



Ciencia Latina
Internacional

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), noviembre-diciembre 2024,
Volumen 8, Número 6.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i6

**MODELO DE REGRESIÓN MÚLTIPLE PARA
PREDECIR EL VOLUMEN MADERABLE DE
ÁRBOLES DE EUCALIPTUS DEL PARQUE
FORESTAL AYLAMBO DE LA UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CAJAMARCA**

**MULTIPLE REGRESSION MODEL TO PREDICT THE TIMBER
VOLUME OF EUCALYPTUS TREES IN THE AYLAMBO
FOREST PARK OF THE NATIONAL UNIVERSITY OF
CAJAMARCA**

José Alejandro Romero Rojas

Universidad Nacional de Cajamarca

Segundo Sánchez Tello

Universidad Nacional de Jaén

Luis Gaitán Guerra

Universidad Nacional de Cajamarca

Guillermo Alejandro Chávez Santa Cruz

Universidad Nacional de Jaén

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i6.15683

Modelo de Regresión Múltiple para Predecir el Volumen Maderable de Árboles de Eucaliptus del Parque Forestal Aylambo de la Universidad Nacional de Cajamarca

José Alejandro Romero Rojas¹jromeror_epg24@unc.edu.pe<https://orcid.org/0009-0002-2527-1045>

Universidad Nacional de Cajamarca

Perú

Segundo Sánchez TelloSegundo.sanchez@unj.edu.pe<https://orcid.org/0000-0003-4031-9430>

Universidad Nacional de Jaén

Perú

Luis Gaitán Guerralgaitan@unc.edu.pe<https://orcid.org/0000-0003-0453-8396>

Universidad Nacional de Cajamarca

Perú

Guillermo Alejandro Chávez Santa Cruzgachavezsc@unach.edu.pe<https://orcid.org/0009-0000-3133-1652>

Universidad Nacional de Jaén

Perú

RESUMEN

La presente investigación aplicada tiene por finalidad predecir el volumen maderable de árboles de eucalipto del Parque Forestal Aylambo de la Universidad Nacional de Cajamarca. Desarrolla un modelo de regresión múltiple para predecir el volumen maderable de eucaliptos. Este análisis es crucial para la gestión sostenible de los recursos forestales, ya que la estimación precisa del volumen maderable es esencial para las actividades relacionadas con el aprovechamiento forestal. El objetivo del estudio ha sido desarrollar un modelo que permita predecir el volumen maderable a partir de variables como la circunferencia y la altura comercial. La metodología tiene un enfoque cuantitativo con un diseño correlacional y predictivo, analizando una muestra de 293 árboles. Se recolectaron datos sobre circunferencia, altura total y altura comercial. El análisis se realizó con herramientas estadísticas como SPSS y R Studio, aplicando regresión múltiple para identificar las variables más relevantes. Los resultados mostraron una alta correlación positiva entre las variables independientes Longitud de la circunferencia de los árboles a la altura del pecho y la altura maderable para predecir el volumen maderable para su comercialización. El modelo de regresión múltiple demostró ser confiable, explicando el 75.9% de la variabilidad en el volumen maderable. Las pruebas estadísticas confirmaron la significancia del modelo con un alto grado de confianza. Concluyendo que el estudio proporciona un método estadístico efectivo para estimar el volumen maderable de eucaliptos, contribuyendo a una mejor gestión forestal y prácticas sostenibles en la región de Cajamarca, Perú.

Palabras Claves: regresión múltiple, eucaliptus, volumen comercial, altura comercial

¹ Autor principal

Correspondencia: jromeror_epg24@unc.edu.pe.

Multiple Regression Model to Predict the Timber Volume of Eucalyptus Trees In The Aylambo Forest Park of the National University of Cajamarca

ABSTRACT

This applied research aims to predict the timber volume of eucalyptus trees in the Aylambo Forest Park of the National University of Cajamarca. It develops a multiple regression model to predict the timber volume of eucalyptus trees. This analysis is crucial for the sustainable management of forest resources, as an accurate estimation of timber volume is essential for forestry-related activities. The study's objective was to develop a model that allows predicting timber volume based on variables such as circumference and commercial height. The methodology has a quantitative approach with a correlational and predictive design, analyzing a sample of 293 trees. Data was collected on circumference, total height, and commercial height. The analysis was performed using statistical tools like SPSS and R Studio, applying multiple regression to identify the most relevant variables. The results showed a high positive correlation between the independent variables of tree circumference at breast height and commercial height to predict timber volume for commercialization. The multiple regression model proved reliable, explaining 75.9% of the variability in timber volume. Statistical tests confirmed the model's significance with a high degree of confidence. In conclusion, the study provides an effective statistical method for estimating the timber volume of eucalyptus trees, contributing to better forest management and sustainable practices in the Cajamarca region, Peru.

Keywords: multiple regression, eucalyptus, commercial volume, commercial height

Artículo recibido 10 noviembre 2024

Aceptado para publicación: 15 diciembre 2024



INTRODUCCIÓN

Para el aprovechamiento forestal ya sea de bosques naturales o plantaciones es necesario conocer el volumen de madera que se va a obtener de una determinada población de individuos que están en condiciones de ser aprovechados es decir que tengan los diámetros mínimos de corte según la especie y fustes apropiados que garanticen una producción maderable rentable en todo el proceso de transformación. Es por eso que; la investigación tiene como objetivo principal desarrollar un modelo de regresión múltiple que permita predecir de manera precisa el volumen maderable de Eucaliptus del Parque Forestal Aylambo de la Universidad Nacional de Cajamarca. Este objetivo se centra en una característica esencial del manejo forestal sostenible, ya que la predicción precisa del volumen maderable es vital para la planificación y ejecución de actividades relacionadas con el aprovechamiento de los recursos del bosque. Para alcanzar este propósito, se tomarán en cuenta diversas variables independientes que son significativas, como la circunferencia del árbol medida en metros y la altura comercial en metros, las cuales son factores directos que influyen directamente en el volumen de madera que puede ser efectivamente cosechado. A través de este estudio, se busca contribuir de manera significativa al conocimiento científico en el área de la silvicultura, proporcionando un método estadístico preciso y confiable para estimar el volumen maderable de esta especie forestal muy importante en región de Cajamarca - Perú, la cual es tan utilizada en la industria maderera y que juega un papel relevante en la economía local y regional. Además, se espera que los resultados obtenidos puedan servir como una herramienta útil para profesionales del sector, ayudando no solamente a optimizar la gestión y el aprovechamiento de los recursos forestales, sino también a implementar prácticas más sostenibles y responsables en el manejo de los bosques. En este sentido, a continuación, se presentarán los antecedentes relevantes que apoyan la necesidad de este estudio, así como la justificación del mismo, los objetivos específicos que se persiguen y la estructura general que guiará el desarrollo de este trabajo de investigación. Estos elementos resultarán esenciales para comprender la importancia de la evaluación del volumen maderable, así como el impacto crucial que tiene en la sostenibilidad de los recursos naturales a largo plazo. Esto permitirá no solo una mejor gestión de los recursos, sino también una mayor conciencia sobre la conservación de los ecosistemas forestales.

El análisis de regresión múltiple es una herramienta estadística confiable para evaluar la relación entre



múltiples variables independientes (longitud de la circunferencia de árbol y la altura de mismo) y el volumen maderable.

Objetivos De La Investigación

General:

Desarrollar un modelo de regresión múltiple que permita predecir de manera precisa el volumen maderable de árboles de eucalipto a partir de variables dendrométricas fácilmente medibles en campo (circunferencia y altura comercial).

Específicos:

- a. Identificar y cuantificar la relación entre la circunferencia y la altura comercial de los árboles de eucalipto con el volumen maderable.
- b. Evaluar la capacidad predictiva del modelo de regresión múltiple propuesto.
- c. Determinar la contribución relativa de cada variable independiente en la predicción del volumen maderable.

HIPÓTESIS

General:

Existe una relación estadísticamente significativa entre la circunferencia y la altura comercial de los árboles de eucalipto y su volumen maderable.

Específicas:

- a. A mayor circunferencia y altura comercial, mayor será el volumen maderable de los árboles de eucalipto.
- b. La circunferencia y la altura comercial explican una proporción significativa de la variabilidad del volumen maderable en los árboles de eucalipto.

MARCO TEÓRICO

El marco teórico que sustenta esta investigación aplicada se basa en el análisis de regresión múltiple se presenta como una herramienta eficiente para evaluar la relación entre múltiples variables independientes y dependiente. Este enfoque permite identificar cuáles indicadores son más significativos en diferentes sectores (De la fuente, Santiago 2011).

El objetivo básico del análisis de regresión consiste en especificar y estimar un modelo de relación entre

las variables relativas a una determinada cuestión conceptual.

Novales, Alfonso, (2010). En definitiva, los análisis de correlación y de regresión proporcionan respuestas similares acerca de la evolución conjunta de dos variables (o más de 2 variables, en el caso de la regresión múltiple). El análisis de correlación, basado estrictamente en el cálculo del coeficiente de correlación de Pearson, facilita el grado y signo de la asociación, pero no proporciona una idea acerca de la forma funcional de dicha relación, ni tampoco su dirección. Esta, que sí se obtiene con el análisis de regresión, es una ventaja del mismo, pero está condicionada a que se satisfagan las hipótesis del modelo de regresión lineal, que condicionan la validez del método MCO para la estimación del modelo lineal de regresión: así, si a) la verdadera función de relación entre variables, que el analista desconoce, es realmente lineal, b) no se omiten variables explicativas relevantes, c) el término de error del modelo no tiene media significativa, d) ni sus valores para distintas observaciones están correlacionados entre sí, e) si su varianza es la misma para todas las observaciones, y f) si no existe una relación causal de Y hacia X, entonces el análisis de regresión mediante la estimación de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) está plenamente justificada y será conveniente utilizarlo, por cuanto que nos proporciona más información que el mero análisis de correlación.

La regresión múltiple es una técnica tradicional utilizada para predecir el volumen de madera basándose en variables como el diámetro a la altura del pecho (DBH) y la altura total (Ht). En estudios comparativos, modelos como el de Schumacher-Hall han demostrado ser efectivos en la estimación puntual del volumen de madera, superando a otros modelos en varios criterios de rendimiento. (Ortega, Ereik, Vaides, Eedwin (2023). Sin embargo, la precisión de estos modelos puede verse afectada por la variabilidad interespecífica y el tamaño específico de las especies.

García, Dora, Sáenz-, J T rinidad, Rueda, Agustin (2021). Menciona que la medición de las alturas y diámetros de los árboles son fundamentales en la evaluación, modelización y gestión forestal. Utilizando el del paquete estadístico SAS realizó la predecir del volumen fustal, sin derribo de árboles, en plantaciones de *Swietenia macrophylla* King de una muestra consistió de 32 árboles. El autor encontró valores significativos para la predicción, afirma la eficiencia del modelo.

Pantoja, Bryan, Salazar Eduardo (2023). Determinó una función de ahusamiento para el cálculo de volumen 36 árboles de *Gmelina Arborea*, perteneciente a la empresa ARBORIENTE S.A., cantón

Loreto, provincia de Orellana; para estimar el diámetro a diferentes alturas del fuste, el volumen comercial y total se utilizaron diversas variables. Las funciones fueron ajustadas mediante la estimación simultánea a partir de la información completa de mínimos cuadrados ordinarios (MCO), en regresión lineal y no lineal. Las pruebas de bondad de ajuste consistieron en comparar los estadísticos; raíz del cuadrado medio del error (REMC), Coeficiente de determinación (R^2), el sesgo medio del error (E), criterio de información de Akaike (AIC). Obtuvo un valor de R cuadrado de 0,99999. Se recomendó realizar este estudio en diferentes zonas del Ecuador y realizar estudios complementarios.

Todos los investigadores afirman que los modelos de regresión lineal y múltiple son eficientes y confiables para predecir variables dependientes a partir de una o más variables independientes; es así que para ésta investigación aplicada se optó utilizar el modelo de regresión lineal múltiple utilizando 2 variables independientes.

Riaño, Orlando, Lizarazo, Ivan. (2017). Mencionan que el volumen comercial se calcula utilizando la altura comercial (H_c), que es la parte del tronco que se puede utilizar para madera:

$$V_c = G \times H_c \times f$$

Donde:

G = Área basal del tronco (m^2), calculada como:

$$G = \frac{\pi}{4} (DPA)^2$$

Donde: El DAP se calcula conociendo la longitud de la circunferencia del árbol a la altura del pecho. $C = 2\pi R$

$$C = 2\pi \frac{DAP}{2}$$

$$DAP = \frac{C}{\pi}$$

Donde:

$$\pi/4 = 0.78539816 \text{ (Constante)}$$

DAP = es el diámetro del árbol a la altura del pecho en m (1.30 del suelo).

C = Longitud de la circunferencia del árbol a la altura del pecho en m. ($C = 2\pi R$)

R = radio de la circunferencia del árbol a la altura del pecho en m. ($DAP/2$)

V_c = Volumen comercial del árbol (m³).

H_c = Altura comercial del árbol (en metros)

F = Factor mórfico (Factor de forma)

METODOLOGÍA

La metodología empleada en la investigación se fundamenta en un enfoque cuantitativo que utiliza un diseño correlacional y predictivo, a través de la aplicación de modelos de regresión múltiple, con el objetivo de medir y analizar las relaciones entre las variables objeto de estudio. Para ello, se seleccionó aleatoriamente una muestra representativa de 293 árboles de Eucaliptus de diversas parcelas forestales. Se procedió a la recolección de datos relativos, la longitud del árbol, el diámetro a la altura del pecho (DAP), la altura total y la altura comercial. Posteriormente, se implementaron técnicas estadísticas para ajustar el modelo de regresión múltiple de las variables independientes, lo que permitió identificar las variables más relevantes en la predicción del volumen maderable. Se llevaron a cabo análisis de datos recolectados de diversas especies de Eucaliptus, además de aplicar técnicas estadísticas que validaron la relevancia de las variables seleccionadas y se realizaron pruebas de hipótesis para determinar la significancia de los resultados obtenidos. Este estudio sigue un diseño no experimental, dado que no se manipularán las variables independientes. Este enfoque nos proporcionó información valiosa sobre la relación existente entre la circunferencia del árbol, la altura comercial y el volumen maderable de los árboles de Eucaliptus.

Los datos fueron obtenidos de manera completamente aleatoria de las diferentes parcelas, sin seguir un patrón específico en particular, con el objetivo de asegurar la máxima calidad del análisis, tanto desde el ámbito estadístico como en el econométrico. Este enfoque asegura que los resultados reflejen de forma precisa la realidad del fenómeno que se estudia. El análisis se llevó a cabo utilizando técnicas de regresión múltiple, lo que permite identificar de manera efectiva las variables más significativas que afectan el volumen maderable y su relación. El software utilizado ha sido el SPSS y el R Studio, conocido por su potente capacidad de análisis, y el R para la aplicación del Modelo de Regresión Múltiple. Se incluyeron la longitud de del árbol, el diámetro del tronco a la altura del pecho (DAP) la altura del árbol, la altura. Además, se llevó a cabo un proceso de validación cruzada para evaluar la precisión y la capacidad predictiva del modelo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Analizando los datos de las variables de los Árboles de Eucaliptus del Parque Forestal Aylambo de la Universidad Nacional de Cajamarca en estudio Cajamarca encontramos los siguientes resultados:

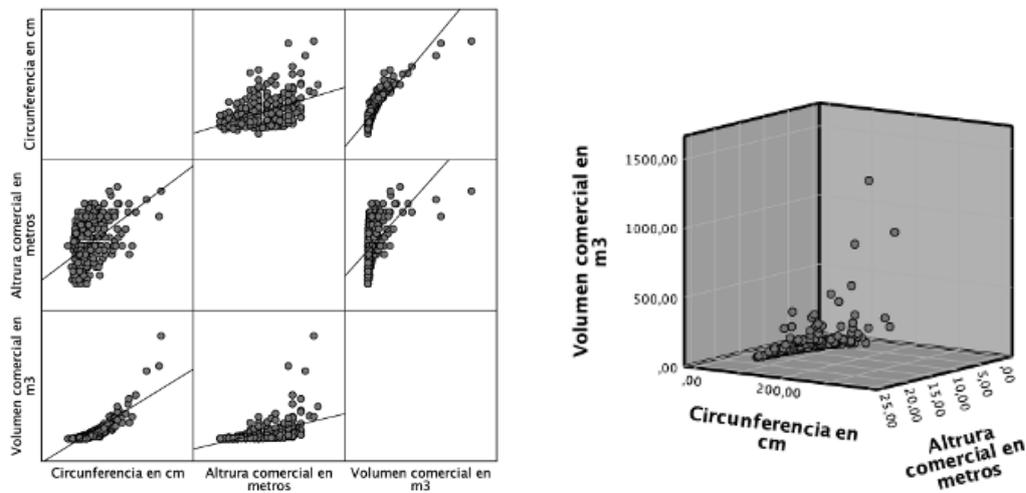
Tabla N° 1. Estadísticos Descriptivos

		Circunferencia en m.	Altura comercial en metros	Volumen comercial en m ³
N	Válido	293	293	293
	Perdidos	0	0	0
Media		91,9010	10,2833	73,6860
Error estándar de la media		3,18702	,31400	8,56961
Mediana		76,0000	10,0000	26,0000
Moda		45,00 ^a	10,00	7,00
Desv. Desviación		54,55304	5,37482	146,68806
Varianza		2976,035	28,889	21517,387
Asimetría		1,865	,230	5,338
Error estándar de asimetría		,142	,142	,142
Curtosis		4,602	-,910	38,261
Error estándar de curtosis		,284	,284	,284
Rango		351,00	23,00	1462,00
Mínimo		14,00	1,00	1,00
Máximo		365,00	24,00	1463,00
Suma		26927,00	3013,00	21590,00

Nota. - Elaboración propia.

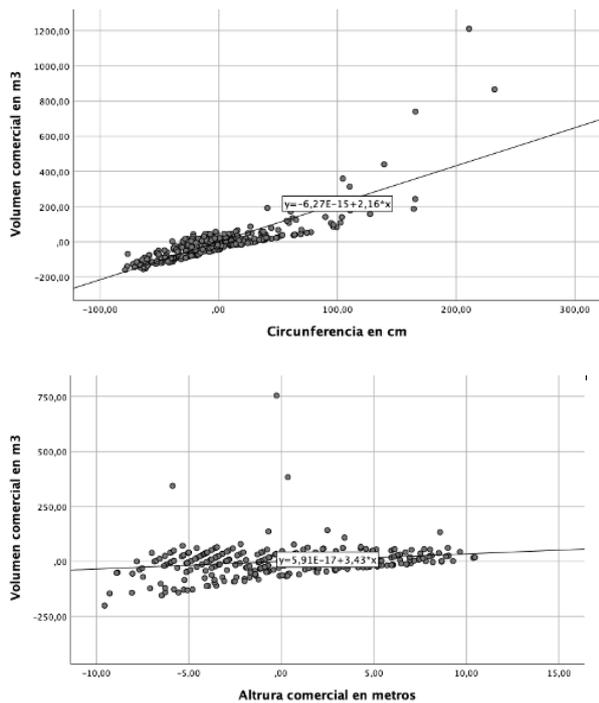
La tabla N° 1 nos muestra las estadísticas descriptivas de las variables en estudio para los 293 árboles de eucaliptus estudiados, las medidas son variadas por tratarse variables diferentes en sus unidades de medida

Grafica No. 1.- Regresiones parciales y múltiples de las variables



Nota. - Elaboración Propia. Las gráficas de dispersión simple y tridimensional no indican que existe correlación entre la variable. Y éstas son altamente significativas.

Grafica No. 2.- Regresiones parciales de las variables independientes



Nota. - Elaboración Propia. Las gráficas de dispersión simple y tridimensional no indican que existe correlación entre la variable. Y éstas son altamente significativas.

Tabla N^a 2. Correlaciones parciales de las variables

	Circunferencia en m.	Altura comercial en metros	Volumen comercial en m3
Circunferencia en Correlación de Pearson	1	,482**	,865**
m. Sig. (bilateral)		,000	,000
Suma de cuadrados y productos vectoriales	869002,130	41292,215	2020053,894
Covarianza	2976,035	141,412	6917,993
N	293	293	293
Altura comercial Correlación de Pearson	,482**	1	,513**
en metros Sig. (bilateral)	,000		,000
Suma de cuadrados y productos vectoriales	41292,215	8435,488	118174,061
Covarianza	141,412	28,889	404,706
N	293	293	293
Volumen Correlación de Pearson	,865**	,513**	1
comercial en m3 Sig. (bilateral)	,000	,000	
Suma de cuadrados y productos vectoriales	2020053,894	118174,061	6283077,113
Covarianza	6917,993	404,706	21517,387
N	293	293	293

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Nota. - Elaboración propia. Programa estadístico SPSS. Se observa que las variables independientes son altamente significativas con un grado de confianza del 99%, confirmando el análisis gráfico.

EL gráfico 1 y 2 de correlación matricial y la correlación de Pearson y la tabla 2 nos indica que existe alta correlación positiva entre Volumen comercial en m3 y Circunferencia en m., altura comercial en metros. Afirmando que variables independientes tiene una influencia positiva en el Volumen comercial en m3, a mayor longitud de la circunferencia del árbol y mayor altura existe mayor volumen como se planteaba en la hipótesis.

Tabla N° 3.- Resumen del Modelo^b de Regresión Múltiple

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	Durbin-Watson
1	,871 ^a	,759	,758	72,18937	1,825

a. Predictores: (Constante), Circunferencia en m., altura comercial en metros

b. Variable dependiente: Volumen comercial en m³

Nota. - Elaboración propia. El Coeficiente de determinación $R^2 = 0,759$ es nos explica alta influencia de las variables

Tabla N° 4. ANOVA^a del modelo de Regresión Múltiple

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	4771798,572	2	2385899,286	457,831	,000 ^b
	Residuo	1511278,540	290	5211,305		
	Total	6283077,113	292			

a. Variable dependiente: Volumen comercial en m³

b. Predictores: (Constante), altura comercial en metros, Circunferencia en m..

Nota. - Elaboración propia. El Tes de Fisher nos indica que el Modelo de Regresión Múltiple es altamente significativas con un grado de confianza del 99%

El coeficiente de Determinación R^2 (0.759) de modelo de regresión múltiple de la tabla N° 3 nos indica que existe una alta correlación, es así que las variables independientes: longitud de la circunferencia a la altura de pecho y a la altura comercial en m. explica el 75.9 % de volumen maderable en m³. Es decir, el modelo de regresión múltiple es confiable para determinar el volumen maderable de los eucaliptus en la zona de estudio.

Analizando la misma tabla N° observamos que el test de Durbin-Watson es 1.825 no indica que no esté colinealidad entre las variables

El ANOVA (prueba de Fisher) del modelo de regresión múltiple de la tabla N° 4 nos indica que existe una relación significativa en el volumen maderable longitud de la circunferencia a la altura de pecho y a la altura comercial.

Tabla N° 5. Coeficientes del modelo de Regresión Múltiple

Modelo	Coeficientes estandarizados		no Coeficientes estandis		Sig.	Estadís colinealidad Tolerancia
	B	Desv. Error	Beta	t		
1 (Constante)	-160,223	9,829		-16,301	,000	
Circunferencia en m.	2,162	,088	,804	24,454	,000	,767
Altura comercial en metros	3,427	,897	,126	3,820	,000	,767

Nota. - Elaboración propia. La prueba estadística de los Coeficiente es altamente significativas con un grado de confianza del 99%

La regresión lineal múltiple se fundamente en la suposición de que existe una relación lineal entre la variable dependiente Y (Volumen comercial) y un conjunto de variables independientes X1, X2, Xn.

La cuál podemos representarla en el modelo.

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_3 + \beta_n X_n + \epsilon$$

Donde:

Y = es la variable dependiente (Volumen comercial en m3).

Xi = son las variables independientes (Circunferencia en m., altura comercial en metros).

β_i = Son los coeficientes que representan el impacto de cada variable independiente sobre Y.

n = número de variables

ϵ = es el término de error, que captura la variabilidad en Y no explicada por las variables independientes

Xi

Este modelo de regresión lineal múltiple nos sirve para estimar predicciones.

Y (Volumen en m3) = -160,223+ 2,162 Circunferencia en m. + 3,427 altura comercial en metros

β_0 = -169. 233, constante del modelo.

β_1 = 2.162; Por cada m. que se incrementa la longitud de la circunferencia del árbol de eucalipto, el volumen comercial se incremente en 2.162 m3, (por cada cm. que se incrementa la longitud de la circunferencia de árbol el volumen comercial se incrementa en 0.02162 m3) .

$\beta_2 = 3,427$; por cada m. que se incrementa la altura comercial en m. el volumen comercial del eucalipto el volumen comercial se incrementa en 3.427 m³

CONCLUSIONES

La presente investigación permitió analizar la influencia de la longitud de los árboles a la altura del pecho (DAP) en el volumen comercial maderable en m³ de los árboles de eucalipto del Parque Forestal Aylambo de la Universidad Nacional de Cajamarca en estudio Cajamarca mediante el modelo de regresión múltiple y cumplir el objetivo propuesto Desarrollar un modelo de regresión múltiple que permita predecir el volumen maderable en metros cúbicos de árboles de Eucaliptus a partir de la longitud de la circunferencia del árbol y la altura comercial y aceptar la Hipótesis que Existe una relación estadísticamente significativa entre la circunferencia y la altura comercial de los árboles de eucalipto y su volumen maderables.

La utilización del modelo de regresión múltiple para estimar el volumen comercial facilita la estimación del volumen comercial maderable en campo de manera más rápida y eficiente.

Los hallazgos más relevantes incluyen que la influencia de la longitud de los árboles a la altura del pecho (DAP) tiene un $R^2 > 0.75$, y formular un modelo de regresión múltiple confiable para predecir estimaciones del volumen comercial de árboles de eucaliptos. La metodología utilizada puede servir como base para estimaciones de otras especies en otras regiones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Amat, Joaquín (2023). Regresión Lineal Múltiple con Python

<https://cienciadedatos.net/documentos/py10b-regresion-lineal-multiple-python>

Diaz, Giancaflo, Vela, Mauro (2024). Factor de forma de Couratari macrosperma AC Sm. en un bosque de terraza alta, sector Gamitana–Las Piedras, Madre de Dios, repositorio.unamad.edu.pe. unamad.edu.pe. 87 pags

De la fuente, Santiago (2011). Regresión lineal Múltiple, Universidad Autónoma de Madrid, https://www.fuenterrebollo.com/Economicas/ECONOMETRIA/MULTIVARIANTE/REGRE_MULTIPLE/regresion-multiple.pdf. 55 pag.

Castro , Tomas, Clar, Miquel, Suriñah, Jordi (2016)- Modelo de Regresión Lineal Múltiple . Universidad Abierta de Cataluña.



https://openaccess.uoc.edu/bitstream/10609/71665/5/Econometr%C3%ADa_M%C3%B3dulo%201_Modelo%20de%20regresi%C3%B3n%20lineal%20m%C3%BAltiples%20especificaciones%20y%20contraste.pdf 80 pgs.

García, Dora, Sáenz-, J Trinidad, Rueda, Agustín (2021). Tablas de volumen de *Swietenia macrophylla* en plantaciones forestales del occidente de México, *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales* 17(1): 31-39, 2021. itson.edu.mx

Guzmán, Juan. Aguirre, Oscar, Jimenes, Javier & Vargas, Benedicto, (2020). Estimación de volumen de *Abies religiosa*, Colombia 2020 - scielo.org.co. (Kunth) Schltdl. & Cham. en diferentes entidades federativas de México. scielo.org.co

Flores, Tania, Rojas Jhordan (2021). Evaluación del concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ reforzado con fibras de *guadua angustifolia* Kunt, para mejorar su resistencia a la compresión. Moyobamba 2020-2021, - repositorio.ucv.edu.pe. . ucv.edu.pe 87. 86 pag.

López, Luis González, Márquez, Rosano (2024) Integración vertical a la cadena productiva forestal por ejidos de la región Chignahuapan-Zacatlán en Puebla - scielo.org.mx. . scielo.org.mx

Llactas, Efrain (2023) Rendimiento de la madera rolliza en la elaboración de parihuelas en la Morada-Huanúco. repositorio.unas.edu.pe. unas.edu.pe. 67 pag

Ortega, Erek, Vaides, Eedwin (2023) Análisis De Regresión Múltiple para Evaluar y Seleccionar el Modelo Matemático de Mejor Ajuste, que permita estimar el volumen de árboles de teca (*tectona grandis* L.f), en plantaciones del Departamento de Alta Verapaz, Guatemala, repositorio.usac.edu.gt. usac.edu.gt 104 pag.

Martínez, Sara, Pineda, Juan (2024) Estimación del Valor en Pie de Diez (10) especies maderables para la zona de Antioquia, Colombia, repository.udistrital.edu.co udistrital.edu.co

Montero, Roberto. (2016). Modelos de regresión lineal múltiple. Universidad de Granada, Departamento de Economía Aplicada. https://www.ugr.es/~montero/matematicas/regresion_lineal.pdf, 61. Pags.

Novales, Alfonso, (2010). Análisis de Regresión. Universidad Complutense Departamento de Economía Cuantitativa, España. <https://www.ucm.es/data/cont/docs/518-2013-11-13-Analisis%20de%20Regresion.pdf> @Copyright Alfonso Novales. 116 pags.



Pantoja, Bryan, Salazar Eduardo (2023). Determinación de una función de ahusamiento para cálculo de volumen en plantaciones de Gmelina arborea, de la empresa ARBORIENTE SA cantón Loreto - dspace.espoch.edu.ec. Ecuador. espoch.edu.ec. 69 Pags.

Riaño, Orlando, Lizarazo, Ivan. (2017). Estimación del Volumen de Madera en árboles mediante Polinomio Único de Ahusamiento. Universidad de Caldas - Colombia. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2017.1.a05>

