

# INVESTIGACIÓN Y PRAIXIS

EN LA ENSEÑANZA DE LAS MATEMÁTICAS

Editores

Juan Pablo Salazar Torres - Yudith Liliana Contreras Santander  
Jhon-Franklin Espinosa-Castro

 UNIVERSIDAD  
SIMÓN BOLÍVAR

BARRIANQUILLA Y CUCUTA - COLOMBIA | VIGILADA M/EDUCACIÓN



Res. 23095 del MEN

INVESTIGACIÓN  
Y PRAXIS  
**EN LA ENSEÑANZA DE LAS MATEMÁTICAS**

**INVESTIGACIÓN Y PRAXIS  
EN LA ENSEÑANZA DE LAS MATEMÁTICAS**

© Juan Pablo Salazar Torres • Yudith Liliana Contreras Santander • Miguel Ángel Vera • Elkin Gelvez Almeida • Olga Lucy Rincón Leal • Mawency Vergel Ortega • Andrea Johana Aguilar Barreto • Pastor Ramírez Leal • Raúl Prada Núñez • César Augusto Hernández Suárez • Gerson Adriano Rincón Álvarez • Jessica Paola Ortiz Leal • María Carolina Buitrago Contreras • José Joaquín Martínez • Lina María Urzola Muñoz • Maricela Paredes Pabón • Marisol Quintana González • Ángela Mora Zuluaga • Nazly Janine Alvernia Leal • Nidmar Torrealba Amaya • William Javier Vásquez Ávila • Jhon-Franklin Espinosa-Castro

**Compiladores:** Juan Pablo Salazar Torres • Yudith Liliana Contreras Santander • Jhon-Franklin Espinosa-Castro

**Facultad de Ciencias Básicas (UFPS - Cúcuta)**

**Facultad de Ciencias Básicas y Biomédicas (Unisimón)**

**Facultad de Educación, Artes y Humanidades (UFPS - Cúcuta)**

**Departamento de Ciencias Básicas, Sociales y Humanas (Unisimón-Cúcuta)**

**Grupo de Investigación, Educación, Ciencias Sociales y Humanas (Unisimón)**

**Grupo de Investigación en Ciencias Exactas, Físicas y Naturales Aplicadas (GICEFYNA- Unisimón)**

**Grupo de Investigación Euler y Arquímedes (UFPS)**

**Grupo de Investigación en Pedagogía y Prácticas Pedagógicas GIPEPP (UFPS)**

**Grupo de Investigación en Modelamiento Científico e Innovación Empresarial (GIMCINE - Unisimón)**

**Grupo de investigación Altos Estudios de Fronteras (ALEF - Unisimón)**

**Proceso de arbitraje doble ciego**

Recepción: Octubre de 2017

Evaluación de propuesta de obra: Enero de 2018

Evaluación de contenidos: Marzo de 2018

Correcciones de autor: Mayo de 2018

Aprobación: Junio de 2018

# INVESTIGACIÓN Y PRAIXIS

## EN LA ENSEÑANZA DE LAS MATEMÁTICAS

### Editores

Juan Pablo Salazar Torres - Yudith Liliana Contreras Santander  
Jhon-Franklin Espinosa-Castro

Juan Pablo Salazar Torres - Yudith Liliana Contreras Santander - Miguel Ángel Vera  
Elkin Gelves Almeida - Olga Lucy Rincón Leal - Mawency Vergel Ortega  
Andrea Johana Aguilar Barreto - Pastor Ramírez Leal - Raul Prada Núñez  
César Augusto Hernández Suárez - Gerson Adriano Rincón Álvarez - Jessica Paola Ortiz Leal  
María Carolina Buitrago Contreras - José Joaquín Martínez - Lina María Urzola Muñoz  
Maricela Paredes Pabón - Marisol Quintana González - Ángela Mora Zuluaga  
Nazly Janine Alvernia Leal - Nidmar Torrealba Amaya - William Javier Vásquez Ávila  
Jhon-Franklin Espinosa-Castro

Investigación y praxis en la enseñanza de las matemáticas / editores Juan Pablo Salazar Torres, Yudith Liliana Contreras Santander, Jhon-Franklin Espinosa-Castro; Miguel Ángel Vera [y otros 21] -- Barranquilla: Ediciones Universidad Simón Bolívar, 2018 --

282 páginas; tablas; 17 x 24 cm  
ISBN: 978-958-5430-87-7

1. Matemáticas – Enseñanza – Investigaciones 2. Matemáticas – Educación secundaria I. Salazar Torres, Juan Pablo, compilador-autor II. Contreras Santander, Yudith Liliana, compilador-autor III. Espinosa Castro, Jhon Franklin, compilador-autor IV. Ángel Vera, Miguel V. Gélvez Almeida, Elkin VI. Rincón Leal, Olga Lucy VII. Vergel Ortega, Mawency VIII. Aguilar Barreto, Andrea Johana IX. Ramírez Leal, Pastor X. Prada Núñez, Raúl XI. Hernández Suárez, César Augusto XII. Rincón Álvarez, Gerson Adriano XIII. Ortiz Leal, Jessica Paola XIV. Buitrago Contreras, María Carolina XV. Martínez, José Joaquín XVI. Urzola Muñoz, Lina María XVII. Paredes Pabón, Maricela XVIII. Quintana González, Marisol XIX. Mora Zuluaga, Ángela XX. Alvernia Leal, Nazly Janine XXI. Torrealba Amaya, Nidmar XXII. Vásquez Ávila, William Javier XXIII.  
Título

510.7 1624 2018 Sistema de Clasificación Decimal Dewey 22ª edición

Universidad Simón Bolívar – Sistema de Bibliotecas

Impreso en Barranquilla, Colombia. Depósito legal según el Decreto 460 de 1995. El Fondo Editorial Ediciones Universidad Simón Bolívar se adhiere a la filosofía del acceso abierto y permite libremente la consulta, descarga, reproducción o enlace para uso de sus contenidos, bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObrasDerivada 4.0 Internacional. <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>



© Ediciones Universidad Simón Bolívar

Carrera 54 No. 59-102

<http://publicaciones.unisimonbolivar.edu.co/edicionesUSB/>

[dptopublicaciones@unisimonbolivar.edu.co](mailto:dptopublicaciones@unisimonbolivar.edu.co)

Barranquilla y Cúcuta - Colombia

#### Producción Editorial

Editorial Mejoras

Calle 58 No. 70-30

[info@editorialmejoras.co](mailto:info@editorialmejoras.co)

[www.editorialmejoras.co](http://www.editorialmejoras.co)

Barranquilla

Agosto 2018

Barranquilla

*Made in Colombia*

---

#### Cómo citar este libro:

Salazar Torres, J. P., Contreras Santander, Y. L., Ángel Vera, M., Gelvez Almeida, E., Rincón Leal, O. L., Vergel Ortega, M., . . . Prada Núñez, R. (2018). *Investigación y praxis en la enseñanza de las matemáticas*. Barranquilla: Ediciones Universidad Simón Bolívar.

# Dinámica de crecimiento en plantas y blogs en cálculo integral

---

Mawency Vergel Ortega<sup>1</sup>, Olga Lucy Rincón Leal<sup>2</sup>, José Joaquín Martínez<sup>3</sup>

137

---

\* Capítulo derivado del proyecto de investigación “Diseño de una encuesta a través del modelo Servqual para evaluar los factores que influyen, el uso del blog como recurso didáctico en la asignatura del cálculo de Ingenierías en la UFPS”, financiado por el Fondo de Investigación y Extensión de la Universidad FINU según contrato #022-2015 de la Universidad Francisco de Paula Santander.

- 1 Doctora en Educación. Magíster en Educación. Especialista en Informática Educativa. Especialista en Estadística Aplicada. Licenciada en Matemáticas y Física. Docente investigadora del Departamento de Matemáticas y Estadística de la Universidad Francisco de Paula Santander.  
mawencyvergel@ufps.edu.co
- 2 Magíster en Matemáticas. Especialista en Computación para la Docencia. Licenciada en Matemáticas y Física. Docente investigadora del Departamento de Matemáticas y Estadística de la Universidad Francisco de Paula Santander.  
olgarincon@ufps.edu.co
- 3 Doctor en Educación. Magíster en Educación con mención en Gerencia Educacional. Especialista en Biomatemáticas. Especialista en Computación para la Docencia. Licenciado en Biología y Química. Docente investigador del Departamento de Matemáticas y Estadística de la Universidad Francisco de Paula Santander.  
checo.jf@gmail.com

## RESUMEN

En el presente capítulo se dan a conocer resultados de una investigación cuyo objetivo fue analizar experiencias significativas que permitieron observar mejoras en el rendimiento académico, permanencia del estudiante, el uso y satisfacción de los estudiantes al utilizar blogs educativos. La metodología siguió un enfoque cuantitativo, diseño experimental de tipo campo, aplicado a una muestra de 180 estudiantes de programas de ingeniería. Resultados: Un 95 % de los estudiantes permaneció en el curso, 99 % obtuvo nota por encima del promedio general institucional en cálculo integral. Conclusión: Aplicación en crecimiento de plantas permitió desarrollar competencias en plantear y resolver problemas, desarrollo del pensamiento matemático, analizar variables y cambios en un tiempo, modelar situaciones; argumentar, representar entidades, y comunicar sobre matemáticas. El uso de blogs permitió la generación de nuevos métodos de estudio, y diferentes formas de evaluación y coevaluación del aprendizaje, positivas tanto para estudiantes como profesores.

138

**Palabras clave:** modelado matemático, integrales, crecimiento de plantas, pensamiento matemático, enfoque dialógico crítico.

## DYNAMICS OF GROWTH IN PLANTS AND BLOGS IN INTEGRAL CALCULUS

### ABSTRACT

In this chapter are disclosed results of research aimed at analyzing significant experiences that allowed to observe improvement in academic performance, student retention, use and satisfaction of students to use educational blogs. The methodology followed a quantitative approach, experimental field design type, applied to a sample of 180 students of engineering programs. Results: 95 % of students remained in the course, 99 % scored above the overall grade average institutional in integral calculus. Conclusion: Application in plant growth allowed to develop skills and solve problems, development of mathematical thinking, analyze variables and changes in time, model situations; argue, represent entities, and communicate about math. The use of blogs allowed the generation of new methods of study, and different forms of assessment and peer learning, positive for both students and teachers.

**Keywords:** mathematical modeling, whole, plant growth, mathematical thinking, critical dialogic approach.

## INTRODUCCIÓN

La aplicación del cálculo permite orientar conocimientos en temáticas y contenido propuesto en el microcurrículo de cálculo integral, además, facilita el análisis de resultados en el desarrollo de proyectos transversales a través del trabajo de campo integrando a los estudiantes a la investigación, quienes aprenden a predecir procesos incrementales y de decrecimiento, mediante la utilización de ecuaciones, límites, cambios de una variable respecto a otra, identifican el comportamiento de una ecuación de crecimiento y decrecimiento con base en experimentaciones en situaciones reales en nuestro entorno (Martínez, Vergel y Zafra, 2015). Esta dinámica, y la metodología propuesta a través de interacción y difusión de resultados a través de blogs, potenció el trabajo en equipo, así como la interrelación entre diferentes áreas en busca de interpretar resultados y generar modelos matemáticos (Vergel, Rincón y Jaimes, 2016).

139

## FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Vázquez (2012) señaló que un ingeniero es quien, con los recursos disponibles y sus conocimientos, brinda creaciones útiles a la sociedad; añade que existe un notable desfase entre sus conocimientos y lo que el país necesita. En ese sentido, Vergel-Ortega, Lozano y Tristancho (2016) coinciden en indicar que se debe proporcionar a los estudiantes una visión general y bien integrada de la ingeniería (funciones, métodos y contexto), que les permita tomar conciencia de los conocimientos y las capacidades adicionales que después deberán aprender en el ejercicio profesional.

El crecimiento poblacional o dinámica de poblaciones fue uno de los primeros intentos de modelar matemáticamente el crecimiento demográfico humano, así fue como el economista Malthus (1798), analizó la hipótesis donde la tasa de crecimiento de la población con índices constantes de nacimiento y mortalidad, crece en forma proporcional (dos cantidades,  $u$  y  $v$  son proporcionales, entonces  $u \propto v$ , es decir, una cantidad es múltiplo de otra, luego  $u = kv$ ). Para el caso de la población total  $P(t)$  del país en cualquier momento  $t$ , la variación de la población respecto al tiempo se da por la ecuación:

$$\frac{dp}{dt} = kp \quad \text{donde } k \text{ es constante de proporcionalidad}$$

140

Al buscar la ecuación que da origen a la ecuación diferencial al derivarla respecto al tiempo, se aplica la operación opuesta a la derivación, es decir, la integración por lo cual se separan variables (Zill, 2015), obteniendo la expresión:

$$\begin{aligned} \int \frac{dp}{p} &= \int k dt, & \ln|P| &= kt + C \\ e^{\ln P} &= e^{kt+C} = e^{kt} e^C \\ P(t) &= e^{kt+C} = e^{kt} e^C \end{aligned}$$

Sea  $P_0$ , la cantidad de población inicial, es decir en un tiempo  $t = 0$ ,

$$\begin{aligned} P(0) &= e^{k \cdot 0} e^C = e^C = P_0 \\ P(t) &= P_0 e^{kt} \end{aligned}$$

$P(t)$  es solución general de la ecuación diferencial, en la cual se observa una familia de curvas según el valor inicial  $P(0)$ ;  $k$  indica la velocidad de variación de  $P$  con relación a  $t$ ; si la constante de

proporcionalidad  $k$ , y,  $P(t)$  son positivas, entonces  $P(t)$  es positiva y  $P'(t)$  es creciente. En este caso se dice que el problema es de crecimiento. Pero si  $k$  es negativa, y  $P(t)$  es negativa, entonces  $P'(t)$  será negativa, lo cual implica que  $P(t)$  es decreciente, y el problema es de decrecimiento.

Por su parte, el análisis de crecimiento en plantas es una técnica ampliamente empleada en la actualidad y es de gran utilidad para analizar el rendimiento en términos de crecimiento. El crecimiento de una planta o de alguno de sus órganos puede ser estudiado por la medición de variables tales como la longitud, el volumen, el peso fresco o seco, entre otros, a intervalos sucesivos de tiempo durante el periodo de desarrollo. Al graficar los resultados de estas mediciones en función del tiempo se puede obtener una curva sigmoidea, siendo siempre posible encontrar una función matemática no muy compleja que reproduzca el crecimiento con considerable exactitud (Hewitt *et al.* 2013). Algunas fases de crecimiento de organismos suelen estar en concordancia con la función exponencial.

141

Las curvas de crecimiento reflejan el comportamiento del crecimiento de una planta en relación con el tiempo y son gobernadas por factores externos o ambientales y factores internos de la planta que pueden tener una base genética. La acción e interacción de estos factores permite el desarrollo de la planta, presentándose una asociación entre los factores de crecimiento y rendimiento. Los autores coinciden en señalar que el crecimiento constituye un aumento irreversible del tamaño del vegetal, asociado a un incremento del peso seco, sin dejar de lado la diferenciación, o aumento de complejidad del vegetal, reservan el término crecimiento para los aspectos cuantitativos del desarrollo y la diferenciación para los aspectos cualitativos del mismo.

En la realidad, es muy difícil aislar en una planta superior dichos procesos debido a su estrecha interacción. Cuando las unidades estructurales básicas se incrementan por división celular, también aumentan su tamaño, su peso fresco, su peso seco o el volumen.

## **METODOLOGÍA**

142

La investigación sigue un enfoque cuantitativo de tipo descriptivo, con un diseño cuasi experimental, usando la recolección de datos para probar hipótesis, con base en la medición numérica, y el análisis estadístico, de manera que se pueden establecer patrones de comportamiento (Martínez, Vergel & Zafra, 2016). La investigación se llevó a cabo durante el segundo semestre del 2015 y el primero del 2016, en una población conformada por 180 estudiantes de cálculo integral. La muestra distribuida en dos grupos, el grupo A, conformado por estudiantes de ingeniería de sistemas, civil e ingeniería mecánica (clases que desarrollan experimentación); el grupo B control conformado por estudiantes de ingeniería industrial, ambiental e ingeniería de minas. En el grupo A se desarrollaron tres momentos, uno inicial que consistió en desarrollar un experimento sencillo controlando variables y teniendo en cuenta altura y tiempo, modelan ecuación y comparan con datos de textos; en un segundo momento desarrollan experimento de crecimiento de otra especie teniendo en cuenta variable temperatura, altura, tiempo, peso, elaboran y comparan modelos matemáticos a través de análisis y pruebas de hipótesis. Se aplica test de desarrollo del pensamiento matemático propuesto por Vergel, Duarte y Martínez (2015). Cada estudiante vincula videos explicando resultados de sus experiencias y exposiciones de temas de currículo de cálculo integral en página elaborada ([www.integrandoenlaufps.com](http://www.integrandoenlaufps.com)). Se utilizó rúbrica (Rincón y Vergel, 2015) para analizar satisfacción en el uso del blog por parte de grupo experimental.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 1  
**Prueba de Normalidad pre-test desarrollo del pensamiento matemático**

Grupo	Media	Desviación estándar	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk	
			Statistic	gl	p	Statistic	P
Grupo A Prueba	2,1	0,67	0,193	179	0,061	0,912	0,26
Grupo B Control	2	0,38	0,182	179	0,14	0,865	0,29

Fuente: Elaboración propia

### Prueba de normalidad grupo control y grupo prueba

En la Tabla 1 se aprecia que ninguno de los grupos aprobó en la nota promedio del diagnóstico (0,0-5,0), obteniendo el mejor promedio el grupo B. Realizada prueba Chi-cuadrado,  $p > 0,05$  indicando que la variable prueba y grupo son independientes, es decir, los resultados no dependieron de la forma como se seleccionaron los grupos. En la prueba de Smirnov-Kolmogorov cada valor  $p > 0,05$ , luego se acepta que los grupos están normalmente distribuidos. En prueba de homogeneidad de varianzas con estadístico Levene  $p > 0,05$  asumiendo que las varianzas son iguales para los grupos. Una vez comprobadas estas suposiciones se realiza prueba "t" para comparación de medias con  $p > 0,05$ , luego no existe evidencia para pensar que los grupos difieren entre sí.

143

### Experiencia de inicio. Momento 1. Crecimiento en *Duranta*

El estudio del crecimiento de una planta de *Duranta adonis*, acorde a lo manifiesto por Kang *et al.* (2014) de la familia *verbena-ceae*, género *plantae*, sembrada en la ciudad de Cúcuta. *Duranta*

es un arbusto que alcanza un tamaño de 2 a 4 m de alto, con espinas o frecuentemente inermes. Sus hojas opuestas, simples, obovado-espátuladas a elípticas, de 3,2 cm a 7 cm de largo y 1,5 cm a 3 cm de ancho, ápice agudo (a redondeado), base atenuada, margen entero o con pocos dientes irregulares en la mitad superior, glabrescentes. La inflorescencia en racimos de 5 cm a 22 cm de largo, terminales y axilares, a veces presentándose como panículas, frecuentemente recurvada o péndula, bractéolas de 3 mm a 4 mm de largo; corola zigomorfa, más o menos hipocrateriforme, azul, lila o blanca, con tubo angosto de 7–10 mm de largo, 5-lobada, lobos desiguales de 3 mm a 5 mm de largo; fruto drupáceo, pirenos 4, cada uno con 2 semillas a la cual se le realizó una recolección de datos (Figura 1) tomando como variables de estudio la altura según el tiempo transcurrido.

144



Figura 1

***Siembra y recolección de datos Durante***

Fuente: Elaboración propia

Usando la herramienta de Excel, generan la gráfica de tiempo vs longitud de una rama (Tabla 2).

Tabla 2  
**Datos crecimiento de planta durante treinta días**

Día	Altura de la rama	Día	Altura de la rama	Día	Altura de la rama
1	30,5	11	40,1	21	70
2	30,6	12	45,8	22	73
3	30,65	13	50,8	23	75
4	30,8	14	53,04	24	76
5	30,9	15	55	25	78,8
6	31,8	16	57,4	26	79
7	31,9	17	60	27	79,1
8	32,9	18	61,9	28	79,1
9	37,5	19	64,7	29	79,1
10	39,2	20	67,4	30	79,1

Fuente: Elaboración propia

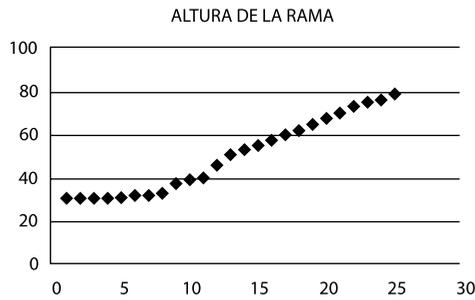


Figura 2  
**Crecimiento de planta durante treinta días**

Fuente: Elaboración propia

Luego analizan relación e índice de correlación entre variables; obtuvieron la función que describió el crecimiento de la planta:

$$y = 30,30e^{0,004x}$$

$$R^2 = 0,951$$

La ecuación que describió la variación de crecimiento de la rama de la planta Duranta,  $h$ , según el cambio en el tiempo  $t$ , estuvo dada por:

$$\frac{dh}{dt} = 0.1212e^{0.004t}$$

Comparando y determinando datos para tiempo  $t$  inicial y tiempo  $t$  correspondiente a un día:

Inicial general:  $h(0) = 30.3$  cm, para tiempo (1 día):  $h(1) = 30.5$  cm  $\frac{5033}{5000}h(0)$

Para este experimento, el aumento en el tiempo de medida fue del 0,66 %.

Comparando datos utilizando fórmula de crecimiento de textos:

146 Se tiene  $h(t) = ce^{kt}$ , donde  $h(0) = c$ , entonces  $h(t) = h(0)e^{kt}$

Donde  $h(1) = \frac{5033}{5000}h(0)$  entonces  $\frac{5033}{5000}h(0) = h(0)e^k$

$e^k = \frac{5033}{5000}$  Esto es  $k = \ln \frac{5033}{5000}$ ,

$k = 0.0065$

Luego  $h(t) = h(0)e^{0.0065t}$

Tabla 3  
**Análisis realizado por estudiantes, comparación datos experimental y según ecuación en textos**

	Tiempo 1	Tiempo 3	Tiempo 6
ED. Original	30.42(30.5)	30.66(30.65)	31.03(30.31)
ED. De los textos	30.49(30.5)	30.89(30.65)	31.50(30.31)

Fuente: Elaboración propia

La ecuación generada por estudiantes manifiesta, E1 "es más exacta

que la ecuación diferencial de los textos”, debido a que en la de los textos no se toman en cuenta muchos factores de crecimiento importantes, los cuales hacen variar los valores obtenidos y generan resultados con menos exactitud.

## **Momento 2. Comparación con otras plantas, vinculación de variables**

Para realizar el análisis de productividad de una planta en función de su crecimiento, se requieren dos principios: la medida de material vegetal existente ( $P$ ) y la medida del sistema asimilativo de ese material ( $A$ ), en intervalos sucesivos de tiempo. En la práctica, las variables más comúnmente empleadas para  $P$  constituyen el peso seco total de la planta, y para  $A$ , el área foliar total de la planta.

El área foliar es una variable que permite determinar directamente la productividad de cualquier cultivo, dado que es en las hojas donde se realiza fundamentalmente la fotosíntesis, existiendo diversos métodos para su estimación mediante el empleo de las dimensiones de la hoja, su peso fresco o seco. Torres, Mendoza *et al* (2014) afirman que la producción total de materia seca depende principalmente de la magnitud, duración y eficiencia del área fotosintéticamente activa o limbo de las hojas. También se ha demostrado que la producción de materia seca en plantas es una función lineal de la intercepción de luz, por lo tanto, el incremento del área foliar incrementa la intercepción de luz que a su vez resulta en un aumento de la producción de materia seca. Así mismo, el máximo de materia seca se obtiene cuando el óptimo de área foliar se forma en el menor tiempo posible.

El método funcional emplea el modelo de regresión para el ajuste

de los datos primarios, constituye una herramienta que facilita en gran medida la comprensión del proceso de crecimiento de la planta, sin embargo es necesario que en el ajuste de datos primarios por medio del modelo de regresión (Vergel, Martínez y Zafra, 2015), se tenga en cuenta la función adecuada para describir el proceso, comparando los resultados del análisis estadístico con varias funciones.

### **Análisis de crecimiento en salvia (*salvia officinalis* l)**

148 El experimento se desarrolló en un medio con temperatura promedio de 31 °C, con rango de 2,05 °C, pluviosidad de 2507,7 mm al año, humedad relativa promedio de 77,86 % y 1346,6 horas de brillo solar total anual, en Cúcuta, con temperatura promedio de 38 °C, con rango de 13,15 °C, pluviosidad de 2853,7 mm al año, humedad relativa promedio de 71,45 % y 1106,9 horas de brillo solar total anual. El trabajo se efectuó con el objeto de establecer el tiempo óptimo de corte de la especie aromática en mención, en las dos localidades, estimar su área foliar a lo largo del desarrollo vegetativo, analizar las curvas de crecimiento e identificar la función matemática que mejor se ajuste a cada localidad. Además, comparar la productividad de la salvia en las dos localidades, determinar cuáles son las mejores variables de producción y establecer una relación entre crecimiento y rendimiento para esta especie.

Se empleó un diseño experimental de bloques completos al azar con cuatro replicaciones y distancia entre plantas y surcos de 40 cm, cuyo modelo matemático es el siguiente:

Donde:  $Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \varepsilon_{ijk}$

$\alpha_i$  = Representa el efecto de los tiempos de corte

$\beta_j$  = Representa el efecto de las replicaciones

$\varepsilon_{ijk}$  = Es el error experimental

Se evaluaron factores de productividad como peso fresco y peso seco, factores de crecimiento como área foliar, altura de las plantas, número de ramas, número de hojas por planta, desarrollo del follaje y estado general de las plantas; factores ambientales durante el tiempo de cultivo como temperatura máxima, mínima y promedio, diferencia de temperatura, pluviosidad, número de días de lluvia, humedad relativa y brillo solar.

Las plantas de salvia se trasplantaron a las dos semanas después de germinación cuando tenían entre 4 y 6 hojas cada planta. A partir del momento de trasplante se realizaron 10 observaciones espaciadas entre sí 14 días.

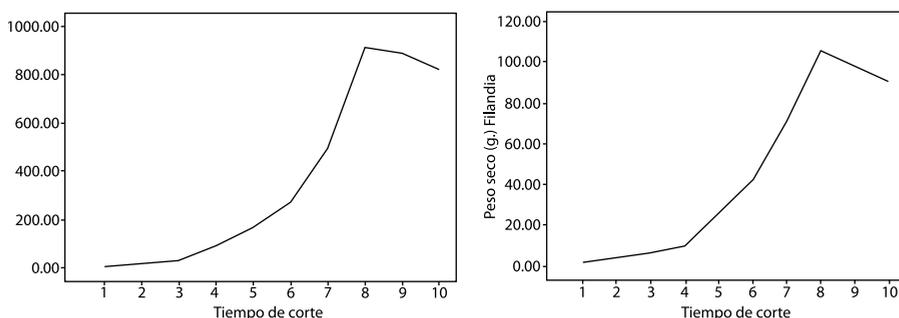
149

Variables independientes como tiempo (tomado cada 14 días después de trasplante por 10 veces), área foliar (largo máximo por ancho máximo de las hojas) y dependientes como peso fresco (material vegetal recién cortado), peso seco (material vegetal deshidratado), área foliar real (obtenida con planímetro). Variables de los componentes agronómicos, altura de las plantas, número de hojas por planta, número de ramas por planta, parasitosis, desarrollo del follaje, estado general de las plantas.

Variables de los componentes ambientales como temperatura máxima, temperatura mínima, temperatura promedio, rango de temperatura, humedad relativa, pluviosidad, número de días de lluvia, brillo solar.

## Curvas de crecimiento

Se observa un crecimiento exponencial ( $w=AB$ ) las dos localidades hasta el tiempo de corte número ocho, a partir del cual disminuye la cantidad de material vegetal. Como uno de los propósitos del estudio es determinar el tiempo de corte donde se encuentre la mayor productividad, se eliminan del estudio los tiempos de corte nueve y ocho.



150

Figura 3  
**Tiempo de corte en temperatura 31°C y 38°C**  
 Fuente: Elaboración propia

El análisis de regresión y el análisis de varianza, considerando repeticiones, permitió establecer que una gran variabilidad dentro del análisis de regresión del orden del 12 % era debido a las repeticiones y por ello se consideran las observaciones como factor determinante para el análisis general, mejorando así el coeficiente de determinación, siendo explicada la relación entre cantidad de material vegetal y tiempos de corte del orden del 84,6 %. La transformación logarítmica del peso fresco en ambas localidades hasta el tiempo de corte número 8 permitió la realización de la regresión curvilínea con la correspondiente linealización de los datos.

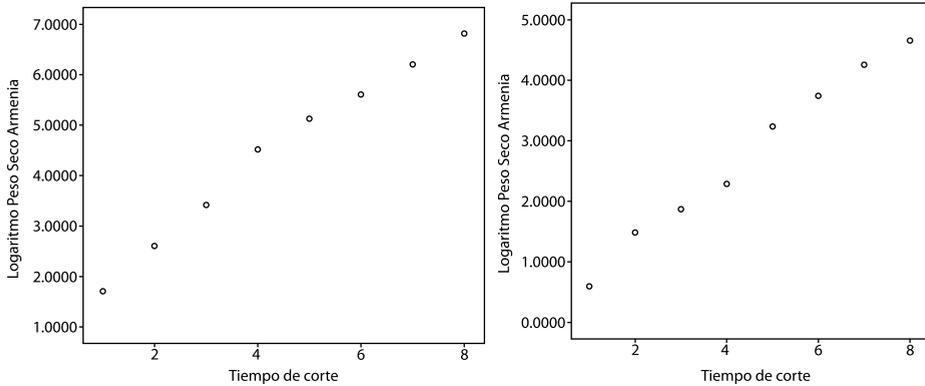
El análisis de regresión permitió establecer una relación lineal entre las variables logaritmo natural del peso de material vegetal

y tiempo de corte con coeficientes de determinación ( $r^2$ ) superiores al 95 %. Las ecuaciones de regresión para la productividad (peso seco) en las dos localidades se encuentra consignada en la siguiente tabla.

Tabla 4  
**Ecuaciones de regresión.**

Ecuación de regresión	Coefficiente de determinación
$\text{Ln PST } 31^\circ\text{C} = 1.236 + 0.725t$	$R^2 = 0.985$
$\text{Ln PS } 38^\circ\text{C} = 0.949 + 0.58t$	$R^2 = 0.989$

Fuente: Elaboración propia



151

Figura 4  
**Logaritmo de peso seco temperaturas 31° C y 38° C**  
Fuente: Elaboración propia

Tabla 5  
**Modelo crecimiento de planta Salvia según logaritmo de peso seco temperatura 31° C**

Coefficientes

Modelo	Coefficients no estandarizados		Coefficients estandarizados	t	sig
	B	Error tip.	Beta		
1 (constante)	1,236	,188		6,593	,001
Observación	,725	,037	,992	19,534	,000

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6  
**Modelo crecimiento de planta *Salvia* según  
 logaritmo de peso seco temperatura 38° C**

Coefficientes

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	sig
	B	Error tip.	Beta		
1 (constante)	0,149	0,124		1,202	0,275
Observación	0,582	0,024	0,995	23,766	0,000

Fuente: Elaboración propia

152

El tiempo óptimo de corte para la especie *Salvia officinalis* L. en las dos localidades fue estimado en 112 días después de trasplante (octavo tiempo de corte). El análisis de crecimiento para la especie en estudio en las dos localidades se ajusta a una función matemática de carácter exponencial de la forma ( $w=AB$ ). Existe una relación lineal altamente significativa entre el logaritmo natural peso seco y los tiempos de corte.

### **Análisis de los resultados en rendimiento académico de estudiantes**

Existen indicios para asumir diferencias significativas en notas definitivas promedio entre el grupo de control B y el grupo de prueba A (Tabla 7). De igual manera, existen indicios para asumir diferencias significativas de resultados en test de pensamiento matemático entre el grupo control B y el grupo prueba A. De otra parte, análisis de promedio ponderado en cálculo muestra diferencias significativas en promedio general institucional (media=3,2) y promedio de estudiantes de grupo experimental (media=4,4),  $p < 0,05$ . Análisis de deserción estudiantil muestra que solo desertó un 1 % de los estudiantes en los cursos de grupo experimental.

Tabla 7  
**Prueba t para diferencia de medias muestras independientes nota final**

Prueba para igualdad de varianzas	Media	Desviación Estándar	F	P	t	p valor	Diferencia medias	Intervalo del 95 %	
								inferior	Superior
Grupo A de prueba	4,4	0,519	1,024	0,267	2,86	0,008	0,298	3,19	4,89
Grupo B control	2,5	1,068	0,122	0,629	1,96	0,048	1,624	1,00	3,61

Fuente: Elaboración propia

Con un nivel de significación de 0,004 el análisis correlacional bivariada muestra alta correlación entre variables prueba desarrollo del pensamiento matemático y habilidades de aprendizaje (0,9).

El desarrollo de competencias, siguiendo enfoque dialógico crítico sitúa a la enseñanza y el aprendizaje del cálculo, como potenciador de la práctica social, de la innovación, de la autoformación, por lo cual la didáctica de las matemáticas, instala hoy nuevas redefiniciones y desafíos.

Así mismo, determinando la importancia del impacto del uso del blog en la enseñanza-aprendizaje del cálculo integral (Rincón, Vergel y Ortega, 2015), se evidencia el grado de interés por parte de los estudiantes, la adopción de rutinas de estudio de forma independiente, el fomento del autoaprendizaje y su valor pedagógico, reflejándose todos estos factores en la mejor comprensión de conceptos, procedimientos y sus aplicaciones a contextos reales, mejora en la calidad didáctica de las clases recibidas y disponibilidad de recursos alternativos para la enseñanza, que finalmente se traducen en un mejor rendimiento académico de los estudiantes que solidifica la inter-vinculación curricular de la

asignatura, con otras afines en el currículo, con un aporte significativo al perfil personal y profesional del estudiante (Rincón, Vergel y Zafra, 2017).

## **CONCLUSIONES**

La aplicación y desarrollo de experimentos de crecimiento a través de plantas para la enseñanza del cálculo mostró incidencias favorables en el rendimiento académico y en el desarrollo del pensamiento matemático de los estudiantes del grupo experimental.

La aplicación en crecimiento de plantas permitió desarrollar competencias en plantear y resolver problemas, desarrollo del pensamiento matemático, analizar variables y cambios en un tiempo, modelar situaciones; argumentar, representar entidades, y comunicar sobre matemáticas.

154

El uso de blogs permitió la interacción y participación activa de los estudiantes en el curso, la generación de nuevos métodos de estudio, intercambio resultados con estudiantes de otros programas académicos vinculando estudiantes de instituciones externas.

Los estudiantes realizaron evaluación de contenido, experiencia y participación a través de blog virtual y la coevaluación del aprendizaje a través de ensayos, constituyéndose en una experiencia positiva para estudiantes y profesores.

Los estudiantes lograron mejorar competencias generales, procedimentales, conceptuales y sociales, se evidencian logros en resolución de problemas, análisis de situación, control del error, argumentación, de pensamiento matemático, tecnológico y comunicativo.

Los estudiantes que realizan modelos matemáticos a partir de la experimentación de crecimiento de plantas, muestran mayor sensación de éxito, se sienten competentes para analizar resultados.

La temática de crecimiento de plantas resultó ser la más significativa para los estudiantes, su incorporación en la metodología como actividad y el uso de blogs como herramienta permite cumplir con el contenido propuesto en *syllabus*, así mismo potencia el trabajo en equipo y la relación entre diferentes áreas.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecimientos a la Universidad Francisco de Paula Santander, y al Fondo de Investigación y Extensión de la Universidad (FINU) al patrocinar la investigación “Diseño de una encuesta a través del modelo Servqual para evaluar los factores que influyen, el uso del blog como recurso didáctico en la asignatura del cálculo de Ingenierías en la UFPS”.

155

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Hewitt, R., Bent, E., Hollingsworth, T., Chapin, F. y Taylor, D. (2013). Resilience of arctic mycorrhizal fungal communities after wildfire Facilitated by resprouting shrubs. *Ecoscience*, 20(3), 296-310. <https://doi.org/10.2980/20-3-3620>
- Kang, S., Khan, A., Waqas, M., You, Y., Kim, J., Kim, J., Hamayun M. y Lee, I. (2014). Plant growth-promoting rhizobacteria reduce adverse effects of salinity and osmotic stress by regulating phytohormones and antioxidants in *Cucumis sativus*. *Journal of Plant Interactions*, 9(1), 673-682. <https://doi.org/10.1080/17429145.2014.894587>
- Malthus, T. (1798). *An Essay on the Principle of Population*. London: printed for J. Johnson, in St. Paul's Church-Yard.
- Martínez, J., Vergel, M. y Zafra, S. (2015). Ambiente de aprendizaje

lúdico de las matemáticas para niños de la segunda infancia. *Revista Logos Ciencia y Tecnología*, 7(2), 17-25. Recuperado de <http://revistalogos.policia.edu.co/index.php/rict/article/view/234>

Martínez, J., Vergel, M. y Zafra, S. (2016). *Comportamiento juvenil y competencias prosociales*. Bogotá: Grupo Editorial Ibáñez.

Rincón, O. y Vergel, M. (2015). *Diseño de una encuesta a través del modelo Servqual para evaluar los factores que influyen el uso del blog como recurso didáctico en la asignatura del cálculo de Ingenierías en la UFPS*.

Rincón, O., Vergel, M. y Ortega, S. (2015). El blog como estrategia didáctica innovadora en el aprendizaje del cálculo integral. *El cálculo y su Enseñanza*, 6(6), 45-70.

Rincón, O., Vergel, M., y Zafra, S. (2017). *Modelo de calidad Servqual para evaluar factores que influyen en el uso de blogs como recurso didáctico del cálculo*. Bogotá: Grupo Editorial Ibáñez.

156 Torres, M., Mendoza, R., Ramírez, F. et al. (2014). *Evaluación de Cepas de Azospirillumsp y AG<sub>3</sub> en la capacidad de germinación en semillas de Chile Habanero (Capsicum Chinense L.)*. Memoria de la XXVI Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED.1109-1114.

Vázquez, L. (2012). ¿Qué ingenieros necesita México? *Innovación Educativa*, 12(60), 125-136.

Vergel, M., Duarte, H., y Martínez, J. (2015). Desarrollo del pensamiento matemático en estudiantes de cálculo integral su relación con la planificación docente. *Revista Científica*, 23, 17-29. Doi: 10.14483/udistrital.jour.RC.2015.23.a2

Vergel, M., Martínez, J. y Zafra, S. (2015). Validez de instrumento para medir la calidad de vida en la juventud: VIHDA, *Revista Logos Ciencia y Tecnología*, 7(1), 20-28.

Vergel-Ortega, M., Lozano, J. J. M. y Trisancho, S. L. Z. (2016). Factores asociados al rendimiento académico en adultos. *Revista Científica*, 2(25), 206-215.

Vergel, M., Rincón, O. y Jaimes, L. (2016). Prototipos electrónicos

en el desarrollo de Pensamientos Formales. *Revista Visión Electrónica*, 9(2), 1-18.

Zill, D. (2015). *Ecuaciones diferenciales con valores en la frontera*. México: Cengage Learning.

---

**Cómo citar este capítulo:**

Vergel Ortega, M., Rincón Leal, O. y Martínez, J. J. (2018). Dinámica de crecimiento en plantas y blogs en cálculo integral. En J. P. Salazar Torres, Y. L. Contreras Santander, & J. F. Espinosa Castro (Edits.), *Investigación y praxis en la enseñanza de las matemáticas* (pp.137-157). Barranquilla: Ediciones Universidad Simón Bolívar.