



Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.  
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), enero-febrero 2025,  
Volumen 9, Número 1.

[https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v9i1](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i1)

# **MODELACIÓN MATEMÁTICA DE LA POUROUMA CECROPIIFOLIA (UVA DE MONTE), PARA SU CATEGORIZACIÓN Y PREVENCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE EN EL ECUADOR**

**MATHEMATICAL MODELING OF THE  
POUROUMA CECROPIIFOLIA (MOUNTAIN GRAPE),  
FOR ITS CATEGORIZATION AND ENVIRONMENTAL  
PREVENTION IN ECUADOR**

**Shirley Isamar Pomavilla Guaminga**

Ministerio de Educación del Ecuador

**Erika Clara Casco Guerrero**

Universidad Estatal Amazónica, Ecuador

**María Soledad Herrera Mosquera**

Avícola Guadalupe S.A, Ecuador

**Juan Elías González Rivera**

PROALCONSULTEC, Ecuador

**Juan Carlos Chinkin Papue**

Investigador Independiente, Ecuador

DOI: [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v9i1.16796](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i1.16796)

## Modelación Matemática de la Pourouma Cecropiifolia (Uva de Monte), para su Categorización y Prevención del Medio Ambiente en el Ecuador

**Shirley Isamar Pomavilla Guaminga<sup>1</sup>**[shirley\\_1418guaming@hotmail.com](mailto:shirley_1418guaming@hotmail.com)<https://orcid.org/0000-0001-8261-0977>Ministerio de Educación del Ecuador  
Ecuador**Erika Clara Casco Guerrero**[claracasco369@gmail.com](mailto:claracasco369@gmail.com)<https://orcid.org/0000-0002-6603-6837>Universidad Estatal Amazónica  
Ecuador**María Soledad Herrera Mosquera**[msoledad1130@hotmail.com](mailto:msoledad1130@hotmail.com)<https://orcid.org/0009-0006-5664-9492>Avícola Guadalupe S.A  
Ecuador**Juan Elías González Rivera**[gabrielias\\_juan@yahoo.es](mailto:gabrielias_juan@yahoo.es)<https://orcid.org/0000-0002-0674-7741>PROALCONSULTEC  
Ecuador**Juan Carlos Chinkin Papue**[X1juancho@gmail.com](mailto:X1juancho@gmail.com)<https://orcid.org/0000-0001-5448-3739>Investigador Independiente  
Ecuador

### RESUMEN

Los productos hortofrutícolas de especies nativas de la Amazonía ecuatoriana, de acuerdo a los cambios, y a la transformación de la matriz productiva y necesidades de satisfacer el mercado local y nacional, atribuyen a una dinámica productiva acoplada a la normativa del CODEX STAN 237-2003. Que enfoca en la categorización y la modelación matemática para resolver los problemas del aprovechamiento de estas materias primas a nivel industrial que sufre el comercio. El objetivo de desarrollar la modelación matemática según parámetros de volumen, peso y densidad de sus componentes principales de la fruta entera con su categorización de la Pourouma cecropiifolia (uva de monte), Nativa de la Amazonia, considerando la época de producción y según las Normas del Codex Alimentario y Colombiana I CONTEC. La aplicación de la categorización y del cálculo integral con balances de masas, volumen y densidad mediante análisis estadístico obtenido. El modelo matemático fue en base a sus categorías extra, primera, segunda y residuo de volumen y masa, obteniendo las medias y el coeficiente de variación de 5,69% y su  $r$  cuadrado del 97%; así de la masa con el coeficiente de variación con 2,86% y  $r$  cuadrado del 97% y de la densidad de la fruta entera con un coeficiente variación del 4,23%, con  $R^2$  ajustado del 36%. Y con un margen de confiabilidad del 95% de confianza para su aprovechamiento industrial como fruta fresca o bien transformada beneficia a productores, comerciantes e industriales interesado en esta investigación desarrollada en la Amazonía ecuatoriana.

**Palabras claves:** categoría, uva de árbol, modelación matemática, aprovechamiento

---

<sup>1</sup> Autor principal

Correspondencia: [shirley\\_1418guaming@hotmail.com](mailto:shirley_1418guaming@hotmail.com)

# Mathematical Modeling of the Pourouma Cecropiifolia (Mountain Grape), for its Categorization and Environmental Prevention in Ecuador

## ABSTRACT

Horticultural products from native species of the Ecuadorian Amazon, according to the changes, and the transformation of the productive matrix and needs to satisfy the local and national market, attribute to a productive dynamic coupled to the regulations of CODEX STAN 237-2003. Which focuses on categorization and mathematical modeling to solve the problems of the use of these raw materials at an industrial level that trade suffers. The objective of developing mathematical modeling according to parameters of volume, weight and density of its main components of the whole fruit with its categorization of the Pourouma cecropiifolia (mountain grape), Native to the Amazon, considering the production season and according to the Standards of the Alimentary and Colombian Codex I CONTEC. The application of categorization and integral calculation with mass, volume and density balances through statistical analysis obtained. The mathematical model was based on its extra, first, second and residual categories of volume and mass, obtaining the means and the coefficient of variation of 5.69% and its r square of 97%; thus of the mass with the coefficient of variation with 2.86% and r squared of 97% and the density of the whole fruit with a coefficient of variation of 4.23%, with adjusted R2 of 36%. And with a reliability margin of 95% confidence for its industrial use as fresh or transformed fruit, it benefits producers, merchants and industrialists interested in this research developed in the Ecuadorian Amazon.

**Keywords:** category, tree grape, mathematical modeling, use

*Artículo recibido 06 enero 2025  
Aceptado para publicación: 12 febrero 2025*



## INTRODUCCIÓN

El mundo contemporáneo y el desarrollo de las tecnologías, como las exigencias de los mercados internacionales en base a la producción de nuevas especies frutales, esta dinámica busca el desarrollo de las categorías según las normas nacionales e internacionales (FAO, 2023). Sin embargo, las exigencias del mercado son cada vez mayor del consumo de las frutas frescas a nivel mundial debido a sus características fisicoquímicas y nutricionales (Orrego et al., 2020), por sus compuestos activos y multifuncionales para la salud con características comerciales (León et al., 2022) Actualmente estudios que demuestra que la bioactividad de *Pourouma cecropiifolia*, debido a su composición de flavonoides y polifenoles; que destacan sus beneficios para la salud humana (Gallegos, 2021)

El origen de la *Pourouma cecropiifolia* (uva de monte), es una fruta silvestre de la Región Amazónica y se distribuye por la cuenca superior del río Amazonas en la parte centro occidental y originaria de América del sur abarcando países amazónicos desde Colombia, Ecuador, Perú y Brasil (Jimpikit, 2014), que se desarrolla muy bien en climas o zonas húmedas no inundables con precipitaciones anual entre 1 000 y 3 400 mm a menos de 1 200 msnm con temperaturas promedios de 17 y 25 °C (Ramos, 2018) y su producción o rendimiento promedio en frutos por planta es 62 292 kg/planta, de esta especie nativa del Ecuador (A. González, 2002).

En la actualidad la producción de *Pourouma cecropiifolia* (uva de monte), y su poda de las ramas que se hallen en sus extremos y para controlar las malezas se debe deshierbar cada 2 años que tenga la planta y realiza de 3 o 4 veces anuales, cuando la planta cumpla 3 años se debe reducir su frecuencia a 2 veces al quinto año, es cuando cesa su producción (Gallegos, 2021). Las propiedades reproductivas de una planta no ser muy adulta, sus frutos son redondos y simétricos, sus racimos son numerosos y su madurez en base a los grados brix y de estas se obtiene las semillas para llevar a un proceso de germinación y siembra de la planta (Hernández et al., 2022) La importancia de esta fruta o árbol da fruto a partir de su segundo año y su época de cosecha de la uva silvestre son los meses de noviembre y diciembre gracias a la investigación (Salas Arreaga, 2018) para evitar los daños durante la cosecha se debe realizar manualmente, una vez extraída la fruta del árbol se procede a la comercialización, caso contrario a partir de las 24 horas inicia la fermentación lo cual es un problema para su conservación (Gallegos, 2021), esta propiedad se debe a la sostenibilidad ambiental en la actualidad es la conservación del bosque por



su biodiversidad existe una producción de diferentes frutas, etc (CEPAL, 2015). Sin la necesidad de talar los árboles del bosque, aquí donde se incluye la uva de monte por sus propiedades y usos que pueden brindar como una alternativa para la industria (Ramos, 2018). Las cosechas anuales de la uva de monte 14,1 mil kilogramos de producción anual (Agrobanco, 2008).

La Uva de monte de acuerdo a sus atributos por su contenido de una cantidad moderada de vitamina C, niacina y riboflavina, que ayuda a combatir el estrés oxidativo y segura las células de los radicales libres (Ramos, 2018).

Aquí se muestra algunas propiedades o compuestos orgánicas de las frutas que son anticancerígenas, esta fruta por características natural propias de la zona y debido su contenido en azúcares y acidez de la fruta nace le interés de impulsar este estudio (Villarreal et al., 2020). De esta manera se puede evidenciar que esta fruta crece en forma asociativa y natural por ser una fruta silvestre y exótica, que en un futuro puede brindar muchas alternativas agroindustriales (López & Rodríguez, 2022), en la actualidad esta fruta consume en forma fresca directamente (Balladares, 2016). De esta manera otros estudios muestran que los carotenoides se encuentran en la mayoría de los frutos rojos que benefician para la salud humana al ser consumido en fresco (Ritva & Encina, 2008).

La uva de monte, también se le conoce con el nombre de Camu Camu, que debido a sus propiedades funcionales demuestra efectos positivos en los tratamientos de la diabetes, ofrece excelentes beneficios para la salud humana la especie en estudio pertenece a la familia Urticaceae y su nombre científico *Pourouma cecropiifolia* (Arellano et al., 2016), debido que este árbol mide hasta 15 m de altura, con raíces zancudas muy divididas. Con hojas palmatilobuladas; lóbulos 9 – 12 oblongo-lanceolados. Inflorescencia muy ramificada hasta 30 cm de largo. Fruto de 2 – 3.5 cm de largo, púrpura al madurar; semilla ovoide ligeramente aplanada. Heliófita durable. Cultivada especialmente a una altura, > 1200 msnm en la Amazonia (Palacios, 2020)

Con respecto a la uva de mesa existe una amplia gama de variedades, desde muy tempranas hasta muy tardías, pasando por la media temporada. Estas variedades se han adaptado a los diferentes pisos climáticos, lo que provoca que cada región o país ofrezca productos de esta naturaleza y puedan contar con sus variedades distintas que se adapta a cada zona las variedades que se acostumbran según su color y se clasifican: verde o blanca, negra y azulada; además de la presencia o no de semillas y de la misma



manera según esta investigación cuenta con categorías, según las normas internacionales para este fin establecieron requisitos mínimos, de los granos o uvas sanas, enteras, bien formados, desarrollados de forma normal, y según la pigmentación debido al sol y los racimos deben ser recolectados con cuidado una clasificación en tres categorías extra, primera y segunda, siempre que no afectan las propiedades esenciales (Romero & Sabando, 2002).

La uva silvestre aporta en base a sus compuestos bioactivo tiene su correspondencia entre estos se destaca: Ácido ascórbico: reduce la acción dañina de radicales libres y alcaloides, actividad antitumoral y tratamiento del tipo cáncer (vincristina); Azúcares reductores: desarrollo de funciones cerebrales que aporta energía, procesos digestivos que ayuda a desdoblar almidones, que el compuesto cumarina ayuda a prevenir la formación de coágulos sanguíneos y otras enfermedades del ser humano (Gallegos, 2021)

La guanábana ha experimentado un crecimiento notable en los últimos años, impulsado por su creciente popularidad en los mercados internacionales. Esta fruta tropical no solo introduce nuevos sabores y opciones dietéticas, sino que también se reconoce por sus cualidades terapéuticas, que aportan beneficios para la salud. En Ecuador, diversas regiones contribuyen significativamente a la producción de guanábana, siendo Guayaquil y Santa Elena las principales, ubicadas en la región Costa, con aproximadamente 120 hectáreas de cultivo. Además de Manabí, Esmeraldas, Santo Domingo y El Oro. En la región Amazónica, las plantaciones se concentran en Pastaza y Napo, destacando el papel diverso del país en la producción y distribución de esta fruta (Rochina Cambo, 2022). Ecuador importa cerca de 4,026,645.00 kg de anuales, esto se debe a que las extensiones de cultivos que poseen son en promedio de 1 hasta 3 hectáreas, y a nivel nacional con promedio total de 1500 ha en la actualidad se encuentra exportando cerca del 10% al mercado internacional el rendimiento por hectárea de guanaba se encuentra en promedio de 17 Tm (Reyes et al., 2018).

Nuestro interés en relación a la clasificación y lograr la estandarización de la *Pourouma cecropiifolia* con fines comerciales, de una fruta nativa de la Amazonia hace un producto con propiedades especiales para el consumo humano, que tiene igual semejanza a la uva tradicional de la importación como son los requisitos mínimos que debe cumplir el producto son: estar entero, sano (sin daños mecánicos, plagas ni enfermedades), limpio (sin materiales extraños), con un color típico de la especie y variedad, de aspecto fresco, debe estar exento de la humedad exterior anormal, de olores y sabores extraños, no



exceder los límites máximos permitidos internacionalmente del (Codex Alimentarius) en los niveles de plaguicidas. Y de acuerdo con la clasificación: Los productos son separados por su grado de madurez, escogiendo los frutos ya maduros para consumo inmediato o para almacenamiento y los productos deben ser almacenados para que se maduren completamente. Con el fin de llevar a la clasificación de acuerdo con su grado de calidad, tamaño o peso (FAO, 2000), según el Instituto de Normalización del Ecuador solo muestra la clasificación en pulpas, jugos de frutas y otros (INEN, 2011).

El éxito en la comercialización de la guanábana se atribuye a sus destacadas características fisicoquímicas y nutricionales, así como a la presencia de compuestos bioactivos, lo que la consagra como un alimento funcional. La fruta no solo es apreciada por sus propiedades saludables, sino también por sus excelentes atributos organolépticos (Verona et al., 2020). Hasta la actualidad, la guanábana se encuentra clasificada pero aún no categorizada para su comercialización sin la aplicación de modelos matemáticos específicos para su aprovechamiento, especialmente en lo que respecta a la fruta fresca destinada a la exportación. La falta de una categorización formal puede afectar la eficiencia en los procesos de comercialización y exportación de esta fruta, subrayando la importancia de desarrollar modelos matemáticos que faciliten una gestión más precisa y rentable, garantizando al mismo tiempo la calidad requerida para su venta en los mercados internacionales (Sabando et al., 2016).

Este estudio se enfocará en llevar a cabo la categorización y modelación matemática, proporcionando herramientas esenciales para diversos campos científicos que aplican las matemáticas en la resolución de problemas de naturaleza similar con objetivos industriales (Luquez et al., 2021). La categorización permitirá una clasificación más precisa, mientras que la modelación matemática ofrecerá un marco analítico sólido para abordar cuestiones específicas relacionadas con la eficiencia y optimización en diversos sectores de la industria (D. B. Moreno et al., 2021). La integración de la modelización matemática y herramientas digitales se revela como una estrategia fundamental para agilizar el procesamiento y análisis preciso de datos. Este enfoque se muestra especialmente valioso al buscar soluciones óptimas para resolver problemas inherentes a los sistemas de producción, abarcando desde la obtención de las partes principales hasta la eficiencia de la logística comercial (Zapata, 2021).

Ante la creciente demanda y la baja oferta de esta producción y del procesamiento de la uva de monte (*Pourouma cecropiifolia*), y a la deficiencia de estudios en relación a la categorización y modelación

matemática de esta fruta, centrándose en aspectos como cantidad, volumen, densidad y peso de sus partes mediante el uso de cálculos integrales. Este enfoque busca no solo categorizar la uva de manera más precisa, sino también desarrollar modelos matemáticos que respalden su industrialización de manera sostenible. La aplicación de estas herramientas pretende no solo optimizar los procesos industriales, sino también contribuir a la preservación del medio ambiente. Este enfoque integral pretende lograr un desarrollo sostenible en la región amazónica del Ecuador, beneficiando a la población local

## **METODOLOGÍA**

El estudio se desarrolló en el cantón y provincia de Pastaza, se tomó en cuenta la altitud en un rango que osciló entre los 550 y 960 metros sobre el nivel del mar, según los datos proporcionados por el GPS. Además, se estableció una humedad relativa comprendida entre el 80% y el 90%, junto con una temperatura promedio de 22°C. Estos parámetros fueron considerados una vez seleccionada la zona de interés para la especie vegetal en estudio, proporcionando un marco contextual esencial para el desarrollo de la investigación (INAMHI, 2023; Murillo et al., 2004; Vargas et al., 2020); El levantamiento de información se realizó con el objetivo de realizar la clasificación y categorización de acuerdo con las pautas establecidas por la Comisión del Codex Alimentarius, un enfoque sistemático y estructurado que busca garantizar una recopilación precisa de datos, (FAO & OMS, 2009).

Se implementó un método de muestreo por estratificación, permitiendo la selección de la manera aleatoria una extensión de 25,000 m<sup>2</sup> en la zona productiva. A partir de esta área, se extrajeron cinco muestras para cada categoría, incluyendo las de calidad extra, primera, segunda y tercera de los tres cantones son: cantón Santa Clara, cantón Arajuno y cantón Tena, que corresponden a las dos provincias de Napo y Pastaza; siguiendo las directrices de la Norma Colombiana aplicable a otras frutas semejantes a estas, adecuada a las diferentes categorías, proporcionando datos significativos para el análisis y la clasificación (Organismo Nacional de Normalización en Colombia, 2003).

### **Investigación descriptiva y exploratoria.**

En este estudio se adoptó un enfoque descriptivo con orientación cuantitativa, ya que se recopilaban datos físicos y químicos de la guanábana con el propósito de facilitar su clasificación y categorización.



La recolección de esta información no solo contribuirá a una comprensión más profunda de la fruta, sino que también permitirá ofrecer datos precisos a la población consumidora de esta tropical (Sampiere et al., 2010).

### **Método de recolección de datos**

A partir de artículos y libros relevantes, sirviendo como base para llevar a cabo la caracterización física y química de la Uva (*Pourouma cecropiifolia*). La obtención de extractos, tanto mediante observaciones directas en plantaciones como a través de entrevistas sobre el potencial productivo, constituyó un componente esencial. Además, de regirse a la Comisión del Codex Alimentarius para la clasificación, siguiendo esta una pauta reconocida internacionalmente, como parte del proceso integral de categorización de la uva. (FAO & OMS, 2009).

### **Modelación matemática**

En la actualidad el mundo de la ciencia a través del cálculo integral de las matemáticas, y la selección para la clasificación de las materias primas fresca en el cumplimiento de las normas del Codex Alimentarius (FAO & OMS, 2009) y según las normas de nuestro país (INEN, 2005).

El proceso desarrollado fue en base a la metodología de estudios previos por (Leiva, 2018), y considerando la parte experimental, donde intervienen los parámetros necesarios para su medición como volumen, peso y densidades de las diferentes partes de la Uva de Monte (fruta entera, pulpa, cáscara, semilla). El enfoque integrador de estos datos permitió realizar cálculos para obtener las constantes de cada componente, creando así su propio modelo matemático para cada categoría. Con esta realidad nos proporciona una de las alternativas para comprender la producción de cada componente de la fruta, identificando los destinos industriales y que permitan su aprovechamiento hasta de sus partes residuales

### **Desarrollo y nomenclatura de las ecuaciones**

Para este propósito del cálculo se planteó las siguientes ecuaciones a partir de las partes de la fruta entera de la Uva de (Monte). A base de su volumen y la masa que permitan calcular la densidad de la fruta a través de la siguiente formula de balance de masas.

$$VTp = V_p \text{pulpa} + V_c \text{cascara} + V_s \text{semilla} \quad (1)$$

Donde:

$VTp = \text{Volumen Total Uva (Monte) Fresca}$

$V_p \text{pulpa} = \text{Volumen de la Pulpa de la Uva de (Monte)}$

$V_c \text{cascara} = \text{Volumen de la cascara de la Uva de (Monte)}$

$V_s \text{semilla} = \text{Volumen de la semilla de la Uva de (Monte)}$

$$m = m_p + m_c + m_s \quad (2)$$

Donde:

$m = \text{masa total de la fruta fresca}$

$m_p = \text{masa de la pulpa de la Uva de (Monte)}$

$m_c = \text{masa de la cascara de la Uva de (Monte)}$

$m_s = \text{masa de la semilla de la Uva de (Monte)}$

$$\rho_{Tp} = \rho_p \text{pulpa} + \rho_c \text{cascara} + \rho_s \text{semilla} \quad (3)$$

Donde:

$\rho_{Tp} = \text{Densidad Total de la fruta fresca de Uva de (Monte)}$

$\rho_p = \text{Densidad de la pulpa de la Uva de (Monte)}$

$\rho_c = \text{Densidad de la cascara de la Uva de (Monte)}$

$\rho_s = \text{Densidad de la semilla de la Uva de (Monte)}$

Integrando las partes de la fruta entera, para obtener las constantes de cada una de la fruta que permita en su aprovechamiento industrial de las partes de la fruta y de esta manera conociendo las cantidades con fines comercialización e industriales. Mediante las siguientes integrales

$$V_{Tp} = \int_{v_0}^{v_1} (a + b + c) dv \quad (4)$$

$$V_{Tp} = \int_{v_0}^{v_1} a dv + \int_{v_0}^{v_1} b dv + \int_{v_0}^{v_1} c dv \quad (5)$$

$$V_{Tp} = a(v)|_{v_0}^{v_1} + b(v)|_{v_0}^{v_1} \quad (6)$$

$$V_{Tp} = a(v_1 - v_0) + b(v_1 - v_0) + c(v_1 - v_0) \quad (7)$$



**Donde = integral**

$$V = m/\rho$$

$V_{Tp}$  = volumen Total para la integral de la componente principal de la Uva de (Monte)

$$\int_{V_0}^{V_1} a dv = \text{integral de la pulpa}$$

$$\int_{V_0}^{V_1} b dv = \text{integral de la cascara}$$

$$\int_{V_0}^{V_1} c dv = \text{integral de la semilla}$$

Se planteó las siguientes ecuaciones a partir de las partes de la fruta entera de la Uva de (monte). A base de la masa y que permitan calcular a través del planteamiento de las integrales de las partes de la fruta a través de la siguiente ecuación.

$$dm = a_p dm + b_c dm + c_s dm \quad (8)$$

$$m = \int_{m_0}^{m_1} a_p dm + \int_{m_0}^{m_1} b_c dm + \int_{m_0}^{m_1} c_s dm \quad (9)$$

$$m = a_p(m)/_{m_0}^{m_1} + b_c(m)/_{m_0}^{m_1} + c_s(m)/_{m_0}^{m_1} \quad (10)$$

$$m = a_p(m_1 - m_0) + b_c(m_1 - m_0) + c_s(m_1 - m_0) \quad (11)$$

Las propiedades del balance de masas a través del volumen utilizando la masa y la densidad para conocer las constantes de esta a partir de la fruta entera de la Guanábana.

$$\mathcal{V} = m/\rho \quad (12)$$

$$m/\rho_{Total} = a(m)/\rho_p + b(m)/\rho_c + c(m)/\rho_s \quad (13)$$

$$m = \frac{am/\rho_p + bm/\rho_c + cm/\rho_s}{\rho_T} \quad (14)$$

$$m_p = ma \quad (15)$$

Todas las ecuaciones y la integrales antes dicha permitió la determinación de la cantidad proporcional de los elementos correspondientes a la Uva de (Monte).

$$m \times a = m_p \quad (16)$$

$$a = \frac{m_p}{m} \quad \text{constante } a \quad (17)$$



$$m \times b = m_c \quad (18)$$

$$b = \frac{m_c}{m} \quad \text{constante } b \quad (19)$$

$$m \times c = m_s \quad (20)$$

$$c = \frac{m_s}{m} \quad \text{constante } c \quad (21)$$

Esta metodología fue desarrollada para obtener los resultados deseados para la transformación en la producción agroindustrial.

### **Análisis estadístico de los datos de la materia prima fresca**

Para este propósito de la investigación de la fruta fresca según su categoría, que se trabajó a partir de las mediciones de forma individual de cada racimo de Uva de (Monte) tamaño, volumen, masa y densidad de las frutas que se muestreo en forma representativa con el objetivo de sustentar las variables de estudio con cinco repeticiones para obtener datos confiables del total; de la fruta fresca.

Se aplicó dos tipos de estadística descriptiva y la estadística Inferencial.

La media del valor promedio de todos los datos de cada racimo y del potencial productivo que fue tomada in SITU de la fruta. Para conocer su peso real en fresco, posteriormente se utilizarán los gráficos de dispersión y se trabajó con la herramienta Excel y con las pruebas de significancia de Regresión. A través del programa ESTATGRAPHICS Centurión, versión 16.0.0.C nombre del archivo SWIN.exe. para la estimación o inferencia, y además cuantificar la probabilidad y extrapolar las conclusiones (Gutiérrez Pulido & de la Vara Salazar, 2008).

De esta manera ha permitido desarrollar el modelo matemático a través de las herramientas del cálculo integral de volumen, masa y densidades entre las partes del componente de la fruta fresca y del volumen total.

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Los resultados obtenidos de la Uva de (Monte) de la pulpa (p), semilla (s) y cáscara (c) son los siguientes:



**Tabla 1.** Media de volúmenes de las partes de la fruta de la Uva de (Monte) según la categoría

| Categoría       | Detalle  | V (cm3) | Porcentaje V (%) |
|-----------------|----------|---------|------------------|
| <b>Extra</b>    | Vp (cm3) | 11,91   | 53,89            |
|                 | Vc (cm3) | 4,17    | 18,87            |
|                 | Vs (cm3) | 6,02    | 27,24            |
|                 | VTF      | 22,1    | 100,00           |
| <b>Primera</b>  | Vp (cm3) | 11,52   | 51,20            |
|                 | Vc (cm3) | 4,43    | 19,69            |
|                 | Vs (cm3) | 6,55    | 29,11            |
|                 | VTF      | 22,5    | 100,00           |
| <b>Segunda</b>  | Vp (cm3) | 9       | 49,32            |
|                 | Vc (cm3) | 3,74    | 20,49            |
|                 | Vs (cm3) | 5,51    | 30,19            |
|                 | VTF      | 18,25   | 100              |
| <b>Residual</b> | Vp (cm3) | 7,36    | 46,17            |
|                 | Vc (cm3) | 3,46    | 21,71            |
|                 | Vs (cm3) | 5,12    | 32,12            |
|                 | VTF      | 15,94   | 100              |

Según los volúmenes de la media de las partes de la Uva de (Monte) extraídos en la experimentación según su categoría para conocer sus porcentajes y valores absolutos según sus características comerciales y no comercial con fines industriales, seguidamente se muestra la tabla 2. La base estadística del peso de sus partes.

**Tabla 2.** Análisis estadístico de los pesos de las partes de la uva de monte según su categoría

| Categoría      | Detalle     | Fruta entera (g) | Pulpa (g) | Semilla (g) | Cascará (g) |
|----------------|-------------|------------------|-----------|-------------|-------------|
| <b>Extra</b>   | Min         | 23               | 12,39     | 6,26        | 4,34        |
|                | Max         | 25               | 13,47     | 6,81        | 4,72        |
|                | Mediana     | 24               | 12,93     | 6,54        | 4,53        |
|                | D. Estándar | 0,52             | 0,28      | 0,14        | 0,1         |
| <b>Primera</b> | Min         | 21               | 10,75     | 6,11        | 4,14        |
|                | Max         | 22,75            | 11,65     | 6,62        | 4,48        |
|                | Mediana     | 22,05            | 11,29     | 6,42        | 4,34        |
|                | D. Estándar | 0,45             | 0,23      | 0,13        | 0,09        |
| <b>Segunda</b> | Min         | 18               | 8,87      | 5,44        | 3,69        |
|                | Max         | 20               | 9,86      | 6,04        | 4,1         |
|                | Mediana     | 19               | 9,37      | 5,74        | 3,9         |
|                | D. Estándar | 0,85             | 0,42      | 0,26        | 0,17        |

|                |             |     |      |      |      |
|----------------|-------------|-----|------|------|------|
| <b>Residuo</b> | Min         | 16  | 7,39 | 5,14 | 3,47 |
|                | Max         | 17  | 7,85 | 5,46 | 3,69 |
|                | Mediana     | 16  | 7,39 | 5,14 | 3,47 |
|                | D. Estándar | 0,5 | 0,23 | 0,16 | 0,11 |

A partir del volumen y las masas de las partes se logró obtener las densidades de las partes según su categoría como se menciona en las siguientes tablas 3 - 5. De la fruta entera tabla 6.

**Tabla 3.** Análisis estadístico para la obtención de la densidad de la semilla

| <b>Categoría</b> | <b>Detalle</b> | <b>V(cm3)</b> | <b>m (g)</b> | <b><math>\rho</math>(gr/cm3)</b> |
|------------------|----------------|---------------|--------------|----------------------------------|
| <b>Extra</b>     | Min            | 5,45          | 23           | 0,99                             |
|                  | Max            | 6,54          | 25           | 1,19                             |
|                  | Mediana        | 6,02          | 24           | 1,07                             |
|                  | D. Estándar    | 0,23          | 0,52         | 0,04                             |
| <b>Primera</b>   | Min            | 5,82          | 6,11         | 0,89                             |
|                  | Max            | 7,28          | 6,62         | 1,11                             |
|                  | Mediana        | 6,55          | 6,42         | 0,98                             |
|                  | D. Estándar    | 0,51          | 0,13         | 0,07                             |
| <b>Segunda</b>   | Min            | 4,98          | 5,44         | 1,01                             |
|                  | Max            | 5,98          | 6,04         | 1,09                             |
|                  | Mediana        | 5,51          | 5,74         | 1,04                             |
|                  | D. Estándar    | 0,3           | 0,26         | 0,02                             |
| <b>Residuo</b>   | Min            | 4,85          | 5,14         | 0,95                             |
|                  | Max            | 5,42          | 5,46         | 1,06                             |
|                  | Mediana        | 5,12          | 5,14         | 1,01                             |
|                  | D. Estándar    | 0,19          | 0,16         | 0,02                             |

**Tabla 4.** Análisis estadístico para la obtención de la densidad de la cascara

| <b>Categoría</b> | <b>Detalle</b> | <b>V(cm3)</b> | <b>m (g)</b> | <b><math>\rho</math>(gr/cm3)</b> |
|------------------|----------------|---------------|--------------|----------------------------------|
| <b>Extra</b>     | Min            | 3,77          | 4,34         | 0,99                             |
|                  | Max            | 4,53          | 4,72         | 1,19                             |
|                  | Mediana        | 4,17          | 4,53         | 1,07                             |
|                  | D. Estándar    | 0,16          | 0,1          | 0,04                             |
| <b>Primera</b>   | Min            | 3,94          | 4,14         | 0,89                             |
|                  | Max            | 4,93          | 4,48         | 1,11                             |
|                  | Mediana        | 4,43          | 4,34         | 0,98                             |
|                  | D. Estándar    | 0,35          | 0,09         | 0,07                             |

|                |             |      |      |      |
|----------------|-------------|------|------|------|
| <b>Segunda</b> | Min         | 3,38 | 3,69 | 1,01 |
|                | Max         | 4,06 | 4,1  | 1,09 |
|                | Mediana     | 3,74 | 3,9  | 1,04 |
|                | D. Estándar | 0,2  | 0,17 | 0,02 |
| <b>Residuo</b> | Min         | 3,28 | 3,47 | 0,95 |
|                | Max         | 3,67 | 3,69 | 1,06 |
|                | Mediana     | 3,46 | 3,47 | 1,01 |
|                | D. Estándar | 0,13 | 0,11 | 0,02 |

**Tabla 5.** Análisis estadístico para la obtención de la densidad de la pulpa

| <b>Categoría</b> | <b>Detalle</b> | <b>V(cm3)</b> | <b>m (g)</b> | <b><math>\rho</math>(gr/cm3)</b> |
|------------------|----------------|---------------|--------------|----------------------------------|
| <b>Extra</b>     | Min            | 10,78         | 12,39        | 0,99                             |
|                  | Max            | 12,93         | 13,47        | 1,19                             |
|                  | Mediana        | 11,91         | 12,93        | 1,07                             |
|                  | D. Estándar    | 0,46          | 0,28         | 0,04                             |
| <b>Primera</b>   | Min            | 10,24         | 10,75        | 0,89                             |
|                  | Max            | 12,8          | 11,65        | 1,11                             |
|                  | Mediana        | 11,52         | 11,29        | 0,98                             |
|                  | D. Estándar    | 0,9           | 0,23         | 0,07                             |
| <b>Segunda</b>   | Min            | 8,13          | 8,87         | 1,01                             |
|                  | Max            | 9,76          | 9,86         | 1,09                             |
|                  | Mediana        | 9             | 9,37         | 1,04                             |
|                  | D. Estándar    | 0,49          | 0,42         | 0,02                             |
| <b>Residuo</b>   | Min            | 6,98          | 7,39         | 0,95                             |
|                  | Max            | 7,81          | 7,85         | 1,06                             |
|                  | Mediana        | 7,36          | 7,39         | 1,01                             |
|                  | D. Estándar    | 0,27          | 0,23         | 0,02                             |

**Tabla 6.** Análisis estadístico para la obtención de la densidad de la fruta entera

| Categoría | Análisis    | V(cm3) | m (g) | $\rho(\text{gr/cm}^3)$ |
|-----------|-------------|--------|-------|------------------------|
| Extra     | Min         | 20     | 23    | 0,99                   |
|           | Max         | 24     | 25    | 1,19                   |
|           | Mediana     | 22,1   | 24    | 1,07                   |
| Primera   | Min         | 20     | 21    | 0,89                   |
|           | Max         | 25     | 22,75 | 1,11                   |
|           | Mediana     | 22,5   | 22,05 | 0,98                   |
|           | D. estándar | 1,77   | 0,45  | 0,07                   |
| Segunda   | Max         | 19,8   | 20    | 1,09                   |
|           | Mediana     | 18,25  | 19    | 1,04                   |
|           | D. estándar | 1      | 0,85  | 0,02                   |
| Residuo   | Min         | 15,1   | 16    | 0,95                   |
|           | Mediana     | 15,94  | 16    | 1,01                   |
|           | D. estándar | 0,59   | 0,5   | 0,02                   |

**Tabla 7.** Análisis estadístico para la obtención de la densidad y porcentajes de la fruta entera

| Categoría | Detalle  | V (cm3) | Porcentaje V (%) | m (g) | Porcentaje m (%) | $\rho(\text{gr/cm}^3)$ |
|-----------|----------|---------|------------------|-------|------------------|------------------------|
| Extra     | Vp (cm3) | 12,01   | 53,88            | 12,89 | 53,91            | 1,07                   |
|           | Vc (cm3) | 4,21    | 18,89            | 4,51  | 18,86            | 1,07                   |
|           | Vs (cm3) | 6,07    | 27,23            | 6,51  | 27,23            | 1,07                   |
|           | VTF      | 22,29   | 100              | 23,91 | 100              | 1                      |
| Primera   | Vp (cm3) | 11,6    | 51,21            | 11,33 | 51,20            | 0,98                   |
|           | Vc (cm3) | 4,46    | 19,69            | 4,36  | 19,70            | 0,98                   |
|           | Vs (cm3) | 6,59    | 29,09            | 6,44  | 29,10            | 0,98                   |
|           | VTF      | 22,65   | 100              | 22,13 | 100              | 1                      |
| Segunda   | Vp (cm3) | 9,06    | 49,29            | 9,42  | 49,29            | 1,04                   |
|           | Vc (cm3) | 3,77    | 20,51            | 3,92  | 20,51            | 1,04                   |
|           | Vs (cm3) | 5,55    | 30,20            | 5,77  | 30,19            | 1,04                   |
|           | VTF      | 18,38   | 100              | 19,11 | 100              | 1                      |
| Residual  | Vp (cm3) | 7,45    | 46,19            | 7,58  | 46,22            | 1,02                   |
|           | Vc (cm3) | 3,5     | 21,70            | 3,56  | 21,71            | 1,02                   |
|           | Vs (cm3) | 5,18    | 32,11            | 5,26  | 32,07            | 1,02                   |
|           | VTF      | 16,13   | 100              | 16,4  | 100              | 1                      |

Según el análisis de todos los datos de la información ya sistematizado en base al análisis estadístico, de acuerdo con su categoría se muestra el modelo matemático tanto para volumen y masa. Que nos permite realizar a la categorización de acuerdo con las normas del Codex alimentario (FAO & OMS, 2009).

**Tabla 8.** Análisis de varianza del volumen de la fruta entera

| F.V.               | SC     | gl | CM     | F      | p-valor |
|--------------------|--------|----|--------|--------|---------|
| <b>Modelo</b>      | 625,15 | 22 | 28,42  | 22,68  | 0       |
| <b>Tratamiento</b> | 597,77 | 3  | 199,26 | 159,03 | 0       |
| <b>Repetición</b>  | 27,37  | 19 | 1,44   | 1,15   | 0,33    |
| <b>Error</b>       | 71,42  | 57 | 1,25   |        |         |
| <b>Total</b>       | 696,56 | 79 |        |        | Cv=5,69 |

Como se observa en la tabla 8 según el coeficiente de variación del volumen 5,69% y su margen del 95% % confiabilidad y con  $R^2$  ajustado del 90%. Por esta razón se logró construir el siguiente modelo matemático en relación con las categorías, del volumen desarrollando según la siguiente ecuación para las constantes.

Determinación de las constantes de volumen de la fruta entera:

$$Categoría_{Extra} = \frac{V_E}{\sum VT} = \frac{22,29}{79,45} = 0.281 \quad (22)$$

**Tabla 9.** Análisis para la obtención de las K constantes de la masa y del volumen

| Categorías     | V (cm3) | m (g) | $\rho$ (gr/cm3) | Unidad | k (v) | K (m) |
|----------------|---------|-------|-----------------|--------|-------|-------|
| <b>Extra</b>   | 22,29   | 23,91 | 1,07            | 1      | 0,28  | 0,29  |
| <b>Primera</b> | 22,65   | 22,13 | 0,98            | 1      | 0,29  | 0,27  |
| <b>Segunda</b> | 18,38   | 19,11 | 1,04            | 1      | 0,23  | 0,23  |
| <b>Residuo</b> | 16,13   | 16,40 | 1,02            | 1      | 0,20  | 0,20  |
| <b>Total</b>   | 79,45   | 81,55 | 1,03            | 1      | 1,00  | 1,00  |

Esta es la ecuación para la categorización según su volumen.

$$VT_{categoría} = V_E(0.281) + V_{1era}(0.285) + V_{2da}(0.231) + V_{res}(0.203) \quad (23)$$

Según el análisis de esta información según la categorización de acuerdo con las normas del Codex alimentario (FAO & OMS, 2009). En relación con la masa de las cuatro categorías y el siguiente análisis de varianza.

**Tabla 10.** Análisis de varianza de la masa de la fruta entera

| F.V.          | SC     | gl | CM     | F     | p-valor |
|---------------|--------|----|--------|-------|---------|
| <b>Modelo</b> | 715,94 | 22 | 32,54  | 5,93  | <0,0001 |
| <b>Trata</b>  | 99,39  | 19 | 5,23   | 0,95  | 0,525   |
| <b>Rep</b>    | 616,55 | 3  | 205,52 | 37,47 | <0,0001 |
| <b>Error</b>  | 312,66 | 57 | 5,49   |       | 2,86%   |
| <b>Total</b>  | 1028,6 | 79 |        |       |         |

Como se observa en la tabla 10 según el coeficiente de variación 2,86%, basado en margen del 95% de confiabilidad y con  $R^2$  ajustado del 97%. Por esta razón se logró construir el siguiente modelo según las categorías se ha desarrollado en base a todos los datos estadísticos promedios se construyó la siguiente ecuación.

Esta es la ecuación para la categorización según su masa.

$$m_{\text{categoria}} = m_E(0.293) + m_{1\text{era}}(0.271) + m_{2\text{da}}(0.234) + m_{\text{res}}(0.201) \quad (24)$$

**Tabla 11.** Análisis de varianza de la densidad de la fruta entera

| F.V.          | SC   | Gl | CM       | F     | p-valor   |
|---------------|------|----|----------|-------|-----------|
| <b>Modelo</b> | 0,13 | 22 | 0,01     | 3,01  | 0,0004    |
| <b>Rep</b>    | 0,03 | 19 | 1,8E-0,3 | 0,95  | 0,5313    |
| <b>Trata</b>  | 0,09 | 3  | 0,03     | 16,04 | <0,0001   |
| <b>Error</b>  | 0,11 | 57 | 1,90E-03 |       | CV=4,23 % |
| <b>Total</b>  | 0,23 | 79 |          |       |           |

Como se observa en la tabla 11 según el coeficiente del 4,23%, basado en margen del 99,9 % confiabilidad y con  $R^2$  ajustado del 36%. Por esta razón se logró obtener las siguientes constantes y modelos en relación con las categorías, del volumen y la masa, según su densidad de las partes de la fruta según las categorías se ha desarrollado en base a todos los datos estadísticos promedios con en relación con las siguientes ecuaciones.

Esta es la ecuación para categorización según las partes de fruta de acuerdo con su volumen.

$$VT_{\text{Ext}} = V_p(0.538) + V_c(0.189) + V_s(0.273) \quad (25)$$

$$VT_{1\text{era}} = V_p(0.513) + V_c(0.196) + V_s(0.291) \quad (26)$$

$$VT_{2\text{da}} = V_p(0.493) + V_c(0.205) + V_s(0.302) \quad (27)$$

$$VT_{\text{res}} = V_p(0.462) + V_c(0.217) + V_s(0.321) \quad (28)$$

Esta es la ecuación para categorización según las partes de fruta de acuerdo con su masa.

$$mT_{\text{Ext}} = m_p(0.539) + m_c(0.189) + m_s(0.272) \quad (29)$$

$$mT_{1\text{era}} = m_p(0.512) + m_c(0.197) + m_s(0.291) \quad (30)$$

$$mT_{2\text{da}} = m_p(0.493) + m_c(0.205) + m_s(0.301) \quad (31)$$

$$mT_{\text{res}} = m_p(0.462) + m_c(0.217) + m_s(0.321) \quad (32)$$

Como se muestra y encuentran desarrolladas las constantes según las fórmulas del cálculo integral, que son específicas de acuerdo con las medias estadísticas de volumen, masa y densidad con un margen de confiabilidad del 95% de confianza y con un coeficiente de variación de 5,69% y su  $r$  cuadrado del 97%; así de la masa con el coeficiente de variación con 2,86% y  $r$  cuadrado del 97% y de la densidad de la fruta entera con un coeficiente variación del 4,23%, con  $R^2$  ajustado del 36%. Esta categorización está basada en las normas (FAO & OMS, 2009).

## DISCUSIÓN

La categorización de Uva de (Monte), se lleva a cabo con las características climatológicas de la región amazónica del Ecuador. Teniendo relación tal como muestran otras investigaciones en relación con los cultivos y producción del país (SEPHU, 2010).

Actualmente cuenta con un área productiva de 42,9 hectáreas cultivadas de Uva en la provincia del Guayas le corresponde el primer lugar con el 45%, en segundo lugar, ocupa Manabí con el 22%, Imbabura y Carchi tiene una participación del 15%, las provincias del Azuay y el Oro tiene participación del 2% y 1% respectivamente del total anualmente (Romero & Sabando, 2002) Con respecto al árbol de éste género, de hasta unos 25 m de alto, tiene hojas usualmente palmadas dispuestas en espiral; además. Presenta strictodioicismo: árboles con flores pistaladas (conocidos como árboles machos) sus frutos son violeta oscuro, globosos y posee la especie mas conocida como uva de (Monte) con una concentración de carbohidratos del 14,87% y 16,41%, además de las concentraciones de polífonoles del 77,49 y 76,89 mg GAE  $\text{kg}^{-1}$ , y una capacidad de antioxidantes de 119,0 y 120,0 mmol TE  $\text{kg}^{-1}$  respectivamente por su potencial nutricional y funcional en antioxidantes (Reyes et al., 2024).

Por estas razones se requiere realizar la categorización a través de los siguientes datos obtenidos en base a las muestras obtenidas de esta información, nos permitimos desarrollar la metodología de cálculo integral para plantear las ecuaciones y determinar las constantes de sus categorías tanto para volumen y masa, debido a sus propiedades principales y usos industriales con fines comerciales para el mercado local y de exportación como los hacen con otros productos vegetales agrícolas (Gallegos, 2021; Tomalá, 2022) y similar esta llevar cabo la subcategorías o partes que integra la fruta entera de la Uva de (Monte), se partió de sus volumen y peso, de cada categoría en relación a Pulpa (a), cascara (b), la semilla (c) que se encuentra definida, por la letras del abecedario, logrando obtener los modelos matemáticos para



cada parte y según su categoría en base a las medias estadísticas, con características semejantes para su aprovechamiento de la cadena productiva de esta fruta exótica de la amazonia del Ecuador por los tres eslabones principales producción, transformación y comercialización (Anaya et al., 2020)

Sin embargo, en la actualidad para nuestra amazonia, la educación en estos proceso del aprovechamiento ya sea en forma fresca de esta materia prima y a través del uso de las herramienta informáticas de los programas estadísticos y de la matemática nos ha permitido llevar adelante mediante el cálculo integral esta categorización de la Uva de (Monte o de árbol), para hacer frente a los desafíos a nivel del mundo para racionalizar, mejorar y garantizar las normas o las categorías previstas según la política agropecuaria a nivel local (Ministerio de Agricultura Ganadería Acuacultura y Pesca, 2016), solo a través de la educación se logrará contribuir el desarrollo local y nacional, con la didáctica de matemática tanto para estudiantes, productores y principalmente de servicio agroindustrial, con iguales similitudes planteadas en el siguiente caso de la educación (Sandoval et al., 2022). Estos modelos matemáticos fueron basados en los conceptos de balance de masas, volúmenes y densidades, previa valoración estadísticas de volumen, masa y densidad con un margen de confiabilidad del 95% de confianza y con un coeficiente de variación de 5,69% y su  $r$  cuadrado del 97%; así de la masa con el coeficiente de variación con 2,86% y  $r$  cuadrado del 97% y de la densidad de la fruta entera con un coeficiente variación del 4,23%, con  $R^2$  ajustado del 36%. de esta manera garantizando los valores y sus constantes, basado en una metodología similar a la modelación matemática de la ingeniería planteados por (Plaza, 2016).

Según los análisis principales de las partes de la fruta de la Uva de (Monte o árbol), por sus propiedades de sus componentes de la fruta desde la pulpa, cáscara y semilla donde se puede evidenciar el residuo de esta fruta la cantidad en relación al peso de la pulpa es la mitad, sin embargo, no existe estudios de esta semilla lo que concuerda con otros estudios realizados en la pitahaya (J. E. González et al., 2023), y así otras frutas similares esta la piña para la industria (Capa, 2007). El objetivo de desarrollar esta categorización basados en los modelos matemáticos con fines de brindar de una alternativa a la Uva de (Monte o de árbol), que beneficia tanto a productores, comerciantes e industriales (SEPHU, 2010). De la Región Amazónica: debido a que cuenta con una población de 739.814 habitantes que representa el 5% del total Nacional. Con características semejantes a la cadena de producción de la piña, desde hace



tiempos cuenta con todo el sistema para el aprovechamiento industrial (Plaza, 2016). Basado en todos estos estudios previos de otras frutas en relación a su categoría nos permitimos dar a conocer la importancia de esta fruta amazónica y puedan hacer uso de esta investigación basados en datos experimentales y análisis estadístico y dejando planteado y desarrollado las ecuaciones con sus respectivas constantes para su categorización de la fruta de la *Pourouma cecropiifolia* (Uva de Monte o árbol).

## CONCLUSIONES

En la amazonia del Ecuador la *Pourouma cecropiifolia* (Uva de Monte o árbol), sería un potencial productivo debido a las características que presenta estas provincias de Pastaza, Napo, Morona Santiago, Sucumbíos, Orellana y Zamora, como productoras de esta fruta exótica. Según esta información, nuestro objetivo se centró en la realización de la categorización y de la implementación de cálculos integrales y análisis específicos para cada categoría de esta fruta de esta zona. Con el propósito de brindar una alternativa con una comprensión detallada y precisa de sus propiedades y potencialidades en términos de producción y aprovechamiento.

La metodología fue en base a otros estudios y del cálculo integral que se centra en las variables de volumen, peso y las densidades de la fruta respectivamente para cada categoría de la *Pourouma cecropiifolia* (Uva de Monte o árbol). Que se ha desarrollado con todas las diversas partes de la fruta entera, incluyendo pulpa, cáscara y semilla. A través de este proceso, logramos establecer la categorización y las ecuaciones precisas según sus partes de volumen, masa y densidad de los distintos componentes de esta fruta, proporcionando un marco matemático vigoroso para el análisis detallado de cada elemento de la fruta.

La aplicación del cálculo integral a través de las ecuaciones seleccionadas resultó en la obtención de constantes específicas para cada elemento en el modelo matemático, identificado en las ecuaciones (17, 19 y 32). Estas están desarrolladas a partir de balances de volúmenes, masas y densidades, que proporcionan una comprensión detallada de las distintas partes de la Uva de (Monte o árbol), destacando su utilidad tanto en aspectos comestibles como en residuos. La adaptabilidad del modelo a las características del potencial productivo de la zona, especialmente en la Amazonia ecuatoriana, se les facilitan un conocimiento profundo para incentivar a la producción a una gestión según la calidad de la

fruta.

El análisis del modelo matemático según las categorías y los modelos matemáticos planteados les permitirá llevar a punto de referencia crucial para la cadena productiva de la Uva de (Monte o árbol), desempeñando un papel fundamental en la creación de una matriz Excel.

Esta herramienta beneficiará a productores, comerciantes e industriales que les proporciona una guía basada en modelos matemáticos, les permitirá optimizar las operaciones en transformación y comercialización en la gestión de la producción en la amazonia del Ecuador y de los otros Países que cuenta con este potencial productivo y evitará las pérdidas de tiempo y recursos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Agrobanco. (2008). Cultivo de Uva. [www.pdfactory.com](http://www.pdfactory.com)

Anaya, J., Hernandez, M., Tafolla, J., Baez, R., Gutierrez, P., & Tiznado, M. (2020). La cadena productiva de guanábana: una opción para el desarrollo económico en Compostela, Nayarit. <https://doi.org/10.24836/es.v31i57.1048>

Arellano, E., Rojas, I., & Paucar, M. (2016). Camu-camu (*Myrciaria dubia*): Fruta tropical de excelentes propiedades funcionales que ayudan a mejorar la calidad de vida. *Scientia Agropecuaria*, 7(4), 433–443. <https://doi.org/10.17268/SCI.AGROPECU.2016.04.08>

Balladares, F. X. (2016). Análisis de las características físicas y organolépticas de dos variedades de pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*) y roja (*Hylocereus undatus*) para la generación de una alternativa de consumo (mermelada). <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/5420>

Capa, M. (2007). La manipulación y el nivel de producción de desperdicios generados en la elaboración de piñas en rodajas (*Ananas comosus* L.) empacadas al vacío en la empresa Ecuadelicias CIA. LTDA [Universidad Técnica de Ambato]. <http://www.micip.gov.ec/utepi/Pina.pdf>

CEPAL. (2015). La región amazónica Escenarios: Amazonia posible y sostenible. [https://www.cepal.org/sites/default/files/news/files/folleto\\_amazonia\\_posible\\_y\\_sostenible.pdf](https://www.cepal.org/sites/default/files/news/files/folleto_amazonia_posible_y_sostenible.pdf)

FAO. (2000). Fichas técnicas. Productos frescos de frutas. <https://www.fao.org/3/au173s/au173s.pdf>

FAO. (2023). El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo 2023. In El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo 2023. FAO; IFAD; UNICEF; WFP; WHO;



<https://doi.org/10.4060/cc3017es>

FAO, & OMS. (2009). Codex Alimentarius - Higiene de los Alimentos - Textos Básicos - Segunda Edición. <https://www.fao.org/3/y1579s/y1579s00.htm>

Gallegos, M. (2021). Establecimiento de los usos en la agroindustria de la Uva Silvestre (*Pourouma cecropiifolia*) en base a sus componentes bioactivos.

<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/15526/1/27T00478.pdf>

González, A. (2002). Aportes a la caracterización y evaluación agronómica de *Pourouma cecropiifolia* C. Martius “Uvilla” en la Amazonía peruana.

<http://revistas.iiap.org.pe/index.php/foliaamazonica/article/view/134/196>

González, J. E., Campo, M. R., Mullo, P. S., Papue, J. C. C., Q, J. V. M., & G, E. C. C. (2023). Modelación matemática de la *hylocereus undatus* (Haworth) D.R. Hunt (pitahaya) para el aprovechamiento agroindustrial en el Ecuador. *Ciencia Digital*, 7(1), 42–62.

<https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v7i1.2424>

Gutiérrez Pulido, H., & de la Vara Salazar, R. (2008). Elementos de inferencia estadística. Análisis y Diseño de Experimentos, 45.

[https://www.academia.edu/39828381/Analisis\\_y\\_Dise%C3%B1o\\_de\\_Experimentos\\_2ed\\_Gutiérrez](https://www.academia.edu/39828381/Analisis_y_Dise%C3%B1o_de_Experimentos_2ed_Gutiérrez)

Hernández, R., Mesa, A. M., & Carolina, T. (2022). Libro de Memorias del IX Congreso Latinoamericano de Plantas Medicinales. <https://www.researchgate.net/publication/358532154>

INAMHI. (2023). Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. <https://www.inamhi.gob.ec/>

INEN. (2005). Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2003:2005 Frutas Frescas. Pitahaya Amarilla. Requisitos. Primera Edición. <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/2003.pdf>

INEN. (2011). Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 184 “Jugos, Concentrados, Néctares, Bebidas De Frutas Y Vegetales Y Refrescos.”

Jimpikit, A. (2014). Capacidad de propagación como medio de conservación de las especies vegetales: Chonta (*Bactris gasipaes*), Uva de monte (*Pourouma cecropiifolia*), Cedro (*Cedrela odorata*), Guaba Machetona (*Inga spectabilis*) en la parroquia Tarqui.

<https://repositorio.uea.edu.ec/bitstream/123456789/147/1/T.AMB.B.UEA.%203064>



- Leiva, S. (2018). *Annona muricata* L. “guanábana” (Annonaceae), una fruta utilizada como alimento en el Perú prehispánico. *Arnaldoa*, 25(1), 127–140.  
<https://doi.org/10.22497/arnaldoa.251.25108>
- León, G., Crisostomo, T., González, M., Herrera, A., Pájaro, N., & León, D. (2022). Frutas como fuentes de moléculas bioactivas. [www.revistaavft.com](http://www.revistaavft.com)<https://orcid.org/0000-0002-2158-985X><https://orcid.org/0000-0003-2425-6804><https://orcid.org/0000-0002-9831-9663>
- López, E., & Rodríguez, M. (2022). Elaboración y evaluación sensorial de galletas a base de harina de cascara de pitahaya amarilla (*Selenicereus Megalanthus*) saborizada con albahaca (*Ocimum Basilicum*) y romero (*Rosmarinus Officinalis*). *MLS Health & Nutrition Research*, 1(1), 71–81. <https://orcid.org/0000-0001-5649-3711>
- Luquez, J., Pacheco, J., & Molinares, L. H. (2021). Modelización matemática desde la perspectiva contextualizada. *Revista Boletín Redipe*, 10(8), 463–480.  
<https://doi.org/10.36260/RBR.V10I8.1421>
- Ministerio de Agricultura Ganadería Acuacultura y Pesca. (2016). La política Agropecuaria. Hacia el desarrollo territorial rural sostenible 2015-2025. <https://faolex.fao.org/docs/pdf/ecu183434.pdf>
- Moreno, D. B., Rios, L. F. R., Galvez, L. F. P., Sanabria, C. H. O., & Ovalles, M. V. N. (2021). Relationship between air quality and incidence of respiratory diseases in communes 4, 6, 7 and 8 of the municipality of Cúcuta, Norte de Santander. *INGENIERÍA Y COMPETITIVIDAD*, 23(2), e2029698. <https://doi.org/10.25100/iyv.v23i2.9698>
- Murillo, C. R., Meza, O. ;, Cabrera, A. ;, & Manuel, J. (2004). *Agronomía Costarricense*. *Agronomía Costarricense*, 28(1), 47–55. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43628105>
- Organismo Nacional de Normalización en Colombia. (2003). Norma técnica colombiana. NTC 3554- Norma para la Pitahaya. CODEX STAN. [https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/ar/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandards%252FCXS%2B237-2003%252FCXS\\_237s.pdf](https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/ar/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandards%252FCXS%2B237-2003%252FCXS_237s.pdf)
- Orrego, C. E., Salgado, N., & Diaz, M. S. (2020). PRODUCTIVIDAD Y COMPETITIVIDAD FRUTICOLA ANDINA Producto 9. Estudio de mercado interno y externo de la fruta fresca y sus derivados. [www.fontagro.org](http://www.fontagro.org)



Palacios, W. (2020). Guía para la identificación de 24 especies no maderables.

[https://www.proamazonia.org/wp-content/uploads/2021/05/GUIA\\_ESPECIES\\_NO\\_MADERABLES\\_compressed.pdf](https://www.proamazonia.org/wp-content/uploads/2021/05/GUIA_ESPECIES_NO_MADERABLES_compressed.pdf)

Plaza, L. F. (2016). Modelación matemática en ingeniería. IE Revista de Investigación Educativa de La REDIECH, 7(13), 47–57.

[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2448-85502016000200047&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-85502016000200047&lng=es&nrm=iso&tlng=es)

Ramos, M. (2018). Obtención de vino Utilizando la caimarona uva de monte (*Pourouma cecropiifolia*).

<https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/RAMOS%20SALINAS%20MARCO%20ANTONIO.pdf>

Reyes, J., Aceves, E., Caamal, J., & Alamilla, J. (2018). Producción de guanábana (*Annona muricata* L.) En alta densidad de plantación, como alternativa para productores con superficies reducidas. 11, 37–42. <https://core.ac.uk/download/pdf/249321062.pdf>

Reyes, J., Banguera, D., & Abreu, R. (2024). Caracterización química y antioxidante del mucílago y la cáscara de uva de monte (*Pourouma cecropiifolia*) de la Amazonía Ecuatoriana.

<https://revmic.com/index.php/IC/article/view/64/104>

Ritva, R. D. C., & Encina, C. (2008). Determinación de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos de frutas nativas peruanas. Revista de La Sociedad Química Del Perú, 74(2), 108–124.

[http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1810-634X2008000200004&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2008000200004&lng=es&nrm=iso&tlng=es)

Rochina Cambo, S. Y. (2022). Manejo agronómico del cultivo de guanábana (*Annona muricata* L.), en el Ecuador. <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/13168>

Romero, M., & Sabando, R. (2002). Estudio de prefactibilidad para productos con potencial agroindustrial en la Península de Santa Elena: Uva de mesa.

<https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/3498/1/T-31472.pdf>

Sabando, A., Ugando, M., Cueva, E., Villalón, A., Mendoza, G., & Arias, J. (2016). Modelación productiva y pronósticos de las ventas del cultivo de la pitahaya en Ecuador. Revista Tecnología En Marcha, 29(8), 33. <https://doi.org/10.18845/TM.V29I8.2983>



- Salas Arreaga, C. D. (2018). Cultura vitivinícola y su desarrollo en la sociedad ecuatoriana. Centro Sur, 2(2), 28–36. <https://doi.org/10.31876/CS.V2I2.13>
- Sampiere, R. H., Collado, C. F., & Lucio, P. B. (2010). Metodología de la investigación. 656. [https://www.academia.edu/36750638/METODOLOGIA\\_DE\\_LA\\_INVESTIGACION\\_Hernandez\\_Fernandez\\_y\\_Babista\\_5ta\\_Edicion](https://www.academia.edu/36750638/METODOLOGIA_DE_LA_INVESTIGACION_Hernandez_Fernandez_y_Babista_5ta_Edicion)
- Sandoval, M. A., Leal, H. V., Chua, J. H., Nino, U. A. F., & Cruz, D. M. (2022). La didáctica del cálculo integral: el caso de los procedimientos de integración The Didactic of Integral Calculus: The Case of Integration Procedures A didática do cálculo integral: o caso dos procedimentos de integração. 13. <https://doi.org/10.23913/ride.v13i25.1245>
- SEPHU. (2010). CULTIVO DE LA GUANÁBANA Recomendaciones para solucionar problemas de Floración, Cuajado y Aborto de Flores. [https://www.interempresas.net/FeriaVirtual/Catalogos\\_y\\_documentos/81972/046---11.05.10--Cultivo-de-la-Guana--769-bana.pdf](https://www.interempresas.net/FeriaVirtual/Catalogos_y_documentos/81972/046---11.05.10--Cultivo-de-la-Guana--769-bana.pdf)
- Tomalá, R. (2022). "Modelado y simulación de la cadena de distribución con transbordo para la producción agrícola del cacao (Theobroma cacao L.), en el cantón Santa Elena, Ecuador [Universidad Estatal Península de Santa Elena]. <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/8341/1/UPSE-TII-2022-0004.pdf>
- Vargas, Y. B., Pico, J. T., Díaz, A., Sotomayor, D. A., Burbano, A., Caicedo, C., Paredes, N., Congo, C., Tinoco, L. A., Bastidas, S., Chuquimarca, J., Macas, J., & Viera, W. (2020). Manual del Cultivo de Pitahaya para la Amazonía Ecuatoriana. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, 6. <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5551>
- Verona, A., Urcia, J., & Paucar, L. M. (2020). Pitahaya (Hylocereus spp.): Cultivo, características físicoquímicas, composición nutricional y compuestos bioactivos. Scientia Agropecuaria, 11(3), 439–453. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2020.03.16>
- Villarreal, J. M., Alia, I., Hernández, M. A., Hernández, E., Marroquín, F. J., Núñez, C. A., & Campos, E. (2020). Caracterización in situ de guanábana (Annona muricata L.) en el Soconusco, Chiapas, México. Revista Chapingo Serie Horticultura, 26(3).



<https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2020.05.008>

Zapata, J. (2021). Propuesta de mejora en la gestión de producción y logística para incrementar la rentabilidad de una curtiembre, Trujillo 2020. Universidad Privada Del Norte.

<https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/28781>

