Revista de Investigación Científica
TAYACAJA
ISSNe: 2617-9156
Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo

Variación longitudinal de las propiedades físicas de Dendrocalamus asper en Leoncio Prado, Huánuco

Longitudinal variation of the physical properties of Dendrocalamus asper in Leoncio Prado, Huánuco

Elías Máximo Jara Zavelata[1], Robert Gilbert Pecho De la Cruz[1], Cleide Santos Flores[1], Jorge Luís Vergara Palomino[1]

[1] Universidad Nacional Agraria de la Selva, Perú

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue evaluar las propiedades físicas de Dendrocalamus asper procedente de dos localidades de Pueblo Nuevo, provincia Leoncio Prado, Huánuco. Se trabajó con diez culmos, cinco por localidad, seleccionados de cinco matas diferentes y divididos en tres niveles longitudinales: base, medio y ápice. El estudio fue de tipo básica, nivel descriptivo-comparativo y diseño no experimental. Se determinaron el contenido de humedad saturado, la densidad básica y las contracciones tangencial, radial y longitudinal, aplicándose un análisis bifactorial con comparación de medias. Los resultados mostraron que el contenido de humedad saturado disminuyó desde la base hacia el ápice, con valores más altos en Pueblo Nuevo, destacando 92,17 % en la base, y más bajos en el ápice de Laguna con 55,03 %. La densidad básica presentó una tendencia creciente hacia el ápice, alcanzando su mayor valor en Laguna con 0,75 g/cm³. La contracción tangencial y radial fueron significativamente mayores en la base, mientras que la longitudinal no mostró diferencias estadísticas y se mantuvo entre 0,25 % y 0,27 %. Se concluye que la variación longitudinal del culmo influyó marcadamente en el comportamiento físico de la especie.

Palabras clave: Dendrocalamus asper, bambú, contenido de humedad saturado, densidad básica, contracción.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the physical properties of Dendrocalamus asper from two localities in Pueblo Nuevo, Leoncio Prado province, Huánuco. Ten culms were used, five per locality, selected from five different clumps and divided into three longitudinal levels: base, middle, and apex. The study was basic, descriptive-comparative, and non-experimental. Saturated moisture content, basic density, and tangential, radial, and longitudinal shrinkage were determined, and the data were analyzed using a bifactorial design with mean comparison tests. The results showed that saturated moisture content decreased from the base to the apex, with higher values in Pueblo Nuevo, reaching 92.17% at the base, and lower values at the apex of Laguna, with 55.03%. Basic density increased toward the apex, reaching its highest value in Laguna with 0.75 g/cm³. Tangential and radial shrinkage were significantly higher at the base, whereas longitudinal shrinkage showed no significant differences and remained between 0.25% and 0.27%. It is concluded that the longitudinal variation of the culm had a marked influence on the physical behavior of the species.

Keywords: Dendrocalamus asper, bamboo, saturated moisture content, basic density, shrinkage.

Volumen 8, Número 1, julio - diciembre, 2026 - Recibido: 14-08-2026, Aceptado: 02-09-2026
https://doi.org/10.46908/tayacaja.v8i1.243

INTRODUCCIÓN

El bambú ha cobrado creciente importancia como material lignocelulósico de interés tecnológico por su rápido crecimiento, amplia disponibilidad y potencial de uso en productos estructurales, compuestos y sistemas constructivos sostenibles. Su valorización no depende únicamente de estas ventajas, sino también del conocimiento de sus propiedades básicas, ya que el desempeño del material durante el procesamiento y en servicio está condicionado por su anatomía, sus propiedades físicas y su respuesta frente al ambiente. En este sentido, diversas revisiones recientes coinciden en que el bambú no debe considerarse un material homogéneo, pues sus propiedades pueden variar según la especie, la edad, el tratamiento y la posición dentro del culmo, lo que exige evaluaciones más específicas para orientar su mejor aprovechamiento industrial y constructivo (Adier et al., 2023; Hartono et al., 2022; Kadivar et al., 2020; Madhushan et al., 2023).

El bambú ha adquirido creciente importancia como material lignocelulósico de interés tecnológico debido a su rápido crecimiento, alta disponibilidad y potencial de uso en productos estructurales y compuestos. En este contexto, su valorización depende no solo de su abundancia, sino también del conocimiento de sus propiedades anatómicas, físicas y mecánicas, ya que estas determinan su comportamiento durante el procesamiento y su desempeño en servicio. Diversos estudios recientes destacan que la heterogeneidad del bambú exige evaluaciones específicas por especie y por posición dentro del culmo para orientar mejor su aprovechamiento industrial (Hartono et al., 2022; Kadivar et al., 2020).

Entre las propiedades físicas más relevantes para el uso tecnológico del bambú destacan el contenido de humedad, la densidad y la estabilidad dimensional. Estas variables influyen directamente en procesos como el secado, la preservación, la transformación y la respuesta del material bajo condiciones de uso. Asimismo, se ha demostrado que las variaciones de humedad generan deformaciones, hinchamiento y agrietamiento debido a la respuesta diferencial de fibras y parénquima frente a los cambios higroscópicos, mientras que la densidad constituye un indicador importante del comportamiento físico y mecánico del culmo. Además, se ha señalado que factores como la altura del culmo, la edad y la época de cosecha pueden modificar estas propiedades, reforzando la necesidad de analizarlas con un enfoque longitudinal y comparativo (Hartono et al., 2022; Singh et al., 2023; Yuan et al., 2021).

En el caso de Dendrocalamus asper, su potencial para aplicaciones de mayor valor agregado ha sido ampliamente reconocido; sin embargo, sus propiedades físicas muestran una marcada sensibilidad a la interacción con el agua. Do Amaral et al. (2023) reportaron que los ciclos de humedecimiento y secado modifican la estabilidad dimensional de los culmos de D. asper, mientras que Gauss et al. (2021) indicaron que ciertos tratamientos reducen la captación de humedad, la absorción de agua y el hinchamiento del material. De manera complementaria, Rivera-Segura et al. (2024) encontraron que D. asper presenta diferencias en propiedades físicas y mecánicas según la altura del culmo, lo que confirma que la variación axial debe considerarse como un aspecto central en su caracterización tecnológica. Estos antecedentes refuerzan la necesidad de estudiar sus propiedades físicas básicas antes de promover un uso más amplio del material en aplicaciones estructurales o de transformación.

Otro aspecto clave en la caracterización del bambú es precisamente la variación longitudinal de sus propiedades. En la Amazonía oriental del Perú, Portal-Cahuana et al. (2023) evidenciaron que las propiedades físicas de distintas especies de bambú cambian entre la base, la parte media y el ápice del culmo, resaltando la importancia de considerar esta variación en estudios de caracterización. En este contexto, resulta pertinente generar información local sobre Dendrocalamus asper en Pueblo Nuevo, provincia de Leoncio Prado, Huánuco, donde aún es limitada la información técnica disponible sobre su comportamiento físico. Por ello, el presente estudio tuvo como objetivo evaluar el contenido de humedad saturado, la densidad básica y las contracciones tangencial, radial y longitudinal de D. asper en dos localidades y tres niveles de altura del culmo, con la finalidad de aportar bases técnicas para su mejor aprovechamiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar de estudio

La investigación se realizó con culmos de Dendrocalamus asper procedentes de las localidades de Pueblo Nuevo y Laguna de los Milagros, ubicadas en el distrito de Pueblo Nuevo, provincia Leoncio Prado, región Huánuco. El procesamiento de las muestras se efectuó en laboratorios especializados de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Metodología de la investigación

Tipo de investigación

La investigación fue de tipo básica, de nivel descriptivo-comparativo y de diseño no experimental, de corte transversal, debido a que no se manipuló ninguna variable, sino que se evaluaron y compararon las propiedades físicas de Dendrocalamus asper entre dos localidades y tres niveles de altura del culmo en un solo periodo de estudio. Para el análisis de los datos se empleó un esquema bifactorial, donde el factor A fue la localidad y el factor B el nivel de altura, con cinco repeticiones por tratamiento; posteriormente, se aplicó análisis de varianza al 95 % de confianza y, cuando correspondió, la prueba

Volumen 8, Número 1, julio - diciembre, 2026 - Recibido: 14-08-2026, Aceptado: 02-09-2026
https://doi.org/10.46908/tayacaja.v8i1.243

de comparación de medias de Tukey al 95 %, a fin de identificar diferencias significativas entre los factores y su interacción.

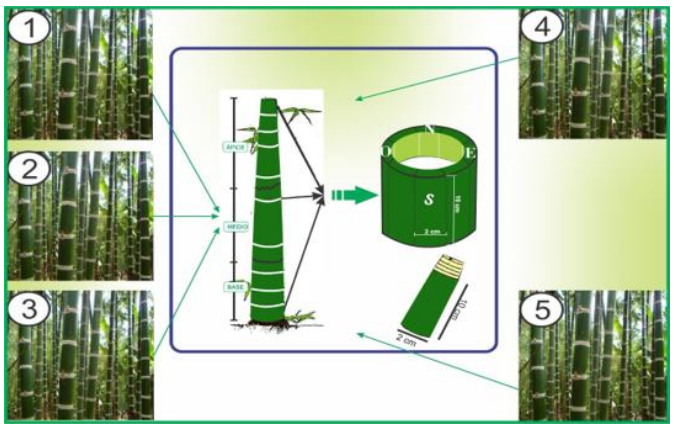
Selección y extracción de culmos

El estudio se realizó con base en las Normas Técnicas Colombianas NTC 5525:2007 y NTC 5300:2008. En cada localidad se seleccionaron cinco culmos, cada uno procedente de una mata diferente, totalizando diez culmos en todo el estudio. Para la selección se consideró que los culmos presentaran buenas características fitosanitarias y fenotípicas. Previamente, se contabilizaron los culmos maduros por mata y luego se escogieron aleatoriamente los cinco culmos por localidad. Durante la extracción se registraron variables de campo como la orientación del norte magnético, la distancia entre nudos, la proyección de copa, la circunferencia a diferentes niveles, el número de nudos y la altura de la caña. Antes del corte se eliminó la vegetación adyacente para facilitar la labor, y posteriormente los culmos se cortaron a 1 m del nivel del suelo.

Obtención y preparación de probetas

Luego del corte, los culmos fueron trasladados a un lugar adecuado para su codificación e identificación. Cada culmo fue dividido en tres niveles longitudinales: base, medio y ápice, considerando que cada sección representó un tercio de la parte aprovechable del culmo. Posteriormente, las muestras fueron llevadas al laboratorio, donde se registraron y enumeraron los anillos obtenidos. De cada sección se seleccionaron al azar anillos de 10 cm de longitud, y con ayuda de una sierra circular se obtuvieron probetas a partir de las cuatro orientaciones cardinales. Las probetas utilizadas para los ensayos físicos tuvieron dimensiones de 2 cm × 10 cm, correspondientes a espesor y largo (Figura 1).

Figura 1
Obtención de probetas a tres niveles de altura en una localidad.



Determinación del contenido de humedad saturada

Para determinar el contenido de humedad saturada se utilizaron las probetas preparadas para ensayo físico. Primero se registró el peso húmedo de cada probeta; luego, las muestras fueron pesadas diariamente hasta alcanzar peso seco al aire constante y, posteriormente, se secaron en estufa con incremento gradual de temperatura desde 30 °C hasta 103 ± 2 °C. Después del secado, las probetas fueron retiradas con pinzas y colocadas en un desecador durante 15 minutos antes de registrar el peso seco al horno. El contenido de humedad saturada se calculó mediante la siguiente ecuación:

$$CH(s) = \frac{Ph - Psh}{Psh} x100$$

Donde $CH(s)$es el contenido de humedad saturada, Phel peso húmedo y Pshel peso seco al horno.

Determinación de la densidad básica

La densidad básica se determinó utilizando las mismas probetas empleadas en la evaluación del contenido de humedad. Para ello, primero se obtuvo el volumen húmedo por el principio de Arquímedes, sumergiendo cada probeta individualmente en agua destilada y registrando el volumen desplazado. Posteriormente, se utilizó el peso seco al horno obtenido tras el secado en estufa. La densidad básica se calculó mediante la expresión:

$$DB = \frac{PSH}{VH}$$

Donde DBes la densidad básica, PSHel peso seco al horno y VHel volumen húmedo.

Determinación de las contracciones

La contracción tangencial, radial y longitudinal se determinó conforme a la NTC 5525. Inicialmente, se registraron las dimensiones de las probetas en estado verde en los puntos centrales de cada sección. La dimensión longitudinal fue medida con vernier digital, mientras que las dimensiones tangencial y radial se evaluaron con micrómetro. Luego, las probetas fueron colocadas en horno con incremento gradual de temperatura de 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 °C hasta alcanzar 103 °C. Al finalizar el secado, las muestras se colocaron en un desecador durante 15 minutos y después se registraron nuevamente sus dimensiones en estado seco al horno. Las contracciones se calcularon con las siguientes ecuaciones:

$$CTt = \frac{Dth - Dtsh}{Dth} \times 100$$

$$CRt = \frac{Drh - Drsh}{Drh} \times 100$$

$$CLt = \frac{Dlh - Dlsh}{Dlh} \times 100$$

Volumen 8, Número 1, julio - diciembre, 2026 - Recibido: 14-08-2026, Aceptado: 02-09-2026
https://doi.org/10.46908/tayacaja.v8i1.243

Donde CTt, CRty CLtcorresponden a la contracción tangencial, radial y longitudinal total, respectivamente; y las dimensiones húmedas y secas al horno se representan con los subíndices hy sh.

RESULTADOS

Contenido de humedad saturada (%)

En la Tabla 1 se observa que el contenido de humedad saturado presentó un patrón decreciente desde la base hacia el ápice en ambas localidades, con la media más alta en la base de Pueblo Nuevo (92,17 %) y la más baja en el ápice de Laguna (55,03 %). Asimismo, la variabilidad fue baja a moderada en Laguna (CV = 5,00–11,10 %) y moderada en Pueblo Nuevo (CV = 12,40–18,60 %), lo que indica un comportamiento relativamente homogéneo de la variable, aunque con mayor dispersión en Pueblo Nuevo.

Tabla 1

Estadística descriptiva de contenido de humedad saturado (%) por localidad y nivel de altura

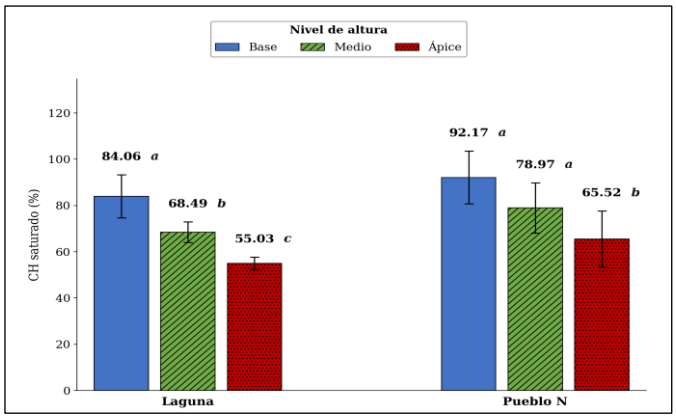
Localidad	Nivel	n	Media	DE	EE	Mín	Máx	CV (%)
Laguna	Base	5	84.06	9.32	4.17	77.62	100.36	11.10
	Medio	5	68.49	4.48	2.00	64.01	75.53	6.50
	Ápice	5	55.03	2.73	1.22	51.33	57.72	5.00
Pueblo N	Base	5	92.17	11.46	5.12	74.36	104.27	12.40
	Medio	5	78.97	10.87	4.86	63.74	94.17	13.80
	Ápice	5	65.52	12.17	5.44	46.59	79.79	18.60

Nota. DE = desviación estándar; EE = error estándar; CV = coeficiente de variación (%). n = 5 por grupo.

En la Figura 2 se observa que, en Laguna, el contenido de humedad saturado fue significativamente mayor en la base (84,06 %), seguido del nivel medio (68,49 %) y del ápice (55,03 %), presentando diferencias estadísticas entre los tres niveles; mientras que, en Pueblo Nuevo, la base (92,17 %) y el nivel medio (78,97 %) fueron estadísticamente similares, pero ambos resultaron superiores al ápice (65,52 %). Estos resultados evidencian una reducción del contenido de humedad saturado hacia la parte apical del culmo en ambas localidades.

Figura 2

Comparación de medias de CH saturado (%) por localidad y nivel de altura



Densidad básica (g/cm3)

En la Tabla 2 se observa que la densidad básica presentó una tendencia creciente desde la base hacia el ápice en ambas localidades, registrándose la media más alta en el ápice de Laguna (0,745 g/cm³) y la más baja en la base de Pueblo Nuevo (0,596 g/cm³). Asimismo, la variabilidad fue baja en Laguna (CV = 3,1–5,7 %) y baja a moderada en Pueblo Nuevo (CV = 7,5–9,7 %), lo que indica un comportamiento relativamente uniforme de esta propiedad, aunque con mayor dispersión en Pueblo Nuevo.

Tabla 2

Estadística descriptiva de densidad básica (g/cm³) por localidad y nivel de altura

Localidad	Nivel	n	Media	DE	EE	Mín	Máx	CV (%)
Laguna	Base	5	0.62	0.035	0.02	0.56	0.646	5.7
	Medio	5	0.683	0.021	0.01	0.656	0.704	3.1
	Ápice	5	0.745	0.024	0.01	0.717	0.764	3.2
Pueblo N	Base	5	0.596	0.045	0.02	0.548	0.668	7.6

Volumen 8, Número 1, julio - diciembre, 2026 - Recibido: 14-08-2026, Aceptado: 02-09-2026
https://doi.org/10.46908/tayacaja.v8i1.243

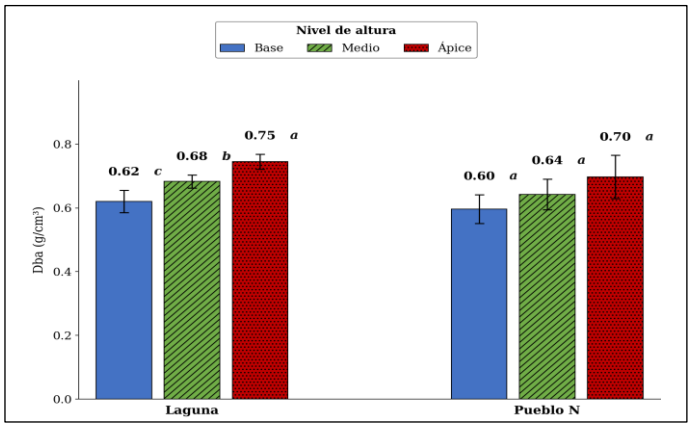
	Medio	5	0.643	0.048	0.02	0.579	0.715	7.5
	Ápice	5	0.697	0.068	0.03	0.623	0.806	9.7

Nota. DE = desviación estándar; EE = error estándar; CV = coeficiente de variación (%). n = 5 por grupo.

En la Figura 3 se observa que, en Laguna, la densidad básica del ápice (0,75 g/cm³) fue significativamente superior a la registrada en la base (0,62 g/cm³) y en el nivel medio (0,68 g/cm³), mientras que estos dos últimos niveles no mostraron diferencias estadísticas entre sí; de manera similar, en Pueblo Nuevo, el ápice (0,70 g/cm³) y el nivel medio (0,64 g/cm³) fueron estadísticamente similares, pero ambos resultaron superiores a la base (0,60 g/cm³). En conjunto, estos resultados evidencian una tendencia de incremento de la densidad básica hacia la parte apical del culmo en ambas localidades.

Figura 3

Comparación de medias de densidad básica (g/cm³) por localidad y nivel de altura



Contracción tangencial (%)

En la Tabla 3 se observa que la contracción tangencial disminuyó desde la base hacia el ápice en ambas localidades, registrándose las medias más altas en la base de Pueblo Nuevo (15,43 %) y Laguna (15,37 %), y las más bajas en el ápice de Pueblo Nuevo (7,00 %) y Laguna (6,99 %). Asimismo, la variabilidad fue baja en todos los niveles, con coeficientes de variación entre 3,9 % y 6,4 %, lo que indica un comportamiento bastante uniforme de esta propiedad en ambas localidades.

Tabla 3

Estadística descriptiva de contracción tangencial (%) por localidad y nivel de altura

Localidad	Nivel	n	Media	DE	EE	Mín	Máx	CV (%)
Laguna	Base	5	15.37	0.616	0.28	14.67	16.329	4
	Medio	5	9.351	0.368	0.17	8.987	9.968	3.9
	Ápice	5	6.994	0.404	0.18	6.38	7.362	5.8
Pueblo N	Base	5	15.43	0.622	0.28	14.7	16.418	4
	Medio	5	9.224	0.573	0.26	8.474	9.922	6.2
	Ápice	5	7.002	0.45	0.2	6.203	7.246	6.4

Nota. DE = desviación estándar; EE = error estándar; CV = coeficiente de variación (%). n = 5 por grupo.

En la Figura 4 se observa que la contracción tangencial presentó el mismo patrón en ambas localidades, siendo significativamente mayor en la base (15,37 % en Laguna y 15,43 % en Pueblo Nuevo), seguida del nivel medio (9,35 % y 9,22 %, respectivamente) y del ápice (6,99 % y 7,00 %), mostrando diferencias estadísticas entre los tres niveles de altura. Estos resultados evidencian una disminución progresiva de la contracción tangencial desde la base hacia el ápice del culmo.

Volumen 8, Número 1, julio - diciembre, 2026 - Recibido: 14-08-2026, Aceptado: 02-09-2026
https://doi.org/10.46908/tayacaja.v8i1.243

Figura 4

Comparación de medias de contracción tangencial (%) por localidad y nivel de altura

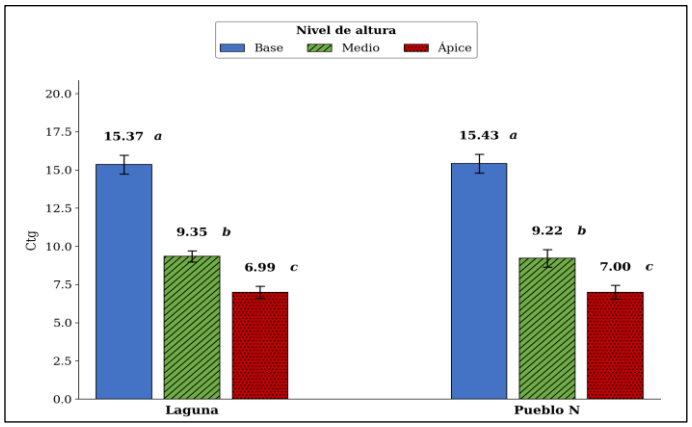
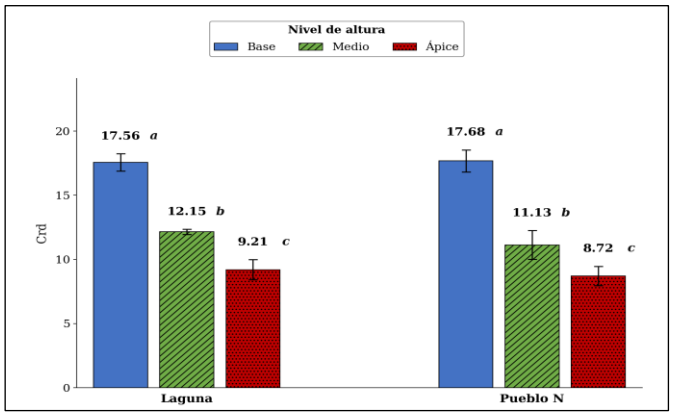


Figura 5

Comparación de medias de contracción radial (%) por localidad y nivel de altura



En la Figura 5 se observa que la contracción radial presentó el mismo comportamiento en ambas localidades, siendo significativamente mayor en la base (17,56 % en Laguna y 17,68 % en Pueblo Nuevo), seguida del nivel medio (12,15 % y 11,13 %, respectivamente) y del ápice (9,21 % y 8,72 %), mostrando diferencias estadísticas entre los tres niveles de altura. Estos resultados evidencian una disminución progresiva de la contracción radial desde la base hacia el ápice del culmo.

Contracción radial (%)

En la Tabla 6 se observa que la contracción radial disminuyó desde la base hacia el ápice en ambas localidades, presentando las medias más altas en la base de Pueblo Nuevo (17,68 %) y Laguna (17,56 %), y las más bajas en el ápice de Pueblo Nuevo (8,72 %) y Laguna (9,21 %). Asimismo, la variabilidad fue baja en Laguna (CV = 1,70–8,50 %) y baja a moderada en Pueblo Nuevo (CV = 4,90–10,00 %), siendo el nivel medio de esta última localidad el de mayor dispersión.

Tabla 6

Estadística descriptiva de contracción radial (%) por localidad y nivel de altura

Localidad	Nivel	n	Media	DE	EE	Mín	Máx	CV (%)
Laguna	Base	5	17.56	0.67	0.30	16.82	18.56	3.80
	Medio	5	12.15	0.20	0.09	11.91	12.38	1.70
	Ápice	5	9.21	0.79	0.35	8.05	10.11	8.50
Pueblo N	Base	5	17.68	0.86	0.39	16.29	18.67	4.90
	Medio	5	11.13	1.12	0.50	9.21	12.14	10.00
	Ápice	5	8.72	0.75	0.34	7.86	9.66	8.60

Nota. DE = desviación estándar; EE = error estándar; CV = coeficiente de variación (%). n = 5 por grupo.

Contracción longitudinal (%)

En la Tabla 7 se observa que la contracción longitudinal presentó valores muy bajos y bastante uniformes en ambas localidades y niveles de altura, con medias entre 0,25 % y 0,27 %. La media más baja se registró en la base de ambas localidades (0,25 %), mientras que la más alta correspondió al ápice (0,27 %). Asimismo, la variabilidad fue baja en general, con coeficientes de variación entre 5,90 % y 11,10 %, lo que evidencia un comportamiento estable de esta propiedad.

Tabla 7

Estadística descriptiva de contracción longitudinal (%) por localidad y nivel de altura

Localidad	Nivel	n	Media	DE	EE	Mín	Máx	CV (%)
Laguna	Base	5	0.25	0.02	0.01	0.23	0.27	6.30
	Medio	5	0.26	0.03	0.01	0.21	0.29	11.10
	Ápice	5	0.27	0.02	0.01	0.26	0.29	6.00
Pueblo N	Base	5	0.25	0.02	0.01	0.22	0.27	8.80
	Medio	5	0.26	0.02	0.01	0.23	0.28	9.00
	Ápice	5	0.27	0.02	0.01	0.24	0.28	5.90

Nota. DE = desviación estándar; EE = error estándar; CV = coeficiente de variación (%). n = 5 por grupo.

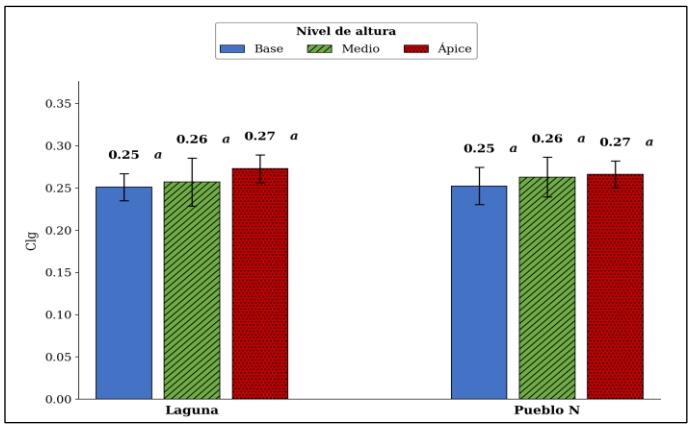
En la Figura 6 se observa que la contracción longitudinal no presentó diferencias estadísticas entre los niveles de altura en ninguna de las dos localidades, ya que la base (0,25 %),

Volumen 8, Número 1, julio - diciembre, 2026 - Recibido: 14-08-2026, Aceptado: 02-09-2026
https://doi.org/10.46908/tayacaja.v8i1.243

el nivel medio (0,26 %) y el ápice (0,27 %) compartieron el mismo grupo de significancia. Estos resultados indican que esta propiedad se mantuvo prácticamente constante a lo largo del culmo, con variaciones mínimas entre niveles y entre localidades.

Figura 6

Comparación de medias de contracción longitudinal (%) por localidad y nivel de altura



DISCUSIONES

El comportamiento del contenido de humedad saturado evidenció una disminución progresiva desde la base hacia el ápice en ambas localidades, patrón que coincide de manera directa con lo reportado por Guzmán (2021) en Dendrocalamus asper en Tingo María, donde también los mayores valores se concentraron en la porción basal y los menores en el ápice. Esta misma tendencia fue observada por Santos (2019) en Guadua angustifolia y por Rodríguez (2021) en especies amazónicas del género Guadua, lo que sugiere que la reducción longitudinal de la humedad constituye un comportamiento frecuente en bambúes tropicales. Desde una perspectiva más general, do Amaral et al. (2023) explican que D. asper es un material claramente higroscópico y que su interacción con el agua condiciona tanto la absorción como la estabilidad dimensional del culmo. De manera complementaria, Javadian et al. (2019) y Isaacs Aguilar (2024) destacan que el contenido de humedad debe ser considerado junto con otras propiedades del culmo porque afecta el desempeño físico y estructural del material. En conjunto, estos antecedentes respaldan que la mayor humedad observada en la base del culmo en el presente estudio no solo responde a la variación longitudinal natural del bambú, sino que además constituye un indicador de mayor susceptibilidad al cambio dimensional durante el secado.

En cuanto a la densidad básica, los resultados mostraron una tendencia de incremento hacia el ápice, con el valor más alto en Laguna y el más bajo en la base de Pueblo Nuevo. Este comportamiento coincide nuevamente con Guzmán (2021), quien en D. asper encontró que la densidad básica aumentó desde la base hacia el ápice. Asimismo, la información proporcionada por Rodríguez (2021) muestra que en especies amazónicas de Guadua pueden alcanzarse valores altos de densidad básica, mientras que Álvarez (2019) halló en Bambusa vulgaris un patrón algo distinto, con el mayor valor en la zona media; esto indica que la distribución axial de la densidad no es uniforme entre especies y que la respuesta depende de la anatomía y de la estructura del culmo. En esa misma línea, Rodríguez-Sotelo et al. (2023) reportaron una densidad básica promedio de 0,71 g cm^{-3} en tres especies de Guadua de Ucayali, y remarcaron que las propiedades físicas del bambú deben evaluarse considerando especies y niveles del culmo. Como respaldo complementario, Hartono et al. (2022) señalan que las propiedades físicas del bambú varían ampliamente entre especies y que su caracterización es esencial para definir usos tecnológicos específicos, mientras que Kadivar et al. (2020) subrayan que la heterogeneidad y la variabilidad de propiedades a lo largo del culmo representan uno de los principales retos para su estandarización. De modo adicional, Isaacs Aguilar (2024) reafirma la importancia de evaluar densidad y humedad en las secciones base, media y superior de D. asper con fines estructurales. En consecuencia, el incremento de densidad hacia el ápice observado en este estudio sugiere una estructura más compacta y potencialmente más favorable para aplicaciones donde se requiera mejor desempeño físico.

La contracción tangencial y radial presentó el patrón más claro del estudio, con valores máximos en la base y mínimos en el ápice en ambas localidades. Este resultado guarda estrecha relación con lo reportado por Guzmán (2021) en D. asper, quien encontró para la base los mayores valores de contracción tangencial y radial, y con Santos (2019), que observó el mismo comportamiento en Guadua angustifolia. De igual manera, la información aportada por Rodríguez (2021) muestra que en especies amazónicas de Guadua las contracciones más elevadas también se asocian a secciones con mayor humedad o mayor espesor de pared. En un contexto regional más amplio, Rodríguez-Sotelo et al. (2023) registraron una contracción de pared de culmo de hasta 23,0 % en Guadua lynnclarkiae en el nivel de basa, reforzando la idea de que las mayores deformaciones se concentran en las porciones inferiores del culmo. Esta relación entre humedad y estabilidad dimensional se explica con claridad en el trabajo de do Amaral et al. (2023), quienes demostraron que en D. asper la estabilidad dimensional mejora cuando el material es sometido a ciclos de humedecimiento y secado, precisamente porque se modifica su respuesta frente al agua. De manera complementaria, Hartono et al. (2022) indican que la composición anatómica y química del bambú influye en su comportamiento físico, mientras que Kadivar et al. (2020) destacan que la variabilidad transversal y longitudinal del culmo es una expresión de su heterogeneidad natural. Por tanto, la mayor contracción tangencial y radial encontrada en la base en este estudio es coherente con el mayor contenido de humedad de esa sección y confirma que esta porción del culmo es la más crítica frente al secado y al uso tecnológico.

Por su parte, la contracción longitudinal mostró valores muy bajos y prácticamente constantes entre localidades y niveles,

Volumen 8, Número 1, julio - diciembre, 2026 - Recibido: 14-08-2026, Aceptado: 02-09-2026
https://doi.org/10.46908/tayacaja.v8i1.243

lo que coincide con los antecedentes más cercanos. Guzmán (2021) reportó valores reducidos en D. asper, al igual que Santos (2019) en Guadua angustifolia, mientras que la información que compartiste de Rodríguez (2021), aunque presenta valores algo mayores en una especie de Guadua, mantiene la misma tendencia de magnitudes mucho menores que las observadas en dirección tangencial y radial. En un plano complementario, Javadian et al. (2019) destacan que propiedades físicas como densidad y humedad del culmo se relacionan con su comportamiento mecánico, lo que confirma que las propiedades físicas básicas deben conocerse antes de proyectar cualquier uso estructural del bambú. Del mismo modo, Isaacs Aguilar (2024) insiste en la necesidad de caracterizar humedad y densidad en D. asper para fines ingenieriles. Así, la estabilidad observada en la contracción longitudinal en el presente estudio confirma que esta propiedad no constituye la principal limitación tecnológica del material, a diferencia de las deformaciones transversales, que sí muestran una respuesta marcada a la posición longitudinal del culmo.

En síntesis, la discusión comparada con Guzmán (2021) y do Amaral et al. (2023), reforzada por Rodríguez-Sotelo et al. (2023), Hartono et al. (2022), Kadivar et al. (2020) y Javadian et al. (2019), y complementada con Santos (2019), Rodríguez (2021), Álvarez (2019) e Isaacs Aguilar (2024), permite afirmar que la posición longitudinal del culmo tuvo mayor influencia que la localidad sobre el comportamiento físico de Dendrocalamus asper. La base concentró el mayor contenido de humedad y las mayores contracciones tangencial y radial, mientras que la densidad básica aumentó hacia el ápice. En consecuencia, estos resultados confirman que el culmo de bambú no debe considerarse un material homogéneo y que la selección de la sección longitudinal resulta fundamental para optimizar su aprovechamiento tecnológico y estructural.

Investigaciones recientes han evidenciado que la influencia de los metales pesados sobre la fisiología vegetal y la capacidad de bioacumulación de contaminantes varía significativamente en la adaptación y desarrollo óptimo de las ortigas, dependiendo de factores como la tolerancia intrínseca, la adaptación al entorno y las características del suelo (Martínez et al., 2020; Murtic et al., 2019.

La contaminación del suelo por fitosanitarios afecta propiedades clave como la conductividad eléctrica, el pH y

CONCLUSIONES

Las propiedades físicas evaluadas de Dendrocalamus asper estuvieron influenciadas principalmente por la posición longitudinal del culmo más que por la localidad de procedencia. El contenido de humedad saturado mostró una disminución desde la base hacia el ápice, registrando su valor más alto en la base de Pueblo Nuevo (92,17 %) y el más bajo en el ápice de Laguna (55,03 %). En contraste, la densidad básica presentó una tendencia creciente hacia la parte apical, alcanzando el mayor valor en el ápice de Laguna (0,75 g/cm³) y el menor en la base de Pueblo Nuevo (0,596 g/cm³). Asimismo, la contracción tangencial y la contracción radial fueron mayores en la base, con máximos de 15,43 % y 17,68 %, respectivamente, mientras que en el ápice descendieron hasta valores cercanos a 7,00 % y 8,72 %. Por su parte, la contracción longitudinal se mantuvo prácticamente constante entre 0,25 % y 0,27 %, sin diferencias estadísticas entre niveles ni localidades. En conjunto, estos resultados evidencian que la base del culmo presenta mayor humedad y mayor inestabilidad dimensional, mientras que el ápice muestra mayor densidad básica, aspecto relevante para su selección según el uso tecnológico previsto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adier, M. F. V., Sevilla, J. A. S., Valerio, J. R. F., & Ongpeng, J. M. C. (2023). Bamboo as sustainable building materials: A systematic review of properties, treatment, and testing standards. Buildings, 13(10), 2449. https://doi.org/10.3390/buildings13102449

Álvarez, F. (2019). Caracterización de las propiedades físicas y mecánicas del bambú Bambusa vulgaris para uso estructural en Colombia. [Tesis de Ingeniero, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio UNAL. https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/76733

Do Amaral, L. M., Rodrigues, C. de S., & Poggiali, F. S. J. (2023). Assessment of physical, mechanical, and chemical properties of Dendrocalamus asper bamboo after application of wetting and drying cycles. Advances in Bamboo Science, 2, 100014. https://doi.org/10.1016/j.bamboo.2022.100014

Gauss, C., Kadivar, M., Harries, K. A., & Savastano, H., Jr. (2021). Chemical modification of Dendrocalamus asper bamboo with citric acid and boron compounds: Effects on the physical-chemical, mechanical and thermal properties. Journal of Cleaner Production, 279, 123871. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123871

Guzman Flores, J. F. (2021). Variabilidad de las propiedades físicas de Dendrocalamus asper (Schultes f.) Backer en tres estadíos de madurez, en Tingo María [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio Institucional UNAS. https://repositorio.unas.edu.pe/items/6043aab6-3178-4fe7-a9a9-76fa61112fcd

Hartono, R., Iswanto, A. H., Priadi, T., Herawati, E., Farizky, F., Sutiawan, J., & Sumardi, I. (2022). Physical, chemical, and mechanical properties of six bamboo from Sumatera Island, Indonesia and its potential applications for composite materials. Polymers, 14(22), 4868. https://doi.org/10.3390/polym14224868

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación –

Volumen 8, Número 1, julio - diciembre, 2026 - Recibido: 14-08-2026, Aceptado: 02-09-2026
https://doi.org/10.46908/tayacaja.v8i1.243

Icontec. (2007). Métodos de ensayo para determinar las propiedades físicas y mecánicas de la Guadua angustifolia Kunth (NTC5525).

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación – Icontec. (2008). Cosecha y postcosecha de culmo de guadua angustifolia Kunth (NTC5300)

Isaacs Aguilar, G. I. (2024). Caracterización físico-mecánica del bambú Dendrocalamus asper de la zona sur de Costa Rica [Trabajo final de graduación, Universidad de Costa Rica]. Repositorio SIBDI-UCR. https://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr/handle/123456789/25689

Javadian, A., Smith, I. F. C., Saeidi, N., & Hebel, D. E. (2019). Mechanical properties of bamboo through measurement of culm physical properties for composite fabrication of structural concrete reinforcement. Frontiers in Materials, 6, Article 15. https://doi.org/10.3389/fmats.2019.00015

Kadivar, M., Gauss, C., Ghavami, K., & Savastano, H., Jr. (2020). Densification of bamboo: State of the art. Materials, 13(19), 4346. https://doi.org/10.3390/ma13194346

Madhushan, S., Ariyachandra, M. M. F., Rajakaruna, S., Seneviratne, G., & Mendis, P. (2023). Uses of bamboo for sustainable construction—A review. Sustainability, 15(14), 11137. https://doi.org/10.3390/su151411137

Portal-Cahuana, L. A., Caceres Velarde, A., & Pires de Moura Palermo, G. (2023). Anatomical and variation of physical properties in the axial direction of three bamboo species in the eastern Amazon of Peru. Scientia Agropecuaria, 14(1), 39–48. https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2023.004

Rivera-Segura, R., Moya, R., Gaitán-Alvarez, J., & Granados-Gamboa, M. (2024). Analysis of the physical-mechanical properties of Dendrocalamus asper versus two Guadua angustifolia varieties, South and Caribe in the Atlantic Region of Costa Rica. Advances in Bamboo Science, 7, 100057. https://doi.org/10.1016/j.bamboo.2024.100057

Rodríguez, J. (2021). Propiedades físicas y mecánicas en los niveles longitudinales del culmo de tres especies del género guadua nativa de la Amazonia Peruana. [Tesis de Ingeniero, Universidad Nacional Agraria de Ucayali]. Repositorio UNU. http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/5086

Rodríguez-Sotelo, J. A., Abanto-Rodríguez, C., Flores-Romayna, M. A., Rodríguez-Vásquez, K. I., del Castillo-Torres, D., Guerra-Arévalo, W. F., García-Soria, D. G., Guerra-Arévalo, H., & Revilla-Chávez, J. M. (2023). Propiedades físicas y mecánicas de Guadua lynnclarkiae, Guadua weberbaueri y Guadua superba en Ucayali, Perú. Ciência Florestal, 33(1), e68029. https://doi.org/10.5902/1980509868029

Santos Flores, C. (2019). Influencia de las fases lunares sobre las propiedades físicas de Guadua angustifolia Kunth, en Tingo María [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio Institucional UNAS. https://repositorio.unas.edu.pe/items/40a863f9-69d5-4a12-9838-7e62b98baede

Singh, B., Singh, J., Sharma, B., Gupta, A., & Kumar, A. (2023). Characterization of bamboo culm as potential fibre for structural applications and composite development. Materials, 16(14), 5196. https://doi.org/10.3390/ma16145196

Yuan, J., Fang, C., Chen, Q., & Fei, B. (2021). Observing bamboo dimensional change caused by humidity. Construction and Building Materials, 309, 124988. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.124988.

Volumen 8, Número 1, julio - diciembre, 2026 - Recibido: 14-08-2026, Aceptado: 02-09-2026
https://doi.org/10.46908/tayacaja.v8i1.243