viscosidade, além de hidrolisar 30% da lactose naturalmente presente no leite (SOUZA

et al., 1984; COSTA e ROSA, 2016). Pesquisas sobre potencial de composição química e microbiológica indicam o kefir como eficiente probiótico modulador da microbiota intestinal, devido forte atividade antibacteriana à *Escherichia coli* e *Candida* spp. (WESCHENFELDER, 2009).

Técnicas como a utilização de frutas, caldas e extratos são eficientes em mascarar o odor característico e melhorar a aceitabilidade dos produtos lácteos caprinos, tornando-os, em alguns casos, semelhantes aos de origem bovina (MARINHO et al., 2012; REZENDE e BUENO 2017; RAMOS et al., 2018; LIMA et al., 2019). A beterraba (*Beta vulgaris* L.), hortaliça oriunda de regiões européias e norte-africanas, além de ser fonte de ferro, potássio, fósforo, cálcio, magnésio e ácido fólico, também apresenta compostos bioativos que desempenham funções antioxidantes, anticancerígenas e anti-inflamatórias (CENCI, 2011; US DEPARTMENT OF AGRICULTURE, AGRICULTURAL RESEARCH SERVICE, 2014). Dentre esses compostos, destaca-se as betalainas, substâncias nitrogenadas e hidrossolúveis responsáveis pela pigmentação avermelhada da planta (CLIFFORD et al., 2015; GENGATHARAN et al., 2017).

Diante disso, objetivou-se desenvolver um leite de cabra fermentado por kefir com diferentes níveis de acréscimo de beterraba em pó, visando produzir um derivado lácteo probiótico e prebiótico, com maior aceitabilidade comercial.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Centro Mesoregional de Excelência em Tecnologia do Leite (CMETL), pertencente à Universidade Estadual de Maringá, localizado na Fazenda Experimental de Iguatemi, no distrito de *Iguatemi, Paraná*. O leite de cabra UHT (*Ultra High Temperature*) Caprilat® e a beterraba em pó “Terra Viva” foram obtidos em comércios locais. Foram avaliados três tratamentos: leite fermentado por kefir sem adição de beterraba (controle), leite fermentado por kefir com 5% de beterraba em pó e leite fermentado por kefir com 10% de beterraba em pó.

Amostras de leite caprino foram avaliadas quanto a composição em equipamento automático Ekomilk®. A fermentação foi realizada por grãos de kefir durante 48 h a 25°C, na proporção de 80 g de grãos para cada litro de leite. Após a fermentação, ao atingir pH 4,6, o produto fermentado foi mantido sob refrigeração (10°C) por 24 horas em estufa incubadora BOD para a quebra da massa.

O armazenamento das amostras simulou a vida de prateleira do produto, para isso, utilizaram-se embalagens plásticas descartáveis lacradas que permaneceram refrigeradas em BOD a 10°C, análises físico-químicas e microbiológicas foram realizadas nos tempos 0, 7, 14 e 21 dias.



## Análises físico-químicas

Analisaram-se a textura por meio de texturômetro *TA-XT plus - Texture Analyzer* do fabricante *Stable Micro Systems* equipado com o *software Exponent Stable Micro Systems*, para atribuir características como firmeza, consistência, índice de viscosidade e coesividade, segundo metodologia de Ramos et al. (2009). Para avaliação da cor, utilizou-se a escala do sistema de cores CIELab com equipamento Minolta® calibrado para um padrão branco, determinou-se os parâmetros  $L^*$  (100, branco; 0, preto),  $a^*$  (+, vermelho; -, verde) e  $b^*$  (+, amarelo; -, azul) em três pontos aleatórios das amostras com medições em triplicata.

A análise de pH foi realizada por pHmetro digital com resolução de 0,01 unidades de pH, com o aparelho previamente calibrado e operando de acordo com as instruções do manual do fabricante (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985). A Acidez titulável foi determinada em graus Dornic (°D), para isso, realizou-se titulação com 10 ml de amostra e adição de 3 gotas de indicador fenolftaleína, procedendo-se a titulação com NaOH 0,1N, admitindo coloração rósea como parâmetro para o tratamento controle, para os demais tratamentos (amostras com beterraba) foi adicionado NaOH até atingir pH de 4,37, sendo este o ponto de viragem.

## Análises microbiológicas

As amostras foram avaliadas microbiologicamente por meio da contagem total de aeróbios mesófilos, bactérias ácido lácticas, fungos filamentosos e leveduras, de acordo com metodologia descrita pela *American Public Health Association* (APHA, 1992), por meio de diluições decimais e semeadura em triplicata nos meios Ágar Padrão para Contagem (PCA), Ágar De Man Rogosa e Sharpe (MRS) e Ágar Batata Dextrose (BDA), respectivamente. As placas foram incubadas aerobiamente à 37°C por 48 horas, exceto o meio BDA, incubado aerobiamente à 30°C por 5 dias. Os resultados foram expressos em unidades formadoras de colônia por mL (UFC/mL).

## Análise sensorial

Foram recrutados 120 consumidores não treinados na Universidade Estadual de Maringá (Campus de Maringá), a fim de analisar o novo produto. As amostras foram servidas em copo plástico descartável, codificadas por três dígitos aleatórios. Utilizou-se a escala hedônica de nove pontos, variando de “desgostei extremamente” (1) a “gostei extremamente” (9), para os consumidores expressarem a aceitação global dos leites fermentados (CIVILLE e CARR, 2015). Avaliou-se também a intenção de compra para verificar o potencial comercial do produto, onde a nota 1 representou “certamente não compraria” e a nota 5 “certamente compraria”.

### Análise estatística

O experimento foi em esquema fatorial 3x4, sendo três tratamentos e quatro tempos de avaliação. Os dados das análises físico-químicas, microbiológicas e atividade antioxidante foram analisados pela análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (SAEG).

Para a análise sensorial, utilizou-se o teste não paramétrico de *Kruskal-Wallis* a nível de significância de 5%.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios obtidos para as análises físico-químicas (ácido láctico, pH e cor) do leite caprino fermentado por grãos de kefir com diferentes níveis de beterraba em pó estão expressos na Tabela 1, enquanto os desdobramentos entre tratamentos e dias de armazenamento encontram-se nas Tabela 2, 3 e 4. Foram observadas diferenças significativas ( $p<0,05$ ) para os tratamentos em todos os parâmetros avaliados. Quanto ao tempo de armazenamento, houve diferenças significativas ( $p<0,05$ ) para ácido láctico e pH. Além de interação entre tratamento e tempo para ácido láctico, pH e parâmetro  $b^*$  da cor (Tabela 1).

Nível de adição de beterraba (%)	Ácido láctico (g de ácido láctico/100g)	pH	Cor		
			L*	a*	b*
0	1,67 <sup>b</sup>	3,81 <sup>c</sup>	85,47 <sup>a</sup>	6,81 <sup>b</sup>	8,53 <sup>b</sup>
5	1,74 <sup>a</sup>	4,00 <sup>a</sup>	37,06 <sup>c</sup>	22,04 <sup>a</sup>	22,04 <sup>a</sup>
10	1,73 <sup>a</sup>	3,91 <sup>b</sup>	42,51 <sup>b</sup>	21,85 <sup>a</sup>	22,44 <sup>a</sup>
Tratamento	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Tempo	0,001	0,001			0,085
Interação	0,005	0.023			0,001

\*Médias seguidas de mesma letra na coluna são estatisticamente iguais pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade.

Tabela 1 –Variáveis físico-químicas de leite caprino fermentado por grãos de kefir com adição de diferentes níveis de beterraba em pó.

Houve efeito significativo ( $P<0,05$ ) para a análise de cor ( $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ ) dos tratamentos, evidenciando a aparência visual dos leites fermentados. Estes apresentaram-se mais escuros ( $L^*$ ) e os valores dos parâmetros  $a^*$  (intensidade de cor vermelha) e  $b^*$  (intensidade de cor amarela) foram superiores para ambos os tratamentos com beterraba acrescentada (Tabela 1). Não houve efeito significativo ( $P>0,05$ ) para os parâmetros de cor nos tempos,

fato também observado em outros estudos com vida de prateleira de leites fermentados (PIMENTEL et al., 2012).

Notou-se uma tendência de aumento do ácido láctico no tratamento com adição de 5% de beterraba em pó (Tabela 2), este efeito está associado ao comportamento das bactérias ácido lácticas (Tabela 7). Pogačić et al. (2013) afirmam que esses microrganismos são os responsáveis pela produção de ácido láctico e outras substâncias durante o processo de fermentação e, de fato, observou-se maior produção de ácido láctico nos tratamentos e tempos com maior contagem destes microrganismos.

Em todos os tempos analisados, o tratamento com adição de 5% de beterraba em pó apresentou maior pH (Tabela 3) quando comparado aos demais, embora este tratamento também apresentar maior número de microrganismos fermentadores (Tabela 5), pois além de produtores de ácido láctico, consequentemente, também são os responsáveis pela redução do pH (SOUZA et al., 1984; COSTA e ROSA, 2016).

Tempo (dias)	Nível de adição de beterraba (%)		
	0	5	10
0	1,21 <sup>b</sup>	1,31 <sup>a</sup>	1,29 <sup>a</sup>
7	1,37 <sup>ab</sup>	1,41 <sup>ab</sup>	1,32 <sup>b</sup>
14	1,85 <sup>b</sup>	1,96 <sup>a</sup>	1,95 <sup>a</sup>
21	2,25 <sup>b</sup>	2,29 <sup>ab</sup>	2,35 <sup>cb</sup>

\*Médias seguidas de mesma letra na linha são estatisticamente iguais pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade.

Tabela 2 - Interação entre tratamento e tempo para ácido láctico (g de ácido láctico/100g) do leite caprino fermentado por grãos de kefir com adição de diferentes níveis de beterraba em pó.

Tempo (dias)	Nível de adição de beterraba (%)		
	0	5	10
0	3,97 <sup>c</sup>	4,08 <sup>a</sup>	4,02 <sup>b</sup>
7	3,91 <sup>c</sup>	4,04 <sup>a</sup>	3,98 <sup>b</sup>
14	3,81 <sup>c</sup>	4,02 <sup>a</sup>	3,86 <sup>b</sup>
21	3,56 <sup>c</sup>	3,87 <sup>a</sup>	3,78 <sup>b</sup>

\*Médias seguidas de mesma letra na linha são estatisticamente iguais pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade.

Tabela 3 - Interação entre tratamento e tempo para pH do leite caprino fermentado por grãos de kefir com adição de diferentes níveis de beterraba em pó.

Para cor, os valores do parâmetro b\* (intensidade de cor amarela) foram superiores para os tratamentos com adição de 5 e 10% de beterraba em todos os tempos de avaliação (Tabela 4), tornando-os semelhantes entre si, com aspecto visual mais escuro, tendendo para o espectro vermelho e amarelo, porém diferenciáveis visualmente do controle. Oliveira

(2017) enfatiza que a cor está entre as qualidades mais importantes do alimento, devido interferir no processo de aceitação e marketing do produto.

Tempo (dias)	Nível de adição de beterraba (%)		
	0	5	10
0	8,91 <sup>b</sup>	22,24 <sup>a</sup>	22,70 <sup>a</sup>
7	6,63 <sup>b</sup>	22,54 <sup>a</sup>	23,12 <sup>a</sup>
14	9,33 <sup>b</sup>	21,95 <sup>a</sup>	22,21 <sup>a</sup>
21	9,23 <sup>b</sup>	21,45 <sup>a</sup>	21,73 <sup>a</sup>

\*Médias seguidas de mesma letra na linha são estatisticamente iguais pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade.

Tabela 4 - Interação entre tratamento e tempo para parâmetro b\* da cor do leite caprino fermentado por grãos de kefir com adição de diferentes níveis de beterraba em pó.

O tratamento com adição de 5% de beterraba em pó apresentou maiores contagens de microrganismos aeróbios mesófilos, ácido láctico, bolores e leveduras (Tabela 5). Saad (2006) explica que o probiótico utiliza o prebiótico como substrato, dessa forma, impulsionando sua proliferação.

Níveis de adição de beterraba (%)	Aeróbios mesófilos	Ácido láctico	Bolores e leveduras	Resiliência
0	6,48 <sup>b</sup>	6,51 <sup>b</sup>	6,36 <sup>c</sup>	0,71 <sup>a</sup>
5	6,74 <sup>a</sup>	6,67 <sup>a</sup>	6,76 <sup>a</sup>	0,26 <sup>c</sup>
10	3,63 <sup>c</sup>	5,57 <sup>ab</sup>	6,49 <sup>b</sup>	0,47 <sup>b</sup>
Tratamento	0,001	0,003	0,001	0,001
Tempo	0,001	0,001	0,001	ns
Interação	0,020	0,011	0,001	0,0187

\*Médias seguidas de mesma letra na coluna são estatisticamente iguais pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade; ns: não significativo ( $P>0,05$ ).

Tabela 5 – Contagem de microrganismos em  $\log_{10}$  UFC/mL e textura do leite caprino fermentado por grãos de kefir com adição de diferentes níveis de beterraba em pó.

Prebióticos são substâncias alimentares que nutrem e favorecem a multiplicação de grupos específicos de microrganismos benéficos que habitam o intestino (FREITAS et al., 2014). Eles são constituídos por carboidratos de diferentes tamanhos, como monossacarídeos, dissacarídeos, oligossacarídeos e polissacarídeos, a beterraba apresenta essas substâncias em sua composição, logo, pode desempenhar função prebiótica (LIBONI e KUN, 2003). Estudos sobre iogurtes com a adição de inulina e frutooligosacarídeos (FOS) demonstram que os prebióticos realmente favorecem a rápida

fermentação do produto, quando comparado com tratamentos controle, sem prebióticos (OLIVEIRA et al., 2013).

A beterraba em pó favoreceu o crescimento e manutenção da viabilidade das bactérias aeróbias mesófilas, ácido lácticas, bolores e leveduras até os 21 dias de vida de prateleira do produto (Tabela 6, 7 e 8). Enquanto o tratamento controle, sem adição desse prebiótico, obteve contagem reduzida para os microrganismos avaliados aos 21 dias. Segundo Damin et al. (2008), a adição de ingredientes prebióticos é uma estratégia eficaz para beneficiar o crescimento e sobrevivência dos microrganismos probióticos no decorrer da fermentação e vida de prateleira. Esses dois aditivos, quando aliados, são denominados simbióticos, e têm seus efeitos potencializados devido o substrato prebiótico favorecer a adaptação do probiótico (JUNQUEIRA et al., 2009).

Tempo (dias)	Nível de adição de beterraba em pó (%)		
	0	5	10
0	6,75 <sup>a</sup>	5,75 <sup>b</sup>	5,45 <sup>c</sup>
7	6,17 <sup>a</sup>	5,27 <sup>a</sup>	6,18 <sup>a</sup>
14	6,41 <sup>a</sup>	6,48 <sup>a</sup>	6,51 <sup>a</sup>
21	6,60 <sup>c</sup>	8,48 <sup>a</sup>	6,92 <sup>b</sup>

\*Médias seguidas de mesma letra na linha são estatisticamente iguais pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade.

Tabela 6 – Interação entre tratamento e tempo para contagem de microrganismos aeróbios mesófilos em log<sub>10</sub> UFC/mL do leite caprino fermentado por grãos de kefir com adição de diferentes níveis de beterraba em pó.

Tempo (dias)	Nível de adição de beterraba (%)		
	0	5	10
0	5,93 <sup>a</sup>	5,48 <sup>b</sup>	5,93 <sup>a</sup>
7	6,70 <sup>a</sup>	6,66 <sup>a</sup>	6,60 <sup>a</sup>
14	6,70 <sup>a</sup>	6,60 <sup>a</sup>	6,74 <sup>a</sup>
21	6,70 <sup>c</sup>	7,95 <sup>a</sup>	7,02 <sup>b</sup>

\*Médias seguidas de mesma letra na linha são estatisticamente iguais pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade.

Tabela 7 – Interação entre tratamento e tempo para contagem de microrganismos ácido lácticos em log<sub>10</sub> UFC/mL do leite caprino fermentado por grãos de kefir com adição de diferentes níveis de beterraba em pó.

Tempo (dias)	Nível de adição de beterraba (%)		
	0	5	10
0	5,51 <sup>ab</sup>	5,37 <sup>b</sup>	5,47 <sup>ab</sup>
7	6,67 <sup>a</sup>	6,57 <sup>a</sup>	6,68 <sup>a</sup>
14	6,66 <sup>a</sup>	6,52 <sup>b</sup>	6,77 <sup>a</sup>
21	6,59 <sup>c</sup>	8,59 <sup>a</sup>	7,04 <sup>b</sup>

\*Médias seguidas de mesma letra na linha são estatisticamente iguais pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade.

Tabela 8 – Interação entre tratamento e tempo para contagem de bolores e leveduras em  $\log_{10}$  UFC/mL do leite caprino fermentado por grãos de kefir com adição de diferentes níveis de beterraba em pó.

O *Codex Alimentarius* (*Codex Stan* 243-2003) exige  $10^7$  UFC/mL como quantidade mínima de microrganismos totais presentes no leite fermentado produzido pelo kefir, e  $10^4$  UFC/mL de leveduras (CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION, 2011). Diante desta regulamentação, apenas leveduras foram supridas em todos tratamentos e tempos (Tabela 8), podendo ser considerada elevada essas contagens quando comparado com o estudo de Almeida et al. (2011), onde os autores obtiveram valores de  $10^3$  UFC/mL para leveduras em leite caprino fermentado por kefir.

Ambos tratamentos com adição de beterraba (5 e 10%), aos 21 dias de vida de prateleira, cumpriram as recomendações para serem considerados leites fermentados (Tabela 7), pois de acordo com a Instrução Normativa nº 46 de 23 de outubro de 2007 do MAPA (BRASIL, 2007), a contagem de bactérias ácido-láticas totais deve ser de no mínimo  $10^7$  UFC/g durante o período de validade deste produto. Entretanto não são probióticos, visto que a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) estabelece contagens de  $10^8$  a  $10^9$  UFC/g destes microrganismos como requisito para a classificação de alimento funcional contendo probióticos (BRASIL, 2002).

Em geral, para textura, os valores de resiliência foram superiores para o tratamento controle. Segundo Young (1807), isto se trata de uma propriedade caracterizada pela facilidade de um corpo em retornar a sua forma original após sofrer compressão elástica. O menor teor de caseína, maior dispersão micelar e presença de cálcio coloidal encontrados no leite caprino são causadores de coágulos frágeis (VARGAS, 2008). E mesmo após a fermentação láctica dos microrganismos que coagulam e diminuem o pH, a composição deste leite influencia a textura do produto final (BRASIL, 2000; DOMAGALA, 2009). E a textura, por sua vez, é capaz de influenciar a aceitação do produto, que deve ser firme e coeso, para consumo com auxílio de colher (ROSSI, 1983).

Tempo (dias)	Nível de adição de beterraba (%)		
	0	5	10
0	0,62 <sup>ab</sup>	0,31 <sup>b</sup>	0,47 <sup>ab</sup>
7	0,81 <sup>a</sup>	0,12 <sup>c</sup>	0,57 <sup>b</sup>
14	0,71 <sup>a</sup>	0,20 <sup>c</sup>	0,42 <sup>b</sup>
21	0,66 <sup>a</sup>	0,41 <sup>b</sup>	0,44 <sup>b</sup>

\*Médias seguidas de mesma letra na linha são estatisticamente iguais pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade.

Tabela 9 – Interação entre tratamento e tempo para textura (resiliência N.s) do leite caprino fermentado por grãos de kefir com adição de diferentes níveis de beterraba em pó

A análise fatorial exploratória (AFE) consiste na técnica de condensar diversas variáveis em fatores comuns. As variáveis que compõem cada fator apresentam forte correlação entre si, porém baixa correlação com as variáveis que formam os demais fatores (FÁVERO et al., 2009; HAIR et al., 2009). Para isso, foi realizado a padronização das 6 variáveis (cor, aroma, sabor, textura, impressão global e intenção de compra) estudadas. Esta padronização consistiu em adquirir médias iguais a zero (0,0) e desvios padrões iguais a um (1,0). Desta forma é possível evitar problemas decorrentes de desigualdade das unidades de medidas das variáveis e estabilizar as variâncias para a determinação das cargas fatoriais (FIELD, 2009; SIMÕES et al., 2017). A tabela 10 demonstra a correlação altamente significativa ( $P < 0,01$ ) entre as variáveis estudadas, onde foi estimado um score fatorial para cada tratamento através da multiplicação do valor das variáveis padronizadas pelo coeficiente do score fatorial correspondente (FÁVERO et al., 2009; HAIR et al., 2009).

Variáveis	Cor	Aroma	Sabor	Textura	Impressão global	Intenção de compra
Cor	-	0,513**	0,618**	0,631**	0,653**	0,559**
Aroma		-	0,555**	0,472**	0,566**	0,510**
Sabor			-	0,705**	0,875**	0,774**
Textura				-	0,762**	0,634**
Impressão global					-	0,766**
Intenção de compra						-

\*\*correlação é significativa ao nível de  $p < 0,01$ .

Tabela 10 – Correlação de Spearman entre as variáveis estudadas na análise sensorial.

O teste de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) expressa valor de 0,89 e demonstra que, com a amostra de 120 provadores, a adequação da AFE é confiável, cumprindo a recomendação de valor superior a 0,60. Enquanto o teste de esfericidade de Bartlett apresenta significância

ao nível de 5% (FÁVERO et al., 2009; HAIR et al., 2009).

Calculou-se o alfa de Cronbach com a finalidade de estimar a confiabilidade do questionário aplicado nesta pesquisa, por meio da medição da correlação entre as respostas através da variância dos itens individuais e da variância da soma dos itens de cada avaliador, isso é possível devido todos os itens do questionário possuir a mesma escala de medição (CRONBACH, 1951). Este valor varia de 0 a 1 e mede o grau de acurácia do resultado da medição, ou seja, o quanto o resultado representa o que se pretendeu medir (NICHOLS, 1999; ALLEN e YEN, 2003).

Alguns autores consideram 0,70 o valor mínimo desejável para o alfa de Cronbach ser considerado aceitável (NUNNALLY, 1978; DA HORA et al., 2010). Outro critério adotado para representar a confiabilidade da AFE foi a comunalidade extraída dos itens superior a 0,4 (HAIR et al., 2005). Em vista disso, pode-se afirmar que o questionário utilizado neste estudo foi confiável (Tabela 11).

Variáveis	Score fatorial	Comunalidade
Aroma	0,712	0,507
Sabor	0,907	0,822
Cor	0,790	0,624
Textura	0,847	0,718
Impressão global	0,927	0,859
Intenção de compra	0,826	0,682

Alfa de Cronbach = 0,910.

Tabela 11 – Score fatorial e comunalidade para as diferentes variáveis estudadas na análise sensorial.

O teste de *Kruskal-Wallis* (Tabela 12) foi utilizado devido adequar-se neste caso em que as variáveis apresentam desvio de distribuição normal (FÁVERO et al., 2009). O tratamento com leite fermentado por kefir sem adição de beterraba (controle) apresentou melhor impressão global e intenção de compra, demonstrando que a adição de beterraba em pó ao nível de 5 e 10% influenciou negativamente a aceitabilidade.

Níveis de adição de beterraba (%)	Score fatorial
0	0,66020 <sup>a</sup>
5	-0,21001 <sup>b</sup>
10	-0,45018 <sup>b</sup>

\*Médias seguidas de mesma letra na coluna são estatisticamente iguais pelo teste de *Kruskal-Wallis* a 5% de probabilidade.

Tabela 12 – comparação do score fatorial atribuído aos tratamentos pelo teste não paramétrico de *Kruskal-Wallis*.



Outras pesquisas com leite caprino fermentado por kefir expressaram maiores scores, possivelmente por utilizarem diferentes produtos para colorir e saborizar o alimento, como polpa de morango, noni e acerola, indicando que a utilização de beterraba em pó não é uma opção eficaz para estimular o consumo dos produtos lácteos caprinos (MOURA et al., 2016).

## 4 | CONCLUSÃO

O leite caprino fermentado por kefir com adição de 5% de beterraba em pó obteve maiores contagens de microrganismos aeróbios mesófilos, ácido láctico, bolores e leveduras, evidenciando a função prebiótica da hortaliça. Entretanto, a impressão global e intenção de compra foram prejudicadas pela adição de beterraba, sugerindo que a utilização desta técnica não foi eficaz para estimular o consumo do produto lácteo caprino.

## REFERÊNCIAS

ALLEN, M. J.; YEN, W. M. **Introduction to measurement theory**. WaveLand Press, 2003.

ALMEIDA, F. A.; ÂNGELO, F. F.; SILVA, S. L.; SILVA, S. L. **Análise sensorial e microbiológica de kefir artesanal produzido a partir de leite de cabra e de leite de vaca**. Rev. Inst. Latic. “Cândido Tostes”, Jan/Fev, nº 378, 66, 51:56, 2011. <https://www.revistadoilct.com.br/rilct/article/view/155/163>

APHA. American Public Health Association. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 3ª ed. 1992.

ARAÚJO, D. F. S.; GUERRA, G. C. B.; DE ARAÚJO JÚNIOR, R. F.; DE ARAÚJO, A. A.; DE ASSIS, P. O. A.; DE MEDEIROS, A. N. et al. Goat whey ameliorates intestinal inflammation on acetic acid-induced colitis in rats. **Journal of Dairy Science**, v.99, n. 12, p.9383-94, 2016. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-10930>.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 46, de 23 de novembro de 2007. Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leites Fermentados. **Diário oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, 24 de out. 2007.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Instrução Normativa nº 37 de 31 de outubro de 2000. **Regulamento técnico de produção, identidade e qualidade de leite de cabra**. Diário Oficial da União, Brasília, p. 23, 8 nov. 2000.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC n. 2, de 07 de janeiro de 2002. Aprova o Regulamento Técnico de Substâncias Bioativas e Probióticos Isolados com Alegação de Propriedades Funcional e ou de Saúde. **Diário Oficial da União**, Brasília, 09 de jan. 2002.

CATUNDA, K. L. M.; DE AGUIAR, E. M.; MEDEIROS, J. G. Leite caprino: características nutricionais, organolépticas e importância do consumo. **Centauro**, v.7, n.1, p. 34-55. 2016.

CENCI, S. Processamento mínimo em frutas e hortaliças: tecnologia, qualidade e sistemas de embalagem. 1. **Embrapa Agroindústria de Alimentos**, 2011. 144p.

CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory evaluation techniques**. CRC Press. 2015.

CLIFFORD, T.; HOWATSON, G.; WEST, D. J.; STEVENSON, E. J. The potential benefits of red beetroot supplementation in health and disease. **Nutrients**, v. 7, n. 4, p. 2801- 2822, 2015. <https://doi.org/10.3390/nu7042801>

CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION. **Milk and Milk Products** (CODEX STAN 243-2003), 2 ed. Rome, Italy: World Health Organization (WHO) and Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). p. 248. 2011.

COSTA, N. M. B.; ROSA, C. D. O. B. **Alimentos funcionais: componentes bioativos e efeitos fisiológicos**. 2 ed. Rio de Janeiro: Editora Rubio Ltda, p.161-170. 2016.

CRONBACH, J. L. Coefficient alpha and the internal structure of tests. **Psychometrika**, v. 16. n. 3, pp. 297-334, 1951. <https://doi.org/10.1007/BF02310555>

DA HORA, Henrique Rego Monteiro; MONTEIRO, Gina Torres Rego; ARICA, José. Confiabilidade em questionários para qualidade: um estudo com o Coeficiente Alfa de Cronbach. **Produto & Produção**, v. 11, n. 2, p. 85-103, 2010.

DAMIN, M. R.; MINOWA, E.; ALCANTARA, M. R.; OLIVEIRA, M. N. Effect of cold storage on culture viability and some rheological properties of fermented milk prepared with yogurt and probiotic bacteria. **Journal of Texture Studies**, v. 39, p. 40-45, 2008. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4603.2007.00129.x>

DE ASSIS, P. O. A.; GUERRA, G. C. B.; DE SOUZA ARAÚJO, D. F.; DE ARAÚJO JÚNIOR, R. F.; MACHADO, T. A. D. G.; DE ARAÚJO, A. A. et al. Intestinal anti-inflammatory activity of goat milk and goat yoghurt in the acetic acid model of rat colitis. **International Dairy Journal**, v. 56, p. 45-54, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2015.11.002>

DERTL, E.; HILMI, A. Microbial diversity of traditional kefir grains and their role on kefir aroma. **Food Science and Technology**, v. 85, p. 151-157, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.07.017>

DOMAGALA, J. Instrumental texture, syneresis and microstructure of yoghurts prepared from goat, cow and sheep milk. **International Journal of Food Properties**. v.12, n.3, p. 605-15, 2009. <https://doi.org/10.1080/10942910801992934>

FÁVERO, L.P.; BELFIORE, P.P.; SILVA, F.L.; CHAN, B.L. Análise de dados: Modelagem multivariada para tomada de decisões, in: **Análise de Dados: Modelagem Multivariada Para Tomada de Decisões**. Elsevier, Rio de Janeiro, p. 544. 2009.

FIELD, A. **Descobrimos a estatística usando o SPSS**, 2nd ed. Artmed, Porto Alegre. 2009.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). Food and Agriculture Organization. **Milk and dairy products in human nutrition**. Rome, 2013.

FREITAS, E.R.; RABELLO, C.B; WATANABE, P.H. Probiótico e Prebiótico na Nutrição de Monogástrico. In. SAKOMURA, N.K. SILVA, J.H.V. COSTA, F.G.P. et al. **Nutrição de Não Ruminantes**.Ed.1, Jaboticabal: FUNEP, 2014. <http://dx.doi.org/10.5380/avs.v22i3.52265>

GARCÍA, V.; ROVIRA, S.; BOUTOIAL, K.; LÓPEZ, M. B. Improvements in goat milk quality: A review. **Small Ruminant Research**, v.1, n.1, p. 51–57, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2013.12.034>

GENGATHARAN, A.; DYKES, G. A.; CHOO, W.S. The effect of pH treatment and refrigerated storage on natural colourant preparations (betacyanins) from red pitahaya and their potential applications in yoghurt. **LWT – Food Science and Technology**, v. 80, p. 437-445, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.03.014>

GOLDBOHN, R. A. Dairy consumption and 10-y total and cardiovascular mortality: a prospective cohort study in the Netherlands. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 96, p. 615-27, 2011. <https://doi.org/10.3945/ajcn.110.000430>

HAIR, J. F. e outros. Análise multivariada de dados. Porto Alegre: Bookman, 2005.

HAIR, J.F.J.; BLACK, W.C.; BABIN, B.J.; ANDERSON, R.E. **Multivariate Data Analysis**, 7th ed. Prentice Hall, Saddle River. 2009.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos Físico-químicos para Análise de Alimentos**. 4 ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

JUNQUEIRA, O.M.; BARBOSA, L.C.G.S.; PEREIRA, A.A. Uso de aditivos em rações para suínos nas fases de creche, crescimento e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.12, 2009.

LIBONI, L. M. P.; KUN, Y. P. Frutooligosacarídeos: implicações na saúde humana e utilização em alimentos. **Ciência Rural**, v. 33, n. 2, p. 385-390, 2003. <https://www.scielo.br/rbz/a/Q7FgbqMFvrvLZP6Hbf5jCWQ/?format=pdf&lang=pt>

LIMA, J. S.; LIMA, R. S.; GONÇALVES, S. D.; LADEIRA, S. A. Incluir calda de caju em iogurte a base de leite de cabra pode aumentar a aceitação sensorial?. **Revista INGI-Indicação Geográfica e Inovação**, v. 3, n. 4, p. 476-489, 2019. <https://repositorio.ifs.edu.br/biblioteca/handle/123456789/1438>

LIMA, M. S. F.; SILVA, R. A.; SILVA, M. F.; PORTO, A. L. F.; CAVALCANTI, M. T. H. Características microbiológicas e antioxidantes de um novo alimento funcional probiótico: leite de ovelha fermentado por kefir. In **XX congresso Brasileiro de Engenharia Química. COBEQ: Florianópolis/SC**. 2014.

MARINHO, M. V. M.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M.; SANTIAGO, V. M. S.; GOMES, J.P. Análise físico-química e sensorial de iogurte de leite de cabra com polpa de umbu. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.14, n. Especial, p.497- 510. 2012. <http://www.deag.ufcg.edu.br/rbpa/rev14e/Art14E7.pdf>

MOURA, A. A. C.; AROUCHA, E. M. M; GÓIS, V. A; LEITE, R. H. L; FERREIRA, R. M. A; SILVA, M. C. P; **iogurtes com polpa de noni e acerola: avaliação físico-química, atividade antioxidante e perfil sensorial**. B.CEPPA, Curitiba, v. 34, n. 2, jul./dez. 2016.

NICHOLS, D. P. My Coefficient  $\alpha$  is Negative, SPSS Keywords, Number 68, 1999.

NUNNALLY, J. C. Psychometric Theory, 2. ed., New York: McGraw, 1978.

OLIVEIRA, L. C. P.; **Utilização de polpa e resíduos de beterraba para aproveitamento tecnológico na formulação de iogurte concentrado**. Programa de Pós-graduação. Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Mato Grosso. 2017.

OLIVEIRA, R.P.S.; CASAZZA, A.A.; ALIAKBARIAN, B.; PEREGO, P.; CONVERTI, A.; OLIVEIRA, M.N. Influence of fructooligosaccharides on the fermentation profile and viable counts in a symbiotic low fat milk. **Brazilian Journal of Microbiology**, v.44, n.2, p.431-434, 2013. <https://www.scielo.br/bjm/a/3kWBC5H34zTNDmPyq7pVBvb/?lang=en&format=pdf>

PIMENTEL, T. C.; GARCIA, S.; PRUDENCIO, S. H. Iogurte probiótico com frutanos tipo inulina de diferentes graus de polimerização: características físico-químicas e microbiológicas e estabilidade ao armazenamento. **Semina: Ciências Agrárias, Londrina**, v. 33, n. 3, p. 1059-1070, 2012. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2012v33n3p1059>

POGAČIĆ, T.; ŠINKO, S.; ZAMBERLIN, Š.; SAMARŽIJA, D. Microbiota of kefir grains. **Mljekarstvo**, v. 63, n. 1, p. 3-14, 2013.

RAMOS, J. A. Desenvolvimento e caracterização de iogurte caprino prebiótico adicionado de geleia de polpa de fruto de mandacaru (*Cereus jamacaru*) e maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* Sims). 45 fl. (Trabalho de Conclusão de Curso – Monografia), Curso de Bacharelado em Nutrição, Centro de Educação e Saúde, Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba, 2018.

RAMOS, T. M.; GAJO, A. A.; PINTO, S. M.; ABREU, L. R.; PINHEIRO, A. C. **Perfil de Textura de Labneh (iogurte grego)**. Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes, v. 64, n. 369, p. 8-12, 2009. <https://www.revistadoilct.com.br/ilct/article/view/85>

RANADHEERA, C. S. et al. Probiotic viability and physico-chemical and sensory properties of plain and stirred fruit yogurts made from goat's milk. **Food Chemistry**, v. 135, p. 1411-1418, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.06.025>

REZENDE, R. C.; BUENO, S. M. Formulação e análise sensorial de iogurte de leite de cabra sabor morango. **Revista Científica**, v. 1, n. 1, 2017.

ROCHA, D. M. U. P.; MARTINS, J. D. F. L.; SANTOS, T. S. S.; MOREIRA, A. V. B. Labneh with probiotic properties produced from kefir: development and sensory evaluation. **Food Science and Technology**, v. 34, p. 694-700, 2014. <https://doi.org/10.1590/1678-457x.6394>

ROSSI, E. A. Formulação de um sucedâneo do iogurte a base de soro de leite e extrato aquoso de soja. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Londrina. 1983.

SAAD, S. M. I. Probiótico e prebiótico: estado da arte. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 42, n. 1, p.1-12, 2006. <https://doi.org/10.1590/S1516-93322006000100002>

SAH, B. N. P.; VASILJEVIC, T.; MCKECHNIE, S.; DONKOR, O. N. Effect of pineapple waste powder on probiotic growth, antioxidant and antimutagenic activities of yogurt. **Journal of food science and technology**, 53(3), 1698-1708. 2016. <https://doi.org/10.1007/s13197-015-2100-0>

SILANIKOVE, N. et al. Recent advances in exploiting goat's milk: Quality, safety and production aspects. **Small Ruminant Research**, v. 89, p. 110- 124, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2009.12.033>

SILVA, G. J.; GONÇALVES, B. R. F.; CONCEIÇÃO, D. G.; PONTES, S. F. O.; FERRÃO, S. P. B. Perfil de ácidos graxos e frações proteicas do leite de cabra. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, 70 (6), 338- 348. 2015. <https://doi.org/10.14295/2238-6416.v70i6.474>

SIMÕES, A.R.P.; REIS, J.D.; AVELAR, P.S. A heterogeneidade tecnológica da pecuária leiteira em Minas Gerais. **Rev. Agrar.** 10, 261–269. 2017. <https://doi.org/10.30612/agrarian.v10i37.6782>

SOUZA, G.; GARCIA, S.; VALLE, J.L. Kefir e sua tecnologia: aspectos gerais. **Boletim Ital**, v.21, p. 137-155, 1984.

URASHIMA, T. et al. Recent advances in studies on milk oligosaccharides of cows and other domestic farm animals. **Bioscience, Biotechnology and Biochemistry**, v.77, p.455–466, 2013. <https://doi.org/10.1271/bbb.120810>

US DEPARTMENT OF AGRICULTURE, AGRICULTURAL RESEARCH SERVICE. National Nutrient Database for Standard Reference, Release 27. 2014.

VAN HOOIJDONK, T.; HETTINGA, K. Dairy in a sustainable diet: a question of balance. **Nutrition Reviews**, v.73, n.suppl\_1, p.48-54. 2015.

VARGAS, M.; CHÁFER, M.; ALBORS, A.; CHIRALT, A.; GONZÁLEZ-MARTÍNEZ, C. Physicochemical and sensory characteristics of yogurt produced from mixtures of cows' and goats' milk. **International Dairy Journal**. v.18, n.12, p.1146-52, 2008. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2008.06.007>

WESCHENFELDER, S.; CARVALHO, C. H.; WIEST, M. J. Atividade anti *Escherichia coli* em kefir e soro de kefir. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 64, n. 368, p. 48-55, 2009. <https://rilct.emnuvens.com.br/rilct/article/view/80/85>

YOUNG, T. (1807). **Lectures on natural philosophy**. London, 1, 464.

# INTOXICAÇÃO POR ANTIBIÓTICOS IONÓFOROS EM BOVINOS ALIMENTADOS COM GRÃO INTEIRO DE MILHO

*Data de aceite: 01/12/2022*

**Jose Mario Rocha Tiago**

Discente - UFJ

**Nicole Sales de Almeida**

Discente - UFJ

**Yasmim Couto e Coura**

Discente - UFJ

**Dirceu Guilherme de Souza Ramos**

Docente - UFJ

**Klaus Casaro Saturnino**

Docente - UFJ

**RESUMO:** Os antibióticos ionóforos são metabólitos de fungos que são adicionados em alimentos de animais<sup>(1)</sup>. Estes servem como antimicrobianos coccidiostáticos, além de também serem utilizados como promotores de crescimento e ganho de peso. São poliéteres carboxílicos que formam complexos lipossolúveis com cátions, facilitando assim o transporte de íons através de membranas biológicas e induzindo distúrbios celulares fisiológicos e morfológicos, devido ao desequilíbrio iônico<sup>(2)</sup>. Seu uso inadequado pode provocar intoxicações, caracterizadas por miopatia muscular e cardiomiopatia

degenerativas<sup>(3)</sup>. O presente estudo tem como objetivo discutir um surto de intoxicação por antibióticos ionóforos como causa mortis em bovinos alimentados exclusivamente com grãos inteiros de milho, associado a premix contendo monensina. Alguns animais de uma propriedade com sistema de confinamento apresentaram fraqueza e dificuldade de se locomover, vindo a óbito posteriormente, mesmo mantendo a lucidez e reflexos a estímulos externos. Em um deles foi realizado exame necroscópico e colheita de fragmentos de órgão para exame histopatológico para fins diagnósticos. Os animais eram alimentados com grãos de milho inteiros associado a premix em pellet na proporção de 4:1, respectivamente. No exame necroscópico não foram observadas alterações dignas de nota, mas na microscopia, foram observadas áreas multifocais com discreta a moderada fragmentação de fibras musculares esqueléticas e com menor intensidade em fibras cardíacas. Estas também apresentaram fibras com intensa eosinofilia citoplasmática, indicando necrose. Além disso, foram detectados cistos com inúmeros bradizoítos no tecido muscular esquelético, mas sem apresentar reação inflamatória. Nos demais órgãos

não foram encontradas alterações dignas de nota. A suspeita da morte do animal foi de botulismo, posto que os sintomas apresentados pelo mesmo (dificuldade de locomoção e fraqueza) se assemelham ao da doença causada pela ingestão da toxina produzida pela bactéria *Clostridium botulinum*<sup>(2)</sup>. Ao se fazer a análise microscópica foram observadas características que remetem a uma intoxicação causada por antibióticos ionóforos, que pode ser caracterizada por lesões degenerativas e necróticas dos músculos esqueléticos e cardíacos. Animais com botulismo não costumam apresentar alterações macroscópicas ou histológicas<sup>(2)</sup>, fato que concluiu o diagnóstico, associado ao fato do premix conter monensina. É possível concluir que, a ideia de que os animais dessa propriedade estejam com botulismo não deve ser eliminada, por isso deve ser realizado o acompanhamento do rebanho, afim de averiguar se a contaminação de alimentos ou existência de fonte de água contaminada por toxina botulínica. Também deve ser observado o manejo alimentar quanto a oferta de excessivas doses de ionóforos a fim de evitar possíveis intoxicações futuras. No caso de morte de mais animais é sugerido novos exames necroscópicos e análises histopatológicas para assim se obter mais informações sobre o problema, que vem gerando grande prejuízo na propriedade.

**PALAVRAS-CHAVE:** Antibióticos. Aditivo. Intoxicação.

## REFERÊNCIAS

- 1- MODI, C. M.; MODY, S.K. PATEL, H.B.; DUDHATRA, G.B.; KUMAR, A.; SHEIKH, T. J. Growth promoting use of antimicrobial agents in animals. Journal of Applied Pharmaceutical Science, 01(08)33-36, 2011.
- 2- RIET-CORREA, F. et al. Doenças de Ruminantes e Equídeos. 3ª ed. vol. 2. Santa Maria: Pallotti, 2007.
- 3- Nogueira V. A.; França T. N.; Peixoto P. V. Intoxicação por antibióticos ionóforos em animais. Pesquisa Veterinária Brasileira 29(3):191-197, 2009.

**RAISSA RACHEL SALUSTRIANO DA SILVA-MATOS:** Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade de Pernambuco - UPE (2009), Mestre em Agronomia - Solos e Nutrição de Plantas pela Universidade Federal do Piauí - UFPI (2012), com bolsa do CNPq. Doutora em Agronomia pela Universidade Federal da Paraíba - UFPB (2016), com bolsa da CAPES. Atualmente é professora adjunta do curso de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais (CCAA) da Universidade Federal do Maranhão (UFMA). Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em fitotecnia, fisiologia das plantas cultivadas, propagação vegetal, manejo de culturas, nutrição mineral de plantas, adubação, atuando principalmente com fruticultura e floricultura. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0720581765268326>

**DEUCLEITON JARDIM AMORIM:** Graduado em Engenharia Agrônoma pela Universidade Federal do Maranhão – UFMA (2020), Mestre em Proteção de Plantas (Nematologia Agrícola) pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Unesp/FCA (2022), Campus de Botucatu (SP). Doutorando em Proteção de Plantas pela mesma universidade. Tem experiência na área de Agronomia – Proteção de Plantas, com ênfase no manejo de nematoides parasitas de plantas de importância agroflorestal no Brasil, pertencentes aos gêneros *Meloidogyne*, *Pratylenchus*, *Heterodera*, *Rotylenchulus*, *Tylenchulus* e outros, prospecção e uso de agentes de biocontrole, estudos com nematoides entomopatogênicos e malacologênicos. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3121121800829042>

**FABÍOLA LUZIA DE SOUSA SILVA:** Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Maranhão-UFMA, diretora de Gestão de Pessoas na AgropecJr-Ej de Serviços Agropecuários e Ambientais (2021-2022). Tem atuação nas áreas de fitotecnia, nutrição mineral de plantas, propagação vegetal, substratos alternativos, atuando principalmente na fruticultura e floricultura. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4527314930415453>



## A

Ácaros depredadores 79, 80, 84, 91, 92  
 Aislado proteico 2, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16  
 Antimicrobiano 44, 48

## B

Biodiversidad 32, 33, 34, 36, 39, 51, 52, 64, 94  
 Bosque boreal 80, 83, 86

## C

Características sensoriales 66, 70  
 Conservación 17, 23, 33, 34, 54, 64, 103

## E

Educación ambiental 33  
 Educación Ambiental 50, 53, 64  
 Engorda bovina 96  
 Enseñanza 33, 34, 38, 39, 40, 41

## G

GAM 79, 80, 81, 82, 83, 86  
 Geoespacial 80

## H

Health education 105

## M

Mesostigma 80  
 Metodologías activas 33, 40  
 Modelo aditivo generalizado 79, 80, 81  
 Modelos cinéticos 65, 66, 70, 76

## P

Propiedades tecnofuncionales 1, 2, 4, 5, 13  
 Propóleos chileno 44, 47, 48  
 Proteína vegetal 2  
 Public health 105, 114, 122

## Q

Quinoa 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15

## R

Rendimiento al desposte 95, 96, 97, 102

## S

Semillas de ahuyama 65, 66, 67, 68, 69, 70, 72, 73, 74, 75, 76

## V

Ventana de refractancia 65, 66, 67, 68, 69, 72, 73, 75, 76

## Z





Zoonoses 104, 105, 106, 108, 109



# CIENCIAS AGRARIAS:

## ESTUDIOS SISTEMÁTICOS E INVESTIGACIÓN AVANZADA

---

 [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
 [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)  
 [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)  
 [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)

# CIENCIAS AGRARIAS:

ESTUDIOS SISTEMÁTICOS E INVESTIGACIÓN AVANZADA

---

🌐 [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
✉ [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)  
📷 @atenaeditora  
📘 [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)