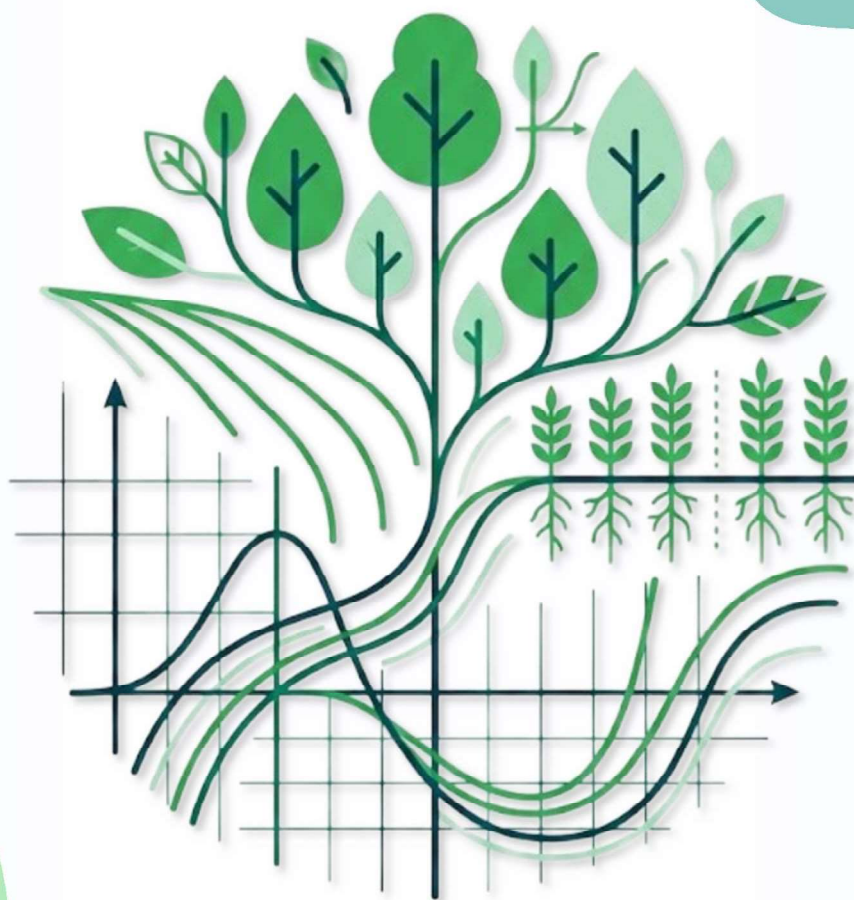


APLICACIONES DEL CÁLCULO EN LA AGRONOMÍA Y LA INGENIERÍA FORESTAL: UN ENFOQUE PRÁCTICO



Autores:

Dr. Ignacio Estévez Valdés, PhD.

Dr. Pedro Valdés Tamayo, PhD

Dr. Alberto Rodríguez Rodríguez, PhD.

Dr. Daniel Alberto Álvarez Lazo, PhD.



Edición: Primera Edición 2026

ISBN: 978-9907-834-00-0

Editorial: ALEMA Casa Editora-Editorial Internacional S.A.S.D

Ciudad, País: Jipijapa – Ecuador.

URL: <https://editorialalema.org/libros/index.php/alema>

Diseño y diagramación:

Mgtr. Wilter Leonel Solórzano Álava

Corrección de contenidos:

Dr. C. Omar Mar Cornelio

Diseño, montaje y producción editorial:

ALEMA Casa Editora-Editorial Internacional S.A.S.D, Ecuador

Hecho en Ecuador, Made in Ecuador

Este texto ha sido sometido a un proceso de evaluación por pares externos.

Advertencia: “Quedan todos los derechos reservados. Se prohíbe la reproducción, el registro o la transmisión parcial o total de esta obra por cualquier sistema de recuperación de información existente o por existir, sin el permiso previo por escrito del titular de los derechos correspondientes”.

ISBN: 978-9907-834-00-0



APLICACIONES DEL CÁLCULO EN LA AGRONOMÍA Y LA INGENIERÍA FORESTAL: UN ENFOQUE PRÁCTICO

AUTORES:

Ignacio Estévez Valdés

Licenciado en Educación Especialidad Matemática Instituto Superior Pedagógico Pinar del Río Cuba. Especialista Universitario en Matemática Aplicada Universidad Politécnica de Valencia. Master en Matemática Avanzada para la Ingeniería Instituto Politécnico José Antonio Echeverría Habana Cuba. Doctor en Ciencias Forestales Universidad de Pinar del Río Cuba.

Docente de la Universidad Estatal del Sur de Manabí

E-mail: ignacio.estevez@unesum.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8143-8466>



Alberto Rodríguez Rodríguez

Doctor en Ciencias Pedagógicas. Máster en Ciencias de la Educación Mención Educación de Adultos. Licenciado en Educación en Matemática.

Docente de la Universidad Estatal del Sur de Manabí

E-mail: alberto.rodriguez@unesum.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1238-0106>



Pedro Roberto Valdés Tamayo

Doctor en Ciencias Pedagógicas. Licenciado en Matemática graduado en 1994 por la Universidad de Oriente.

Docente de la Universidad Estatal del Sur de Manabí

E-mail: pedro.valdes@unesum.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7264-0440>



Daniel Alberto Álvarez Lazo

Ingeniero Forestal en el año 1983.

Doctor en Ciencias Técnicas en 1991 en la Universidad de Pinar del Río, Cuba. Posdoctorado en la Universidad Técnica de Lisboa, Portugal en 2007. Especialista en procesamiento mecánica de la madera con experiencia investigativa en diferentes países

Docente de la Universidad Federal do Espírito Santo (Brasil)

E-mail: cubamayca@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7627-0152>



Dedicatoria

A quienes, con dedicación y compromiso, han consagrado su tiempo y esfuerzo a la enseñanza de las ciencias agroforestales.

Agradecimientos:

Expresamos nuestro agradecimiento a las personas, centros de estudio y universidades que hicieron posible nuestra incursión en el campo agroforestal y que nos permitieron, en nuestra labor como profesores e investigadores, integrar las ciencias agroforestales con las matemáticas, noble ciencia formal y exacta dedicada al estudio de estructuras abstractas mediante la lógica y el razonamiento deductivo.

Los autores

Resumen

El presente libro aborda las principales herramientas del cálculo diferencial e integral y su aplicación en la agronomía y la ingeniería forestal. La obra integra los fundamentos teóricos del cálculo de una variable real, límites, continuidad, derivadas e integrales, con situaciones problemáticas contextualizadas en el campo agroforestal, tales como la modelación del crecimiento vegetal, la optimización de recursos naturales, el análisis de la erosión de suelos, el manejo hídrico y el aprovechamiento sostenible de ecosistemas. Organizada en seis capítulos, la obra progresa desde los conceptos de límite y continuidad, atraviesa el cálculo diferencial con sus aplicaciones de optimización y análisis de curvas, y culmina con el cálculo integral, incluyendo integrales impropias y coordenadas polares, ofreciendo en cada caso ejercicios propuestos con contexto extramatemático y soluciones detalladas de los ejercicios de número impar. Está dirigida a estudiantes de carreras de ciencias agroforestales, docentes y profesionales que deseen fortalecer sus competencias matemáticas mediante un enfoque práctico y contextualizado. La presente investigación se deriva del proyecto de investigación: Perfeccionamiento de las prácticas pedagógicas en las instituciones educativas del Sur de Manabí.

Palabras Clave: cálculo diferencial, cálculo integral, ingeniería forestal, agronomía, límites y continuidad, optimización, modelación matemática, ciencias agroforestales, integrales impropias, coordenadas polares

Abstract

This book addresses the main tools of differential and integral calculus and their application in agronomy and forest engineering. The work integrates the theoretical foundations of single-variable calculus, limits, continuity, derivatives, and integrals, with problem situations contextualized in the agroforestry field, such as the modelling of plant growth, natural resource optimization, soil erosion analysis, water management, and the sustainable use of ecosystems. Organized into six chapters, the book progresses from the concepts of limits and continuity, through differential calculus with its optimization and curve analysis applications, to integral calculus, including improper integrals and polar coordinates, offering in each case proposed exercises with extramathematical context and detailed solutions for odd-numbered exercises. It is aimed at students in agroforestry science programs, teachers, and professionals who wish to strengthen their mathematical competencies through a practical and contextualized approach. This research stems from the research project: Improvement of pedagogical practices in educational institutions in Southern Manabí.

Keywords: differential calculus, integral calculus, forest engineering, agronomy, limits and continuity, optimization, mathematical modelling, agroforestry sciences, improper integrals, polar coordinates

Índice de Contenidos

Resumen	I
Abstract	I
Prólogo	1
Introducción	1
Capítulo I.- Límite de una función de una variable real	2
Entornos	2
Límites	2
Concepto de Límite	3
Límites Infinitos y en el Infinito	5
Límite fundamental trigonométrico y su generalización	11
Ejercicios Propuestos	13
Capítulo II.- Continuidad de una función en un punto definición	18
Discontinuidades	19
Continuidad en un intervalo	21
Signo de una función	23
Ejercicios Propuestos:	25
Capítulo III.- Cálculo Diferencial	29
Derivada de una función en un punto	29
Reglas aritméticas de derivación	31
La derivada como razón de cambio	33
Dos teoremas fuertes	35
Aplicación de las derivadas	37
Extremos absolutos	42
Curvatura de una función de una variable real	44
Punto de inflexión	45
Polinomio de Taylor	46
Teorema del resto de Lagrange	48
Ejercicios Propuestos:	48
Capítulo IV.- Cálculo Integral	56
Primitiva de una función de una variable real	56
Integral Indefinida	57
Integral Inmediata	58
Integración por Sustitución	58

Integral por Partes	59
Ejercicios Propuestos:	60
Integral Definida.....	61
Teorema fundamental del cálculo	62
Teorema de Newton–Leibniz.....	63
Aplicaciones de la integral definida.....	63
Ejercicios propuestos	70
Cálculo de volúmenes y superficies de revolución	72
Ejercicios Propuestos	74
Integrales Impropias	76
Integrales impropias.....	77
Interpretación geométrica de la integral impropia	78
Ejercicios Propuestos	79
Capítulo V.- Coordenadas polares y gráficas en polares	80
Transformación o cambio de coordenadas	82
Pendiente y rectas tangentes.	84
Área y longitud de arco en coordenadas polares	85
Longitud de arco en forma polar.....	86
Ejercicios Propuestos	87
Capítulo VI.- Soluciones de los ejercicios propuestos	93
Límite.....	93
<i>Continuidad</i>	94
Cálculo Diferencial.....	97
Cálculo Integral	106
Cálculo de áreas en coordenadas cartesianas	106
Cálculo de volumen y área de un sólido de revolución.....	107
Integrales impropias	108
Cálculo en coordenadas polares	109
Bibliografía.....	110

Prólogo

El cálculo constituye una de las herramientas matemáticas más importantes para la comprensión, análisis y modelación de fenómenos presentes en las ciencias aplicadas. En particular, en disciplinas como la agronomía y la ingeniería forestal, donde intervienen procesos dinámicos relacionados con el crecimiento vegetal, la producción, la conservación de recursos naturales, la erosión de los suelos, el manejo hídrico y el aprovechamiento sostenible de ecosistemas, el dominio de los fundamentos del cálculo resulta indispensable para la formación académica y profesional.

El propósito de este libro, *APLICACIONES DEL CÁLCULO EN LA AGRONOMÍA Y LA INGENIERÍA FORESTAL: UN ENFOQUE PRÁCTICO*, es presentar los principales contenidos del cálculo diferencial e integral desde una perspectiva accesible, rigurosa y orientada hacia las aplicaciones propias de las ciencias agroforestales. La obra ha sido concebida especialmente para estudiantes de carreras afines, docentes y profesionales que deseen fortalecer sus bases matemáticas mediante situaciones contextualizadas en su campo de estudio.

El texto aborda, en primer lugar, el cálculo de límites de funciones de una variable real y el concepto de continuidad, temas fundamentales para comprender el comportamiento de los modelos matemáticos y garantizar la validez de muchos procedimientos analíticos subsiguiente. Posteriormente, se desarrolla el cálculo diferencial, incluyendo la regla de L'Hospital, los teoremas fundamentales del cálculo diferencial, la serie de Taylor, el estudio de extremos relativos y absolutos, los puntos de inflexión, los intervalos de curvatura y diversos problemas de optimización, aspectos esenciales en la modelación y toma de decisiones en sistemas productivos y ambientales.

En la parte correspondiente al cálculo integral se estudian tanto la integral indefinida como la integral definida, incorporando aplicaciones clásicas como el cálculo de áreas de trapecios curvilíneos, volúmenes de sólidos de revolución y longitud de arcos de curvas en coordenadas cartesianas. Asimismo, se introduce el sistema de coordenadas polares y algunas de sus funciones más representativas, extendiendo a este contexto las aplicaciones anteriores. Finalmente, se presentan las integrales impropias de primera y segunda especie, mostrando su utilidad en el tratamiento de fenómenos donde intervienen dominios infinitos o discontinuidades.

Una de las características distintivas de esta obra es su orientación práctica. Los ejemplos desarrollados a lo largo de los capítulos poseen un carácter intramatemático, con el objetivo de facilitar la comprensión de los procedimientos y fundamentos teóricos. Sin embargo, los ejercicios propuestos han sido diseñados íntegramente desde una perspectiva extramatemática, contextualizados en situaciones relacionadas con

la agronomía y la ingeniería forestal. De esta manera, el estudiante podrá apreciar la utilidad del cálculo como herramienta para interpretar y resolver problemas propios de su futura actividad profesional.

Con fines didácticos, el texto incluye las soluciones completas de todos los ejercicios de número impar, permitiendo al lector verificar procedimientos, comparar resultados y fortalecer el aprendizaje autónomo. Únicamente se exceptúa un problema de optimización cuya complejidad amerita la presentación directa de su solución.

Se espera que este libro contribuya no solo al aprendizaje de técnicas matemáticas, sino también al desarrollo de una visión aplicada del cálculo, donde la teoría y la práctica se integren de manera natural al servicio de las ciencias agroforestales. Si esta obra logra despertar en el lector un mayor interés por las matemáticas aplicadas y facilitar la comprensión de fenómenos reales mediante el razonamiento matemático, entonces habrá cumplido plenamente su propósito.

Ing. Marcos Pedro Ramos Rodríguez, Dr. C.