



CIENCIAS AGRARIAS:

ESTUDIOS SISTEMÁTICOS E INVESTIGACIÓN AVANZADA

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



CIENCIAS AGRARIAS:

ESTUDIOS SISTEMÁTICOS E INVESTIGACIÓN AVANZADA

RAISSA RACHEL SALUSTRIANO DA SILVA-MATOS
DEUCLEITON JARDIM AMORIM | FABÍOLA 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 Cremo

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^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Prof^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª 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

Ciencias agrarias: estudios sistemáticos e investigación avanzada

Diagramação: Camila Alves de Cremo
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>Ciencias agrarias: estudios sistemáticos e investigación avanzada / 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 acceso: World Wide Web Inclui bibliografía ISBN 978-65-258-0844-4 DOI: https://doi.org/10.22533/at.ed.444220812</p> <p>1. Ciencias agrarias. 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	

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 “Ciências agrárias: estudos sistemáticos e investigação avançada”.

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 fundamentais 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

Fabiola Luzia de Sousa Silva

CAPÍTULO 1 1

EXTRACCION Y PROPIEDADES TECNOFUNCIONALES DE PROTEINA DE QUINUA (*Chenopodium quinoa willd*) DE LAS VARIETADES 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 332

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 444

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 550

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 665

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 779

MODELO ESPACIAL DE PREDICCIÓN DE COMUNIDADES DE ÁCAROS DEPREDADORES (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 895

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 ZONOSSES 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>

CAPÍTULO 10..... 110

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 Cancellheri
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

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.44422081210>

CAPÍTULO 11 127

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

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.44422081211>

SOBRE OS ORGANIZADORES 129**ÍNDICE REMISSIVO 130**

MODELO ESPACIAL DE PREDICCIÓN DE COMUNIDADES DE ÁCAROS DEPRÉDADORES (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 $f_i(x)$, 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, θ es un parámetro natural de la distribución y ϕ 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 β_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:

$$\|y - x\beta\|^2 + \lambda\beta^T S\beta \tag{1}$$

donde S es una matriz de coeficientes conocidos asociados a las funciones base ($b(x)$) y λ 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 β 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: $l_p = l(\beta) - (\frac{\lambda}{2}) \sum_j \lambda_j \beta_j^T S_j \beta_j$, 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 ϕ 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 ϕ , 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).

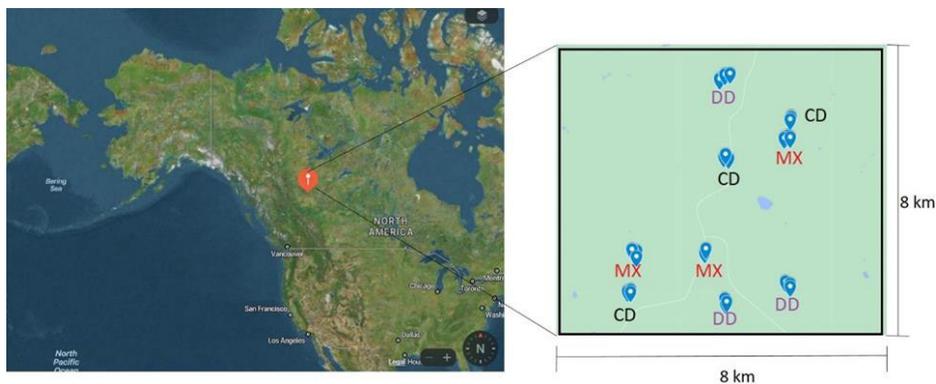


Figura 1. Zona de estudio. País Canadá. Provincia: Alberta. Región: Norte de Alberta. Longitud: -118.419712,-118.324707. Latitud: 56.745673, 56.818255.

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 CaCl₂ 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 Mesostigmata 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 Mixozercón (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. [†]	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

[†] 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.

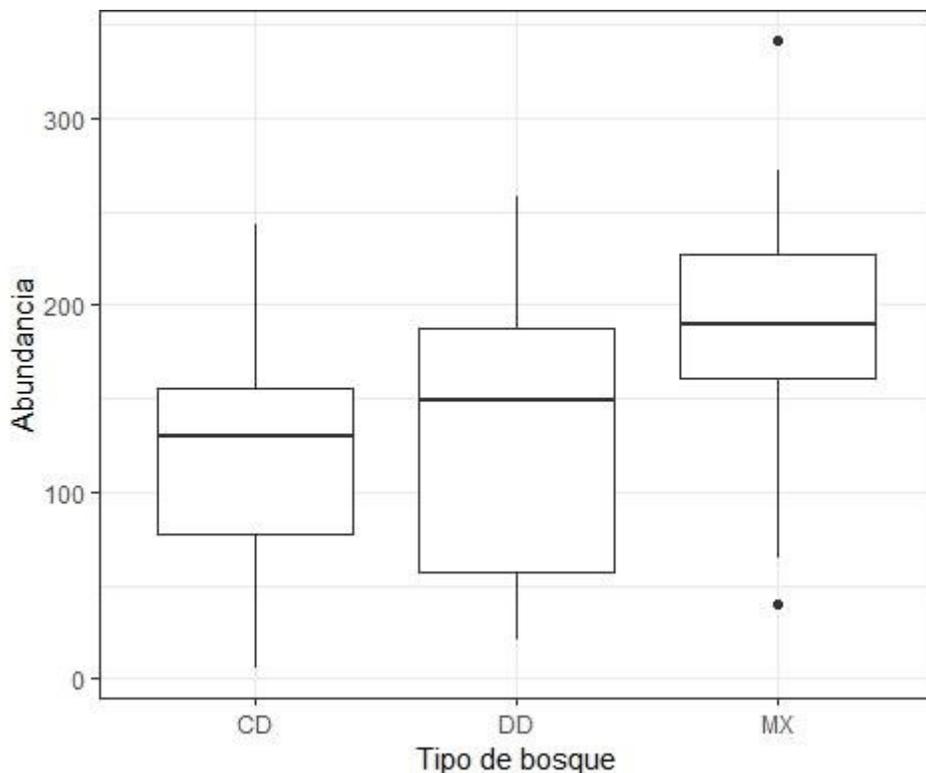


Figura 2. Gráfica de cajas y bigotes del número de ácaros Mesostigmata en los bosques de coníferas (CD), deciduos (DD) y mixto (MX).

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 = $1.84e-08$).

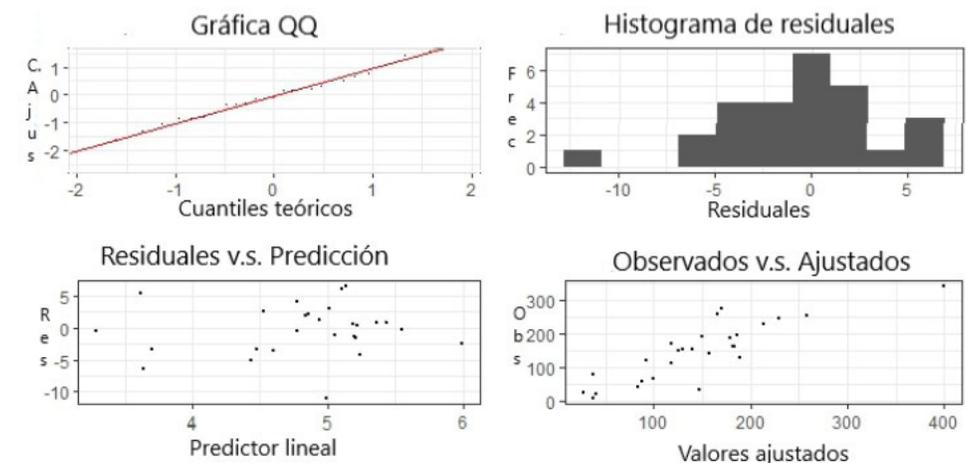


Figura 3. Gráficas para el análisis de residuales.

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

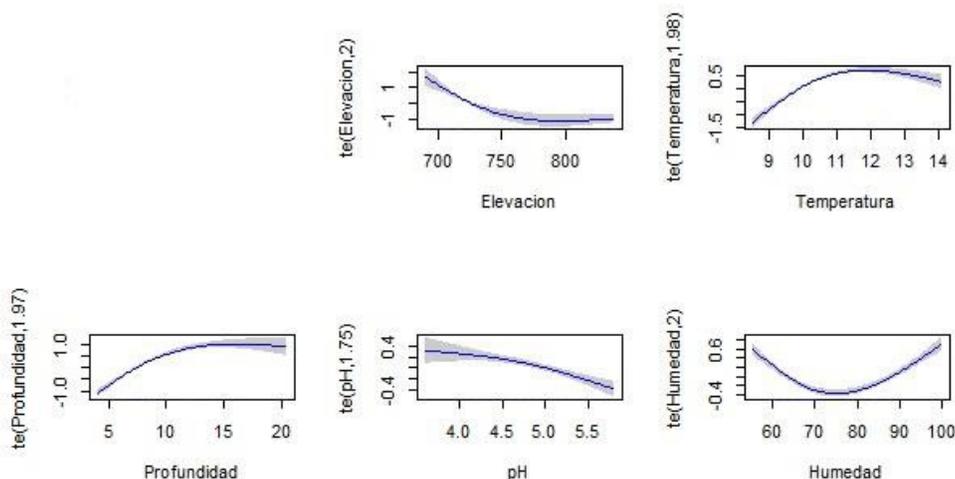


Figura 4. Relación entre las variables predictoras (eje horizontal) y abundancia de ácaros Mesostigmata (eje vertical).

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.

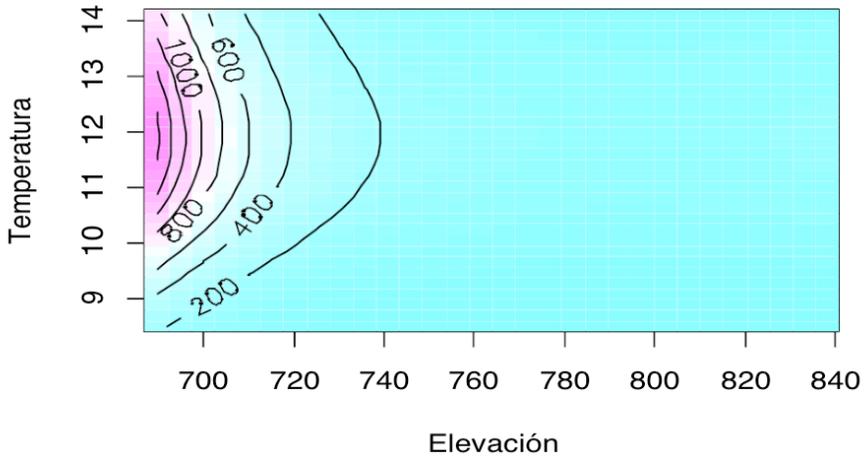


Figura 5. Predicción de ácaros Mesostigmata en función de elevación y temperatura.

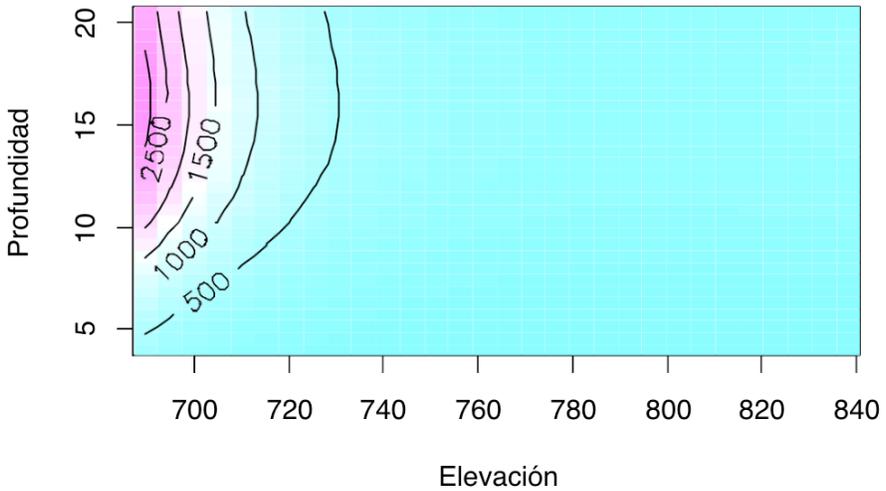


Figura 6. Predicción de ácaros Mesostigmata en función de elevación y profundidad.

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).

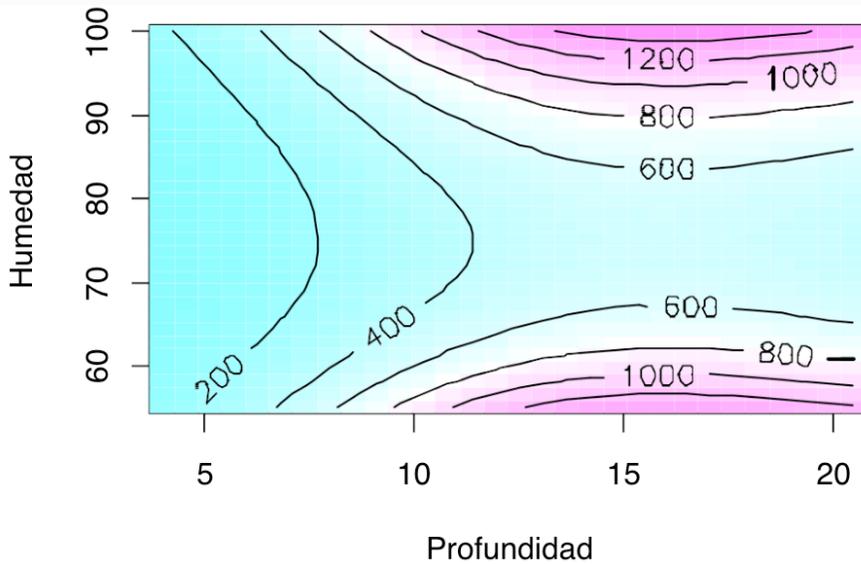


Figura 7. Predicción de ácaros Mesostigmata en función de profundidad (cm) y humedad (%).

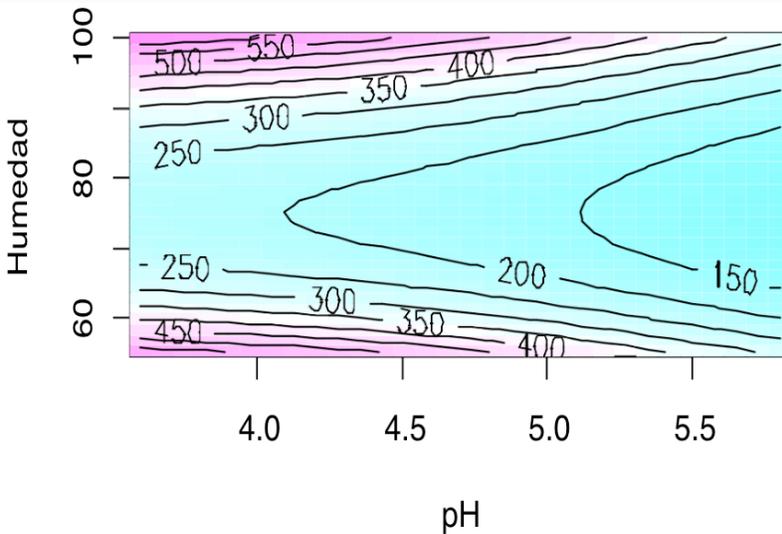


Figura 8. Predicción de ácaros Mesostigmata en función de pH y humedad (%).

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).

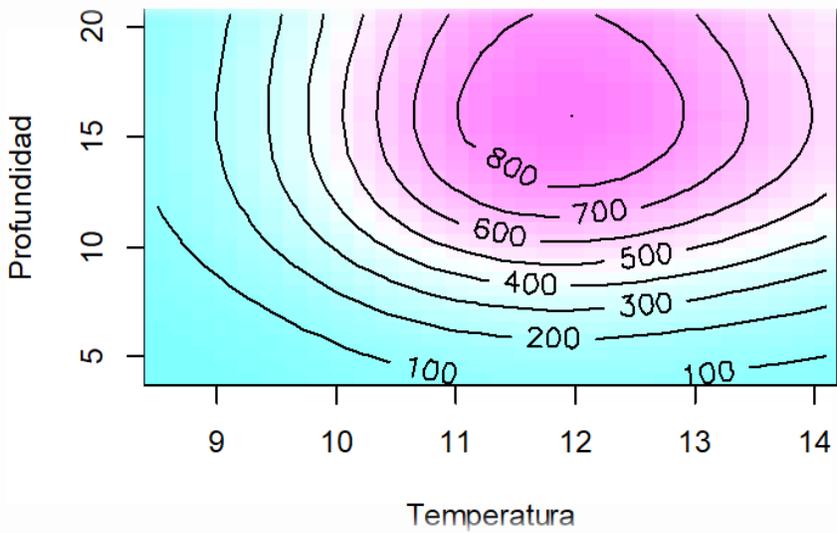


Figura 9. Predicción de ácaros Mesostigmata en función de Temperatura (0C) y profundidad (cm).

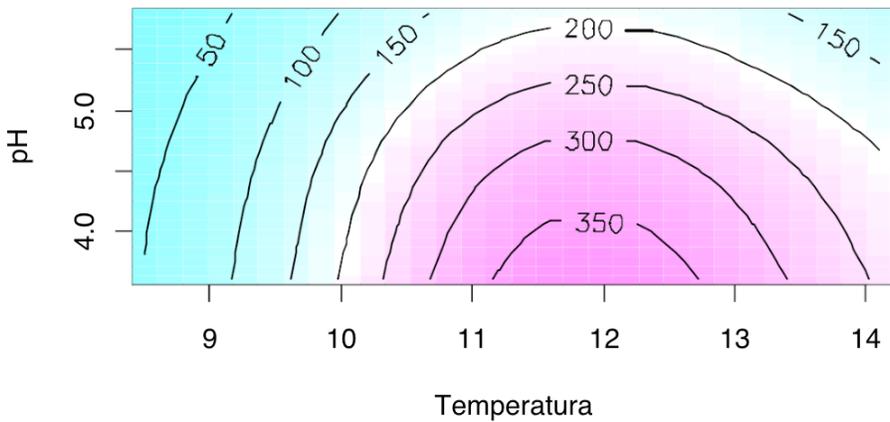


Figura 10. Predicción de ácaros Mesostigmata en función de Temperatura (0C) y pH.

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).

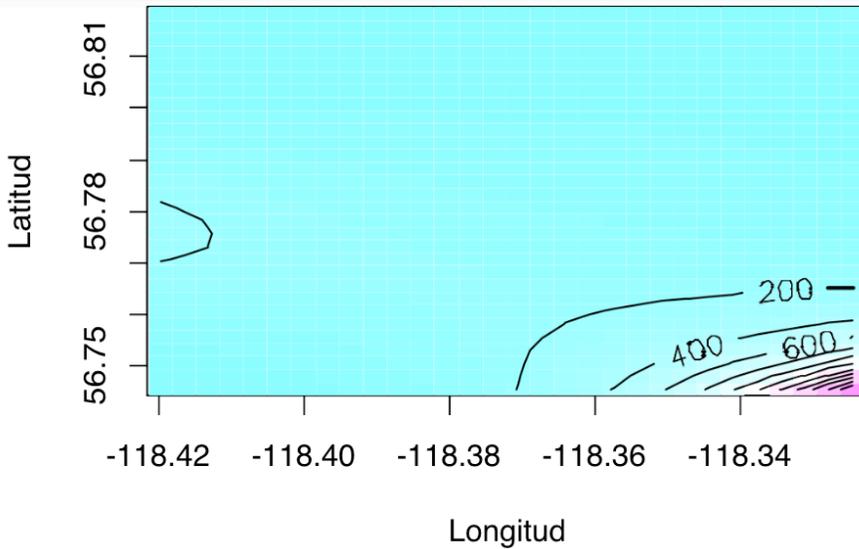


Figura 11. Predicción de ácaros Mesostigmata en función de longitud y latitud en coordenadas geográficas.

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.

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>.

Kishchuk, 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 asociados 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>

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
 -  contato@atenaeditora.com.br
 -  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
 -  www.facebook.com/atenaeditora.com.br

CIENCIAS AGRARIAS:

ESTUDIOS SISTEMÁTICOS E INVESTIGACIÓN AVANZADA

-
-  www.atenaeditora.com.br
 -  contato@atenaeditora.com.br
 -  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
 -  www.facebook.com/atenaeditora.com.br