Horizonte Académico
Revista Multidisciplinaria
Recibido:09/11/2025 Aprobado:10/12/2025

DOI: https://doi.org/10.70208/3007.8245.v5.n3.294

Modelo matemático Gompertz ajustado para las vainas del cupesí Prosopis spp. en la región de Santa Cruz de la Sierra

Roberto Carlos Vera
robertormc@gmail.com
https://orcid.org/0000-0002-3335-9832
Facultad de Ciencias y Tecnología Universidad Evangélica Boliviana
Santa Cruz, Bolivia

Wilson Angel Gutiérrez Rodríguez
https://orcid.org/0000-0001-8188-1441
Facultad Técnica, Universidad Técnica de Oruro (UTO),
Oruro, Bolivia

Ángel Fernando Copa Bazán
anfecopa@gmail.com
https://orcid.org/0000-0001-5239-2729
Instituto de Investigaciones Agrícolas El Vallecito,
Universidad Autónoma Gabriel René Moreno
Santa Cruz, Bolivia

Paola Mercedes Parra Rojas
https://orcid.org/0000-0001-7219-0040
Carrera de Ciencias Ambientales
Universidad Autónoma Gabriel Rene Moreno (UAGRM)
Santa Cruz, Bolivia

Erwin Ricardo Torrico Uzqueda
https://orcid.org/0009-0007-0650-708X
Consultor en Ingeniería Agroindustrial
Cochabamba, Bolivia

RESUMEN

El fruto legumbre o vaina del cupesí (Psosopis spp.), es una planta nativa de la región de Santa Cruz, tomando en cuenta que este es considerado como un importante recurso alimenticio para los seres humanos y animales en territorios del chaco sudamericano, por esto; el presente documento planteo el desarrollo del objetivo de proponer un modelo matemático para determinar las principales variables física de las vainas del cupesí, en: tamaño, masa o peso y numero de semillas por vaina, basado en la ecuación de Gompertz. La metodología utilizada en este estudio fue la explicativa con observaciones cuantitativas y un corte transversal, donde se estudiaron 54 árboles, con un análisis estadístico de 3780 vainas. Los resultados, muestran un promedio de vainas entre 24 a 26 cm de longitud, masa o peso por vaina de 21 gr y con un promedio de 29 semillas por vaina. La heterogeneidad se atribuye a factores edáficos y ambientales, proporcionando tres ecuaciones matemáticas que permiten describir las variables de producción de vainas por del árbol de cupesí. En conclusión, se enfatiza que el arreglo matemático aportará información cuantitativa clave para estimar la productividad y manejo de esta especie, donde las ecuaciones permitirán proyecciones y optimizaciones de los rendimientos y aprovechamiento del fruto del cupesí para la región de Santa Cruz de la Sierra.

Palabras clave: Árbol de cupesi, Prosopis spp., ecuación de Gompertz, nutrición humana y animal, nativo

Gompertz Mathematical Model Adjusted for the Pods of the Cupesí Tree (Prosopis spp.) in the Santa Cruz de la Sierra

ABSTRACT

The legume fruit or pod of the cupesí tree (Prosopis spp.), a native plant of the Santa Cruz region, is considered an important food resource for humans and animals in the South American Chaco territories. Therefore, this document set out to develop the objective of proposing a mathematical model to determine the main physical variables of the cupesí pods—namely size, mass or weight, and number of seeds per pod—based on the Gompertz equation. The methodology used in this study was explanatory with quantitative observations and a cross-sectional approach, in which 54 trees were studied, with a statistical analysis of 3780 pods. The results show an average pod length of 24 to 26 cm, a mass or weight per pod of 21 g, and an average of 29 seeds per pod. The observed heterogeneity is attributed to edaphic and environmental factors. The study provides three mathematical equations that describe the production variables of pods from the cupesí tree. In conclusion, it is emphasized that this mathematical framework will provide key quantitative information for estimating the productivity and management of this species. The equations will enable projections and optimizations of yield and utilization of the cupesí fruit for the Santa Cruz de la Sierra region.

Keywords: Cupesi tree, Prosopis spp., Gompertz equation, human and animal nutrition, native

INTRODUCCIÓN

Dentro de la naturaleza existen una variedad de frutas y verduras que son consumidos por el ser humano para fortalecer la nutrición y con ello mejorar el metabolismo, en cuanto al desgaste energético que se tiene cotidianamente. En la actualidad la creciente sobre población el mismo que tiene un comportamiento exponencial cada año, origina una demanda de los alimentos en diferentes partes del planeta. En este entendido las organizaciones mencionan los siguientes aspectos: El periodo 2020-2024 marcó un agudo incremento en los precios de los alimentos solo comparable con la crisis de los años setenta, una la tendencia no se ha desvanecido del todo (ONU, 2025). Sin embargo, a esto se menciona que: El índice de precios de los alimentos de la FAO, muestra un promedio de 128,8 puntos en septiembre de 2025, ligeramente por debajo del nivel revisado de 129,7 puntos de agosto. Los descensos en los índices de los cereales, los productos lácteos, el azúcar y los aceites vegetales compensaron el aumento del índice de la carne. En general, el índice se ubicó 4,2 puntos (un 3,4 %) por encima de su nivel de septiembre de 2024, aunque se mantuvo 31,4 puntos (un 19,6 %) por debajo del nivel máximo alcanzado en marzo de 2022. (FAO O. d., 2020). Estos aspectos demuestran que existe una inflación de los precios de los alimentos sigue siendo moderadamente alto, donde los datos indican que se registra una inflación elevada en numerosos países de ingreso bajo y mediano: los índices de los precios agrícolas, de exportación y de los cereales subieron un 3%, un 6% y un 4%, respectivamente, donde la disminución de los índices de los precios de los cereales fue impulsada por la caída de los precios del maíz, el trigo y el arroz, que bajaron un 2%, un 3% y un 9%. En términos interanuales, los precios del maíz son un 5% más altos, mientras que los del trigo y el arroz son un 5% y un 34% más bajos. En comparación con enero de 2020, los precios del maíz son un 10% más altos, mientras que los del trigo y el arroz son un 7% y un 8% más bajos (Mundial, 2025)

Estos aspectos evidencian que la escasez de alimentos es un problema global crítico por la insuficiente necesidad alimentaria para la población, en un análisis retrospectivo la crisis climática ha contribuido a la escasez de alimentos, debido a los desastres naturales y las desigualdades socioeconómicas según datos del 2024, estadísticamente un promedio 783 millones de personas padecían hambre y la malnutrición conlleva graves problemas de salud, en los países en desarrollo (EBSCO, 2023). Ante esta

situación muchas regiones del planeta se han puesto en recuperar y estudiar los alimentos tradicionales del pasado, los cuales tienen mayores propiedades nutritivas en comparación con las que hoy en día se tienen. Entre la gran diversidad se tiene al algarrobo o conocido en la región del oriente boliviano como el Cupesí, conocido científicamente como especie del género Prosopis Chilensis, representa una de las plantas más versátiles y resilientes en ecosistemas áridos y semiáridos a nivel global (Contreras Porcia, y otros, 2024). Este árbol leguminoso, se distribuye ampliamente en varias regiones del planeta como: África, Asia, partes de Australia y América del sur, este árbol ha demostrado una notable capacidad de adaptación a condiciones extremas de sequía, salinidad y pobreza de suelos, convirtiéndose en un pilar ecológico y económico para comunidades locales (Gernah, Atolagbe, & Echegwo, 2007). Muchos estudios sobre al algarrobo evidencian su rol como especie pionera en la restauración de paisajes degradados, como también en múltiples beneficios nutricionales y medicinales, que hoy en día se está estudiando con mayor profundidad, especialmente en el contexto del cambio climático, donde las plantas contribuyen a la mitigación de la desertificación y la mejora de la biodiversidad (Cuentas Romero & Salazar Toledo, 2017)

De acuerdo las características particulares del algarrobo, este genera la leguminosa, fija el nitrógeno atmosférico en el suelo a través de simbiosis con bacterias rizobianas, enriqueciendo terrenos empobrecidos y facilitando el crecimiento de otras especies vegetales, donde pueden con mayor probabilidad a incrementar la fertilidad del suelo en un 20-50% en áreas invadidas (Arbolado, 2025). En regiones áridas de África y Asia, donde el Prosopis ha sido introducido para combatir la erosión, se ha observado una reducción en la pérdida de suelo y una mejora en la retención de agua, contribuyendo a la resiliencia de ecosistemas vulnerables, considerando que su follaje denso proporciona sombra y refugio para la fauna silvestre, promoviendo la biodiversidad en hábitats desérticos (Choo-Yong Ku & Shao-Quan , 2024). En el continente de Sudamérica, en las regiones del chaco de Argentina, Paraguay y Bolivia (GAMSC, 2025), distintas comunidades aplican los grandes beneficios para la agricultura, ganadería y sobre todo la alimentación desde tiempos ancestrales. Las vainas del Algarrobo son frutos que tienen grandes cantidades de nutrientes con elevados niveles de carbohidratos, proteínas, fibras dietéticas y minerales como: potasio, calcio y magnesio, por ello; la vaina se utiliza para elaborar harinas

que enriquecen productos horneados, mejorando el perfil aminoacídico al proporcionar lisina, un aminoácido limitante en granos (Castillejo, Gomez, Ribes, Barat, & Pérez-Esteve, 2025). Asimismo, estudios en el ámbito de la salud evidencian que el algarrobo tiene su rol en la fitoterapia, donde los extractos de hojas, corteza y vainas exhiben propiedades antioxidantes, antibacterianas y antiinflamatorias, atribuidas a compuestos como flavonoides, taninos y alcaloides (Arteaga González, Alzate Tamayo, & Jaramillo, 2008). Además, su alto contenido en fibras galactomananos promueve la salud intestinal, actuando como prebiótico y reduciendo el colesterol LDL (Doctores & Franquet, 2024). Bajo esta descripción las propiedades farmacológicas posicionan al algarrobo como un recurso valioso en la industria farmacéutica, con potencial para desarrollar suplementos naturales

Bajo estas condiciones descritas, es importante analizar los modelos matemáticos que han emergido como herramientas esenciales para comprender y optimizar los beneficios de las plantas, considerando la relación en su crecimiento, desarrollo y fruto (Jeffreys, 1946). Para esta situación muchos parten del modelo matemático de Gompertz, que permite ser una herramienta en el análisis del crecimiento de árboles, especialmente en especies de lento desarrollo y alta longevidad (Wang & Guo, 2024), como es el caso del algarrobo o Cupesí, donde la expresión matemática es:

$$Y_{(t)} = A * e^{(-\beta * e^{\alpha t})}$$

Donde: A, es el tamaño esperado

$\propto y\ \beta$, son constants que controlan la velocidad de crecimiento y carga o curvatura

t, es la edad o periodo de crecimiento

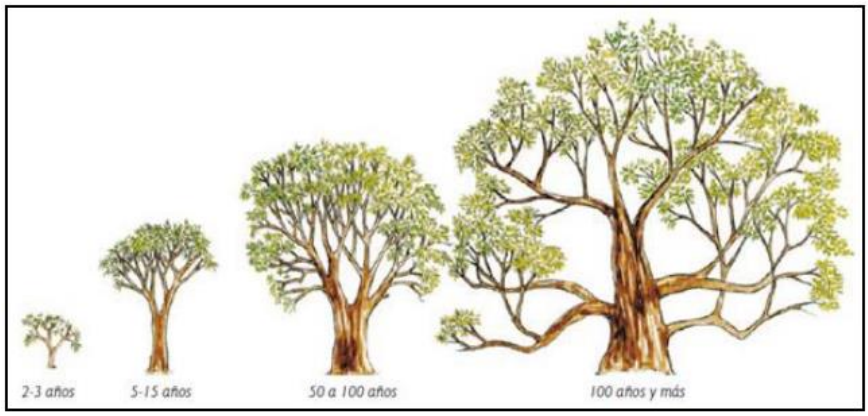
Este modelo permite representar la dinámica de crecimiento en altura, diámetro o biomasa en la tasa de crecimiento bajo el límite del tamaño máximo esperado. El modelo de Gompertz observadas y aplicadas en suelos áridos del chaco argentino permitió la determinación del índice de sitio y la proyección del rendimiento forestal. En otro documento de análisis matemático de Kees (Kees, Martín, Ewens, & Gómez, 2024), desarrolló la comparación de este modelo con otros como Weibull y Chapman-Richards, demostrando que el Gompertz ofrece un ajuste superior para el crecimiento en altura y diámetro de *Prosopis*, debido a su capacidad para representar mejor la fase de inflexión del

desarrollo. Sin embargo, desde un enfoque teórico, otros trabajos de investigación amplían el modelo hacia una perspectiva estocástica, introduciendo la variabilidad natural del crecimiento arbóreo mediante ecuaciones diferenciales estocásticas. Por lo tanto, este modelo Gompertz permite ser la base fundamental en el análisis de crecimiento y desarrollo del fruto del algarrobo o Cupesí de la región de Santa Cruz de la Sierra (Vera *et. al.* 2025), con el fin de estimar parámetros esenciales del crecimiento y con ello proyectar la productividad, donde este documento presenta una aproximación en base a datos experimentales para proporcionar un modelo integral útil para su producción.

MATERIALES Y MÉTODOS

Es importante señalar que dentro de este documento se analizó principalmente las características del Cupesí o algarrobo que están distribuidas en región de la ciudad de Santa Cruz de la Sierra, siendo este un árbol nativo de la región, asumiendo las características físicas de su desarrollo que pueden llegar a una altura máxima promedio de 9 metros ocupando un área considerable en su mayor longevidad, tal como se muestra en la siguiente figura:

Figura 1: Característica física del desarrollo del Cupesí o algarrobo



Nota: Extraído de UMSA, con fuente COOPI (2011), Proyecto; Chaco Rapére Fuente

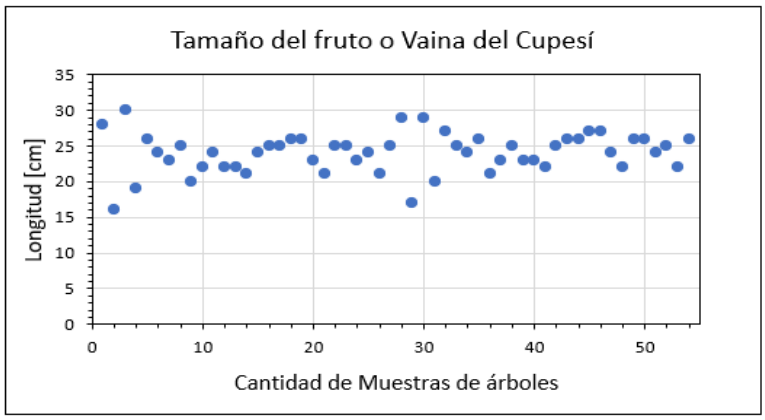
Bajo estos aspectos se aplicó una metodología explicativa basado en la observación del crecimiento de las vainas, aplicando un corte transversal para la evidencia del fruto. Ante esta descripción se analizaron de manera estadística 54 árboles de manera aleatoria y por conveniencia evaluadas en: 6to anillo (zona Sur), Av. Pirai de 4to a 5to anillo y radial 26 de 4to a 5to anillo, con el fin de cuantificar datos experimentales de: longitud, masa y número de semillas los frutos del algarrobo (blanco) o Cupesí

que permitan proponer un arreglo matemático a partir del análisis de la ecuación de Gompertz, para tal cometido se analizaron 70 muestras por cada árbol en los laboratorios de Ciencias y Tecnología de la Universidad Evangélica Boliviana (UEB), donde los instrumentos cumplen las normas de metrología, como: calibrador y balanza de precisión.

RESULTADOS

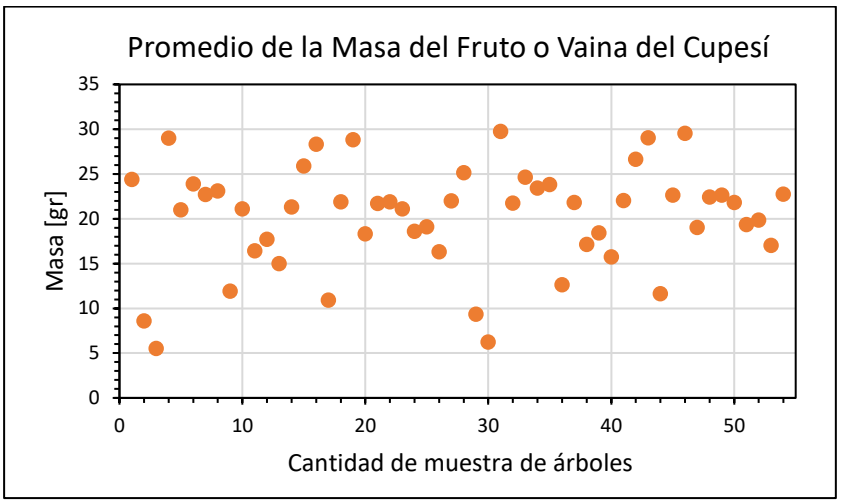
Ante el desarrollo de la valoración de muestras del fruto o vaina del Cupesí, los cuales fueron medidos en el laboratorio de ciencias y tecnología de la UEB, se tiene los siguientes resultados bajo un protocolo promedio estadístico en la muestra de 54 árboles.

Figura 2: Estadística de los valores del tamaño del fruto del Cupesí en Santa Cruz de la Sierra 2025



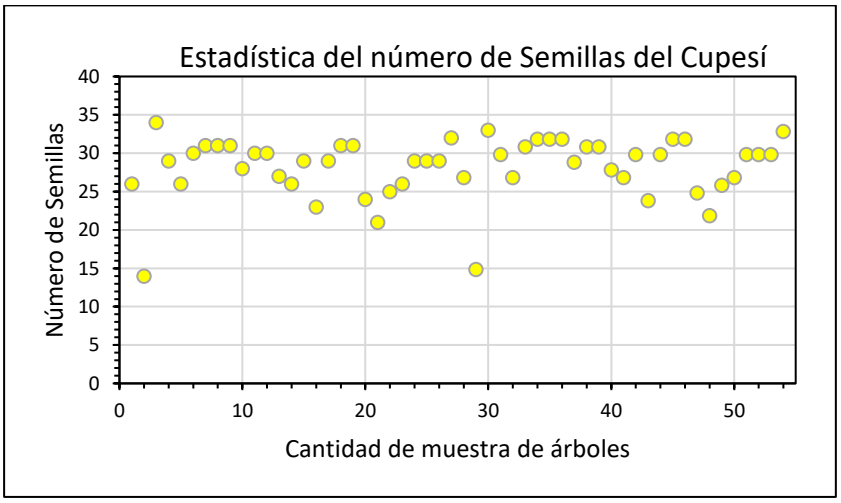
Estos valores descritos en la figura 2, muestran los resultados promedios de 3.780 observaciones para una cantidad de 54 árboles evaluados en su variable física de tamaño longitudinal de la vaina del Cupesí dentro de la región de Santa Cruz de la Sierra durante 2025. Estos valores evidencian que la longitud del fruto oscila en un promedio estadístico entre los 17 y 30 cm, con una dispersión moderada y una ligera tendencia a la estabilización alrededor de 25 cm a partir de las 20 muestras. Es importante considerar que la tendencia ascendente y/o descendente, implica que el tamaño promedio de 24–26 cm es representativo en esta población analizada.

Figura 3: Estadística de los valores de la Masa del fruto del Cupesí en Santa Cruz de la Sierra 2025



En esta figura 3, se presenta los valores de la masa del fruto o vaina del Cupesí donde los valores obtenidos muestran que están en el rango de 15 a 32 gr., se evidencia que existe una disminución sistemática que indica una heterogeneidad en la población, posiblemente asociada a gradientes ambientales (sombra, humedad del suelo, edad del árbol), es importante considera que cuando el fruto está en su pico no cosechado la uniformidad del peso es más uniforme que oscila entre los 29 a 32 gr., por lo que existe una homogeneidad fenotípica, por lo tanto se evidencia que el valor de un promedio de 21 gr. puede servir como una referencia de alto rendimiento.

Figura 4: Estadística de los valores del número de semillas del fruto del Cupesí en Santa Cruz de la Sierra 2025



En cuanto se refiere al análisis de las semillas del fruto del Cupesí en la figura 4, se muestra que existe una fluctuación entre unos 15 los no maduros y 35 semillas los madores para cosecha, en este se observó que el rango se estabiliza entre las 28 a 30 semillas siendo este el predeterminante. Además,

es importante considerar que esto se debe al tipo de ubicación geográfica donde se encuentra, resaltando los árboles que se encuentran con mayor humedad tienen más desarrolladas las semillas en su tamaño y su ancho de fruto.

En base a estos resultados y considerando la ecuación del modelo matemático de Gompertz, se desarrolló un ajuste a la ecuación con el fin de tener una ecuación matemática que permita la cuantificación de la masa, longitud y número de semillas, de esta manera se consideraron los análisis estadísticos con mayor frecuencia para determinar los siguiente:

Para la Longitud, se consideró el valor con mayor frecuencia que se encuentra en el rango de 24 a 27 cm:

$$f_{(L)} = 25.8\, e^{-e^{-0.095(n-12.5)}} \qquad \text{(II)}$$

Esta ecuación permite considerar que para un valor asintótico de 25.8cm, existe tasa de convergencia de 0.095 y un punto de inflexión de máxima estabilización de 12.5. Tome en cuenta que esta ecuación puede dar una aproximación del fruto en su longitud en su fase de fruto y su mayor desarrollo de la vaina.

Para el caso de la masa se tiene la siguiente relación como una aproximación:

$$f_{(m)} = 21.5 * e^{-e^{-0.068(n-18.3)}} \qquad \text{(III)}$$

En la presente ecuación (III) se obtuvo de un análisis de correlación considerando la heterogeneidad espacial dando como un resultado de repetición de un valor asintótico inferior de 21.5gr, bajo una tasa de decrecimiento 0.068 con un punto máximo en la caída de 18.3 que es el punto de inflexión donde la población dominante es más de un 80% tiene las mismas características de la vaina o fruto del Cupesí en la región de Santa Cruz de la Sierra.

Por otro lado, para el número de semillas por vaina se considera la siguiente relación:

$$f_{(s)} = 29.6 * e^{-e^{-0.1123(n-10.8)}} \qquad \text{(IV)}$$

La relación permite cuantificar en una aproximación el número de semillas que tiene la vaina del Cupesí con un valor asintótico en promedio de 29.6, la tasa de convergencia de 0.112 y un punto de inflexión de 10.8, la correlación de esta demuestra una eficiencia de un R^2 de 0.85, considerando que los valores

<20 o >30 semillas son atípicos donde puede existir una mayor probabilidad de estrés o genotipos extremos. De acuerdo con la ubicación geográfica donde se encuentra el árbol dentro de la ciudad de Santa Cruz de la Sierra.

DISCUSIÓN

Conforme a las ecuaciones descritas y los valores obtenidos de manera estadística en las mediciones efectuadas, se analiza la correlación conforma a las características similares de los árboles en dimensión donde las muestras tienen una similitos de las condiciones físicas que se describen de la siguiente manera.

Tabla 1: Tabla de ecuaciones para la aproximación de Longitud, Masa y numero de semillas para arboles de Cupesí de la ciudad de Santa Cruz de la Sierra

Variable	Ecuación	A	R2	Árboles con el 95% para A
Longitud	$f_{(L)} = 25.8\, e^{-e^{-0.095(n-12.5)}}$	25.8±1.2cm	0.78	29
Masa	$f_{(m)} = 21.5 * e^{-e^{-0.068(n-18.3)}}$	21.5±2.5 gr	0.82	32
Numero de Semillas	$f_{(s)} = 29.6 * e^{-e^{-0.1123(n-10.8)}}$	29.6±1.8 semillas	0.85	27

En base a estas tres ecuaciones descritas en la tabla 1, se confirma que el modelo matemático de Gompertz, se ajusta adecuadamente a las variables físicas de la longitud, masa y numero de semillas del fruto o vaina del Cupesí (algarrobo) en la región de Santa Cruz de la Sierra, misma que refleja valores asintóticos que reflejan el desarrollo natural de este producto nativo de la región. La evidencia científica de Bender y colaboradores (2015) (Bender, Araujo, Perreta, & Moglia, 2015) y muestra también que el modelo de Gompertz Resultados similares han sido reportados por Juárez de Galíndez et al. (2005) y Kees et al. (2018), evidenciaron la eficacia del modelo Gompertz para describir el crecimiento en planta de especies del género Prosopis, especialmente en zonas semiáridas, permitiendo estimaciones precisas en biomasa y rendimiento. Estos aspectos también indican una

heterogeneidad atribuida a factores ambientales como aspectos físicos y químicos del suelo, tomando en cuenta que los aspectos de fenología, morfología, producción y fisiología de las semillas de prosopis (FAO, 2024) evidencian que el ambiente incide en el proceso de maduración de la vaina (fruto del algarrobo) en distintas regiones, a esto se suman otros documentos que revelan una existencia en la variabilidad del fenotipo adaptadas a condiciones extremas de climas áridos o secos.

Todos estos aspectos brindan un apoyo a la producción del fruto del algarrobo o Cupesi denominado en la región de Santa Cruz de la Sierra, considerado como un árbol nativo. Además, desde un punto de vista nutricional este fruto presenta grandes cantidades de proteínas, carbohidratos, fibras y minerales, donde hoy en día se lo está estudiando con mayor profundidad en el valor nutritivo y su potencial uso farmacológico (Rurta del Algarrobo, Argentina, 2025). Estos aspectos abren grandes oportunidades para optimizar el cultivo y estas ecuaciones permiten estimar el rendimiento potencial para los usos agrícolas. Por lo tanto, estos modelos matemáticos de evaluaciones empíricas propuestos permiten tener un gran aporte bajo una herramienta cuantitativa para la gestión sostenible del Cupesí en la región de Santa Cruz de la Sierra.

CONCLUSIONES

El árbol de Cupesí o algarrobo de la región de Santa Cruz de la Sierra, presenta una relación matemática entre sí con las variables de su longitud, masa y numero de semillas, en la recolección se evidencio que este árbol es nativo de la región, donde su desarrollo y la temporada de su fruto es de manera natural siento este que esta esparcido por diferentes lugares geográficos de esta región. Se evidencio que todos estos árboles tienen características relacionadas entres si, donde a partir de la ecuación de Gompertz, se evidencio la convergencia de los promedios, donde los resultados evidencian la heterogeneidad entre estos árboles en base su fruto o vaina que se desarrolla en cada uno de estos.

Las ecuaciones proporcionadas para la longitud, masa y número de semillas, es un rasgo de homogeneidad el cual indica que el tamaño longitudinal es un rasgo poco influenciado por gradientes ambientales locales o por el orden de muestreo, siendo este su valor de referencia poblacional de 25.8±1.2 cm, el cual es útil para la cosecha. En cambio, para la masa presenta un valor promedio de 21.5±2.5 gr, este factor depende mucho de la posición del árbol considerando que los árboles que se

encuentran en lugares con poca humedad del suelo son los que tienen menores cantidades de desarrollo. Asimismo, la relación par el número de semillas, muestra una mayor estabilidad con un rango de 29.6±1.8 de semillas garantizando la alta capacidad de regeneración natural y la viabilidad para la producción.

Bajo esta descripción este estudio aporta a una característica cuantitativa del árbol del Cupesí de la región de Santa Cruz de la Sierra, aplicando el modelo de Gompertz de manera empírica, considerando la heterogeneidad edáfica en los aspectos de la biomasa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Contreras Porcia, L., Farías , L., Faúndez, J., Gelcich, S., Gómez, M., Martínez, C., . . . Villagrán, M. (2024). *Mareas verdes en la Bahía de Algarrobo.* Obtenido de https://biologia.uc.cl/media/2025/06/MAREAS_VERDES_BAHIA_ALGARROBO.pdf

Arbolado, G. d. (2025). *Algarrobo: un árbol de sabor dulce y nombre científico ceratonia siliqua.* Obtenido de https://www.guiadearbolado.com.ar/algarrobo-arbol-nombre-cientifico/#google_vignette

Arteaga González, D. M., Alzate Tamayo, L. M., & Jaramillo, Y. (2008). Propiedades farmacológicas del Algarrobo (Hymenaea courbaril Linneaus) de interés para la industria de alimentos. *Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal, 5*(2), 100-111. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/40905618_Propiedades_farmacologicas_del_Algarrobo_Hymenaea_courbaril_Linneaus_de_interes_para_la_industria_de_alimentos

Bender, A., Araujo, J., Perreta, M., & Moglia, J. (2015). Magnitudes dendrométricas de cuatro poblaciones de Algarrobo Blanco (Prosopis alba Griseb.) de diferentes edades. *FAVE sección de ciencias agrarias, 4*(1). Obtenido de https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1666-77192015000100002

Carlos Vera, R., Orellana Salas, L., Tapia Málaga, M., Chirveches Salguero, H., & Córdova Aramayo, M. V. (2024). Económica Circular a partir de la Basura Orgánica que minimiza el riesgo de la Salud Pública en la ciudad de Potosí. *Estudios Y Perspectivas Revista Científica Y Académica, 4*(3), 1801–1818. doi:10.61384/r.c.a.v4i3.512

Castillejo, N., Gomez, H., Ribes, S., Barat, J., & Pérez-Esteve, É. (2025). Redefinición de los subproductos de algarroba como ingredientes funcionales para los alimentos del futuro. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética, 29*(2). doi: https://doi.org/10.14306/renhyd.29.2.2450

Choo-Yong Ku, M., & Shao-Quan , L. (2024). Descubriendo la diferencia de sabor entre el cacao y la algarroba en los chocolates negros mediante análisis sensoriales instrumentales y descriptivos. *Investigación ALimentaria Internacional, 195*. doi:https://doi.org/10.1016/j.foodres.2024.114992

Cuentas Romero, M. A., & Salazar Toledo, A. I. (2017). De la especie al ecosistema; del ecosistema a la sociedad: revalorizando el algarrobo (ProsoPis Pallida) y el reto de su conservación en Lambayeque y en la costa norte del Perú. *Espacio y Desarrollo*. doi:10.18800/espacioydesarrollo.201702.006

Doctores, R. A., & Franquet, D. M. (2024). *El algarrobo, un árbol con mucho futuro*. Obtenido de https://raed.academy/el-algarrobo-un-arbol-con-mucho-futuro/

EBSCO. (2023). *escasez de alimentos*. Obtenido de https://www.ebsco.com/research-starters/nutrition-and-dietetics/food-shortages

FAO. (2024). *FENOLOGIA, MORFOLOGIA, PRODUCCION Y FISIOLOGIA DE LAS SEMILLAS DE PROSOPIS*. Obtenido de https://www.fao.org/4/q2180s/Q2180S04.htm

FAO, O. d. (2020). *Situación Alimentaria Mundial*. Obtenido de https://www.fao.org/worldfoodsituation/foodpricesindex/es

GAMSC, G. A. (2025). *Cupesí*. Obtenido de https://www.gmsantacruz.gob.bo/Mi-Ciudad/Arboles-de-la-Ciudad/Cupesi/

Gernah, D., Atolagbe, M., & Echegwo, C. (2007). Composición nutricional de la pulpa del fruto del algarrobo africano (Parkia biglobosa). *Revista de Alimento de Nigeria, 25*(1). doi:10.4314/nifoj.v25i1.33669

Goldin, A. (2022). *Neurociencia en la escuela: Guía amigable (sin bla bla) para entender cómo funciona el cerebro durante el aprendizaje*. Siglo XXI Editores. doi: https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=4bBsEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT7&dq=la+pr

ivaci%C3%B3n+del+sue%C3%B1o+y+la+memoria,+atenci%C3%B3n+y+emociones&ots=xlULCzD5RV&sig=tzeasBbLJFvpo73mf4bvvYvWzcc

Jeffreys, H. (1946). Una forma invariante para la probabilidad a priori en problemas de estimación. *Mathematical, Physical and Engineering Sciences, 186*. doi: https://doi.org/10.1098/rspa.1946.0056

Kees, S., Martín, Z., Ewens, M., & Gómez, A. (2024). *El cultivo del algarrobo en Argentina*. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Sebastian-Kees

Mundial, G. B. (2025). *Últimos datos sobre la seguridad alimentaria, 22 de septiembre de 2025*. Obtenido de https://www.bancomundial.org/es/topic/agriculture/brief/food-security-update

ONU, O. d. (2025). Obtenido de Los precios de los alimentos escalan dramáticamente debido a una combinación de crisis globales: https://news.un.org/es/story/2025/07/1540216

Rurta del Algarrobo, Argentina. (Septiembre de 2025). *Ruta del Algarrobo en San Juan: Historia, Usos y Sabores de un Tesoro Ancestral*. Obtenido de https://www.rutadelalgarrobo.com.ar/ruta-del-algarrobo-san-juan/

Tenajas, R., & Miraut, D. (2023). Sin bajar la guardia: El impacto de la privación del sueño en los futuros médicos. *Revista Médica Herediana, 34*(3), 182-183. doi: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1018-130X2023000300182&script=sci_arttext&tlng=pt

Vera, R. (2017). Evaluación de los niveles de radiación no ionizante en la ciudad de Santa Cruz de la Sierra (Distrito 1). *I3+, 3*(2), 26-49. doi:10.24267/23462329.217

Vera, R. C., Parra Rojas, P. M., Galleguillos Pacheco, D. A., & Córdova Aramayo, M. V. (2025). Análisis de variables meterorologicas en los humedales de la region de Santa Cruz de la Sierra. *Horizonte Académico, 5*(2), 528–547. doi:10.70208/3007.8245.v5.n2.172

Wang, J., & Guo, X. (2024). El modelo de Gompertz y sus aplicaciones en el crecimiento microbiano y la cinética de la bioproducción: pasado, presente y futuro. *Avance y Biotecnología, 72*(2296). doi:10.1016/j.biotechadv.2024.108335