



CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE MUJUT (*Conostegia xalapensis*) EN HUEHUETLA, PUEBLA, MÉXICO

MORPHOLOGICAL CHARACTERIZATION OF MUJUT (*Conostegia xalapensis*) IN HUEHUETLA, PUEBLA, MEXICO

José A. González-Sánchez¹, Marja L. Fajardo-Franco¹,
Gabriel Chepe-Cruz² y Martín Aguilar-Tlatelpa^{1*}

¹Universidad Intercultural del Estado de Puebla (UIEP), Maestría en Ciencias en Manejo Sustentable de Recursos Naturales. Lipuntahuaca, Huehuetla, Puebla, México. ²UIEP, Laboratorio de Análisis de Suelo y Agua e Ingeniería en Agronomía y Zootecnia, Lipuntahuaca, Huehuetla, Puebla, México.

*Autor de correspondencia (martin.aguilar@uiep.edu.mx)

RESUMEN

El mujut (*Conostegia xalapensis*) es un arbusto nativo de México, se distribuye en climas tropicales y templados, dentro de selvas, bosques, potreros, cultivos de maíz y cafetales; su reproducción es sexual, con flores hermafroditas y preferentemente autógamas. El mujut es importante para las comunidades originarias ya que proporciona frutos para consumo directo, leña de las podas y produce materia orgánica para los cultivos; es una planta subutilizada que posee frutos con colores oscuros que pueden tener propiedades nutraceuticas y beneficios para la salud humana; sin embargo, falta investigación en aspectos agronómicos, cultivo, diversidad genética, mejoramiento genético, actividad antioxidante del fruto y desarrollo comercial; a pesar de ser una planta usada por los pueblos originarios, ha sido olvidada por los investigadores agrícolas. Este estudio tuvo como objetivo caracterizar morfológicamente individuos de mujut. Se recolectaron 250 individuos de mujut en 10 comunidades de Huehuetla, Puebla, México y se caracterizaron usando 31 descriptores morfológicos (13 cualitativos y 18 cuantitativos) de hojas, flores y frutos. Se realizó un análisis de factores de datos mixtos (FAMD) y un agrupamiento jerárquico en componentes principales (HCPC) con el software RStudio versión 4.3.2. El análisis FAMD presentó una baja varianza acumulada (46.64 %), con 16 descriptores informativos, debido a su sistema de polinización autogama y al manejo por parte de los agricultores. Se formaron tres grupos con el análisis HCPC, el grupo 1 se caracterizó por un alto contenido de sólidos solubles en el fruto; el grupo 2 tuvo los frutos y las flores más grandes; el grupo 3 tuvo individuos con mayor tamaño de arbusto. Estos resultados sientan un antecedente sobre la variabilidad morfológica del mujut, los cuales pueden ser de utilidad para el diseño de planes de manejo, aprovechamiento y de mejoramiento genético de este recurso nativo subutilizado de México.

Palabras clave: *Conostegia xalapensis*, descriptores morfológicos, FAMD, HCPC, planta nativa.

SUMMARY

Mujut (*Conostegia xalapensis*) a shrub native to Mexico, it is distributed in tropical and temperate within jungles, forests, grasslands, maize fields and coffee plantations; its reproduction is sexual, with hermaphroditic flowers, preferably autogamous. Mujut is important for native communities as it provides fruits for direct consumption, wood from pruning and produces organic matter for crops; it is an underutilized plant that has fruits with dark color that can have nutraceutical properties and benefits for human health; however, there is a lack of research in agronomic aspects, cultivation,

genetic diversity, plant breeding, antioxidant activity of fruits, and commercial development; despite being a plant used by native communities, it has been neglected by agricultural researchers. This study aimed to characterize morphologically mujut individuals. Two hundred and fifty individuals were collected in 10 localities of Huehuetla, Puebla, Mexico and characterized using 31 morphological descriptors (13 qualitative and 18 quantitative) of leaves, flowers, and fruits. A mixed data factor analysis (FAMD) and a hierarchical clustering on principal components (HCPC) were performed with RStudio software version 4.3.2. The FAMD analysis had low cumulative variance (46.64 %), using 16 informative descriptors, due to its system of autogamous pollination and management by farmers. Three clusters were formed with the HCPC analysis, group 1 was characterized by a high content of soluble solids in the fruit, group 2 had the largest fruits and, and group 3 had individuals with larger shrub size. These findings provide a background on the morphological variability of mujut, which can be useful for designing management plans and breeding strategies for this underutilized Mexican resource.

Index words: *Conostegia xalapensis*, FAMD, HCPC, morphological descriptors, native plant.

INTRODUCCIÓN

El género *Conostegia* pertenece a la familia Melastomataceae; *C. xalapensis* crece desde el nivel del mar hasta los 2800 msnm, es considerado nativo de México (Kriebel, 2016); se distribuye en climas tropicales y templados, desarrollándose dentro de selvas y bosques, además de zonas abiertas como potreros, cultivos de maíz, cafetales y algunos otros (González-Santana *et al.*, 2012). Este arbusto tiene una altura de 0.5 a 10 m con tallo de color café claro; cuenta con hojas simples opuestas, con peciolos de tono café claro, con un margen aserrado, el ápice lanceolado, el color del haz es verde brillante y el envés de color café claro; presenta flores de aproximadamente 1 cm de diámetro en racimo con pétalos de color rosa claro; el fruto es una baya de color rosado en su etapa de crecimiento y color morado a negro cuando madura, con presencia de pubescencia, las semillas tienen un tamaño de 1 a 1.4 mm de largo, con forma piramidal (Kriebel, 2016).

El mujut es poco estudiado y solo se tiene información sobre su taxonomía, dispersión de su semilla a través de aves y acumulación de aluminio en su estructura (González-Santana *et al.*, 2012; Hernández-Ladrón de Guevara *et al.*, 2012), algunos estudios sobre su biología floral mencionan que posee flores hermafroditas, preferentemente autógamias, debido a que carece de nectarios que induzcan a los polinizadores a posarse sobre los ramilletes florales (Kriebel, 2016).

El mujut se posiciona como un recurso nativo subutilizado, con potencial para destacar por sus posibles propiedades nutraceuticas como una frutilla con beneficios para la salud humana, es consumido en la actualidad por las comunidades totonacas del norte del estado de Puebla, Veracruz e Hidalgo, valorado por el sabor dulce de sus frutos negros, muy similares al arándano, usados para hacer atoles, postres, muy consumido por los niños; sin embargo, falta investigación en aspectos agronómicos, cultivo, diversidad genética, mejoramiento genético, actividad antioxidante y nutraceutica del fruto, desarrollo comercial, entre otros; a pesar de ser una planta usada por los pueblos originarios, ha sido olvidada por los investigadores agrícolas. El estudio de la caracterización morfológica permite conocer la variabilidad de los individuos de cada población, los resultados se pueden aprovechar para estudios de conservación y aprovechamiento de los recursos genéticos (Molina-Maldonado *et al.*, 2024).

La caracterización morfológica permite establecer bases para estudiar el mujut, a fin de conocer sus características morfológicas y diferenciar a los individuos, y así conservar de mejor manera los recursos genéticos (Chepe-Cruz *et al.*, 2022). La caracterización morfológica contribuye a establecer bases para diseñar estrategias de aprovechamiento, conservación y mejoramiento de los recursos naturales; es decir, conocer para aprovechar mejor (Hernández, 2013).

Para realizar análisis de la caracterización morfológica es necesario considerar los descriptores morfológicos que describen, cuantifican y evalúan la diversidad fenotípica (Alves *et al.*, 2017). Cada descriptor puede ser cualitativo o cuantitativo para detectar las diferencias morfológicas entre poblaciones de una especie (Ruelas-Hernández *et al.*, 2014). Los descriptores morfológicos se utilizan para medir la variabilidad fenotípica y las características de las plantas, arbustos y árboles (Andrade-Rodríguez *et al.*, 2019). El uso y desarrollo de los descriptores permite realizar la caracterización morfológica de la mayoría de las plantas, facilitando la recolección, almacenamiento, acceso e interpretación de los datos obtenidos (Monge-Solís y Echeverría-Beirute, 2023). El análisis de cada accesión en condiciones ambientales homogéneas permite detectar

la variabilidad en la flor, tamaño de fruto, grados Brix, fisiología de las hojas, entre otros aspectos; además, se identifica el nivel de adaptación de las accesiones al estrés del ambiente (Ruiz *et al.*, 2021). Este estudio tuvo como objetivo caracterizar morfológicamente individuos de mujut en el municipio de Huehuetla, Puebla, México.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación geográfica de la zona de muestreo

Huehuetla, Puebla está ubicado en la Sierra Nororiental del estado de Puebla, México (Figura 1). Tiene un clima semi cálido húmedo con lluvias todo el año, con una altitud de 200 a 1100 msnm, precipitaciones de 2900 a 3600 mm anuales, el municipio presenta un suelo leptosol y una vegetación de selva baja perennifolia; el muestreo se llevó a cabo en 10 localidades del municipio: Lipuntahuaca, Chilococho, Leacaman, Putaxcat, Putlunichuchut, Kuwikchuchut, Xonalpu, Cinco de Mayo, Francisco I. Madero, Huehuetla la cabecera municipal y San Juan Ozelonacxtla como junta auxiliar (INEGI, 2010). Los individuos seleccionados provinieron de parcelas de productores cooperantes, potreros, linderos y cafetales, para acceder a ellos se solicitó autorización al juez de paz de la comunidad y a los dueños de las parcelas.

Análisis exploratorio

Se llevó a cabo un análisis exploratorio evaluando 25 individuos de mujut para estimar parámetros de estadística descriptiva de cada descriptor morfológico cuantitativo, se usó la desviación estándar para la fórmula de población infinita y así definir el tamaño de muestra para el análisis de caracterización morfológica. El análisis exploratorio permitió detectar patrones preliminares en la distribución de los datos, identificar posibles valores atípicos y evaluar la variabilidad de cada descriptor (Franco e Hidalgo, 2003; Ecuación 1).

$$\sum_{D=1}^{D=11} \frac{Z_{\alpha/2}^2 S^2}{\epsilon^2} = \bar{n} \quad \text{Ecuación 1)}$$

Donde: \bar{n} es el tamaño de la muestra promedio, D es el descriptor morfológico, Z es la confiabilidad 80 % (1.28), S^2 es la varianza de la población tomada de los resultados del análisis exploratorio de cada descriptor y ϵ es el error (0.2).

Fase de campo

La fase de campo contempló el análisis exploratorio que se llevó a cabo durante la primavera de 2024, y la colecta de información de los 250 individuos durante primavera-verano de 2024, temporada de floración y fructificación

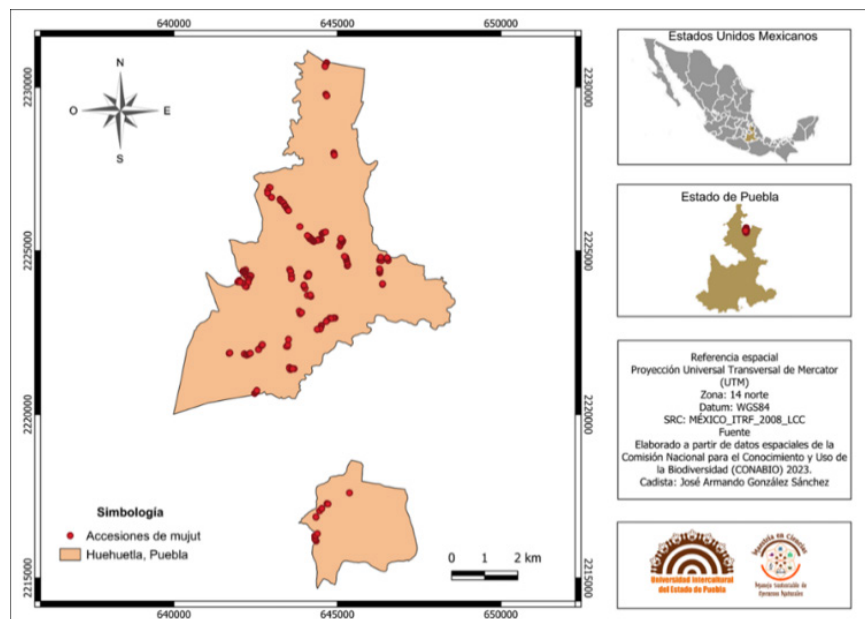


Figura 1. Mapa de ubicación de los 250 individuos de mujut (*Conostegia xalapensis*) en el municipio de Huehuetla, Puebla, México.

de *C. xalapensis*; para ello, se realizaron recorridos en 10 localidades del municipio de Huehuetla, Puebla, el cual cuenta con 47.95 km².

El tamaño de la muestra se definió mediante la fórmula de población infinita (Cantoni, 2009); además, se utilizó la varianza de cada descriptor cuantitativo del análisis exploratorio para alimentar la fórmula y calcular el tamaño de muestra, cuyo resultado fue de 250 individuos como muestra representativa de mujut. Cada individuo fue identificado mediante una etiqueta laminada con numeración del 1 al 250.

Descriptores morfológicos para mujut

Los descriptores morfológicos para *C. xalapensis* no se encuentran descritos por la Unión Internacional para la Protección de Obtenciones Vegetales, por tal motivo, se optó por utilizar los descriptores de una especie similar al mujut. Se encontró que el arándano (*Vaccinium* sp.) tiene características similares; por lo tanto, se utilizó la guía de dicho cultivo (UPOV, 2019), tomando en cuenta algunos de sus descriptores morfológicos y se añadieron algunos que se observaron en campo. Para la caracterización morfológica se evaluaron 31 descriptores morfológicos, 13 cualitativos (Figura 2; Cuadro 1) y 18 cuantitativos (Cuadro 2) relacionados con las hojas, flores y frutos en el tercio medio de cada arbusto.

Análisis estadístico

El análisis de los datos cuantitativos se realizó mediante

estadística descriptiva, utilizando el programa Excel®, para obtener el promedio, media aritmética, amplitud de variación, desviación estándar y el coeficiente de variación. Se realizó un análisis factorial de datos mixtos (FAMD) con el software R Studio versión 4.3.2. El FAMD permite analizar descriptores cuantitativos y cualitativos, utilizando los paquetes FactoMineR (para el análisis), factoextra (para la visualización de los datos) y ggplot2 (para la realización y visualización de gráficas) (Kassambara, 2023). El análisis FAMD se realizó en dos ocasiones, la primera con los 31 descriptores evaluados, para definir los descriptores con mayor contribución a la varianza acumulada, permitiendo eliminar aquellos de menor contribución; en la segunda se usaron solo los 16 descriptores que más contribuyeron a la varianza acumulada. También se realizó agrupamiento jerárquico en componentes principales (HCPC) utilizando la paquetería de FactoMineR y factoextra; se utilizó el criterio de Ward y la matriz euclidiana de similitud, basándose en la varianza multidimensional de los componentes principales. Para definir el número de grupos se usó la prueba de ganancia de inercia; además, mediante la prueba de chi-cuadrada se determinó la asociación entre las localidades (variable categórica) y los grupos formados (Kassambara, 2017).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Estadística descriptiva

Los descriptores número de ramas (NM) y área de copa (AC) presentaron un valor mayor de 50 % de coeficiente

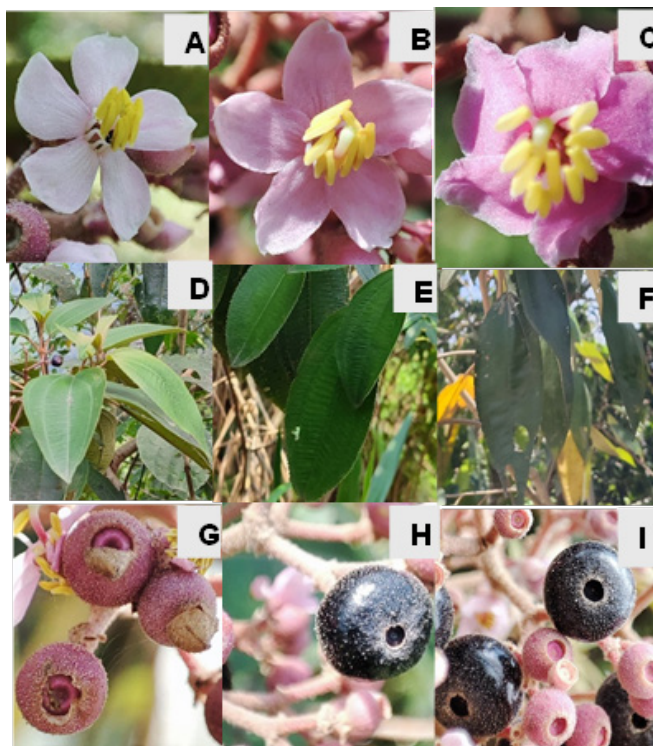


Figura 2. Descriptores morfológicos cualitativos de flor, hojas y fruto de mujut (*C. xalapensis*). A) color del pétalo (rosa bajo), B) color del pétalo (rosa medio), C) color del pétalo (rosa alto), D) color del haz (verde bajo), E) color del haz (verde medio), F) forma de la hoja (lanceolada), G) fruto en desarrollo, H) forma del fruto (baya circular), I) color del fruto maduro (violeta oscuro).

Cuadro 1. Descriptores morfológicos cualitativos utilizados para la caracterización de mujut en Huehuetla, Puebla, México, 2024.

Descriptores cualitativos	Código	Unidad de medida o estado del descriptor	Tamaño de muestra
Forma de la hoja	FH	1) Lanceolada, 2) Ovada, 3) Elíptica	10 hojas
Margen de la hoja	MH	1) Aserrado, 2) Dentado	10 hojas
Color del haz	CH	1) Verde bajo, 2) Verde medio, 3) Verde alto	10 hojas
Color del envés	CEN	1) Marrón bajo, 2) Marrón medio, 3) Marrón alto	10 hojas
Color del borde de la hoja	CBH	1) Verde bajo, 2) Verde medio, 3) Verde alto	10 hojas
Color del pétalo	CP	1) Rosa bajo, 2) Rosa medio, 3) Rosa alto	10 flores
Forma de la corola	FC	1) Rosácea, 2) Cruciforme, 3) Aclavelada	10 flores
Color de los estambres	CES	1) Amarillo bajo, 2) Amarillo medio, 3) Amarillo alto	10 flores
Intensidad del color del fruto maduro	ICFM	1) Violeta Semi-oscuro, 2) Violeta oscuro, 3) Negro	10 frutos
Forma del fruto	FF	1) Elíptica, 2) Circular, 3) Oblonga	10 frutos
Color de la pulpa del fruto	CPF	1) Morado bajo, 2) Morado medio, 3) Morado alto	10 frutos
Tipo de Semillas	TS	1) Piramidales, 2) Redondeadas	10 frutos
Presencia de tricomas en el fruto	PTF	1) Presentes 2) Ausentes	10 frutos

Cuadro 2. Descriptores morfológicos cuantitativos utilizados para la caracterización de mujut en Huehuetla, Puebla, México, 2024.

Descriptores cuantitativos	Código	Unidad de medida o estado del descriptor	Tamaño de muestra
Número de ramas	NM	Número	individuo
Área de copa	AC	m ²	individuo
Copa A	CA	m	individuo
Copa B	CB	m	individuo
Longitud del entrenudo	LE	mm	Tercio medio
Longitud de la hoja	LH	cm	10 hojas
Ancho de la hoja	AH	cm	10 hojas
Longitud del pecíolo	LPEC	mm	10 hojas
Relación largo/ancho de la hoja	RLAH	LH/AH	10 hojas
Largo de pétalo	LPET	mm	10 flores
Ancho de pétalo	AP	mm	10 flores
Diámetro de la flor	DF	mm	10 flores
Tamaño de la corola	TC	mm	10 flores
Altura del fruto	ALF	mm	10 frutos
Ancho del fruto	ANF	mm	10 frutos
Relación altura/ancho del fruto	RALAN	AL/AN	10 frutos
Peso del fruto	PF	mg	10 frutos
Grados Brix/dulzura	GB	Grados Brix	10 frutos

de variación (CV); por lo tanto, tienen variabilidad alta (Franco e Hidalgo, 2003). Los descriptores que tuvieron un intervalo de CV 20-49 % fueron: copa A (CA), copa B (CB), longitud de entrenudo (LE), ancho de la hoja (AH), longitud del pecíolo (LPEC), ancho de pétalo (AP), peso del fruto (PF) y °Brix (GB). Los descriptores que tuvieron un CV menor de 20 % fueron: largo de la hoja (LH), relación largo/ancho de la hoja (RLAH), largo del pétalo (LP), diámetro de la flor (DM), tamaño de la corola (TC), alto del fruto (ALF), ancho del fruto (ANF) y relación altura/ancho del fruto (RALAN); de acuerdo con Franco e Hidalgo (2003), los descriptores que presentaron un CV menor de 20 % tienen baja variabilidad (Cuadro 3). El coeficiente de variación (CV) indicó los descriptores que tuvieron variabilidad alta (CV mayor de 30 %), el CV se usó para alimentar la Ecuación 1 y así determinar el tamaño de muestra requerido para la caracterización completa mediante el cociente entre el

error estandar del coeficiente de variación y el coeficiente de variación (0.1-0.2) se identificó que el cálculo del CV fue aceptable.

Análisis factorial de datos mixtos (FAMD) para 31 descriptores morfológicos

En este análisis se evaluaron los 31 descriptores (primer análisis) tanto cualitativos como cuantitativos, se obtuvo un porcentaje de la varianza que se representó en cinco dimensiones, teniendo un total del 9.27 % para la dimensión 1, 8.63 % para la dimensión 2, 7.36 % para la dimensión 3, 6.35 % para la dimensión 4 y 5.63 % para la dimensión 5. Se obtuvo un total de 37.26 % del porcentaje de la varianza acumulada en cinco dimensiones.

Se observó que la varianza fue baja con las cinco

Cuadro 3. Evaluación de estadística descriptiva mediante descriptores morfológicos cuantitativos de mujut (*C. xalapensis*).

Descriptores	Estadísticos							
	n	\bar{x}	s ²	S	r	CV (%)	SCV	SCV/CV
Núm. Ramas (NM)	25	4.15	9.36	3.06	14	74	10.5	0.14
Área de copa (AC)	25	9.6	38.5	6.2	59.3	65	9.2	0.14
Copa A (CA)	25	3.2	0.98	0.99	6.81	31	4.4	0.14
Copa B (CB)	25	2.79	0.84	0.92	6.35	33	4.7	0.14
Long. entrenudo (LE)	25	46.04	237	15.4	90.9	33	4.7	0.14
Long. hoja (LH)	25	17.29	4.9	2.21	20.8	13	1.8	0.14
Ancho hoja (AH)	25	7.39	2.12	1.46	18.4	20	2.8	0.14
Long. peciolo (LPEC)	25	52.13	240	15.5	102	30	4.2	0.14
Relación largo/ancho hoja (RLAH)	25	2.39	0.15	0.38	3.89	16	2.3	0.14
Largo pétalo (LPET)	25	5.23	0.72	0.85	7.03	16	2.3	0.14
Ancho pétalo (AP)	25	4.09	0.94	0.97	11.3	24	3.4	0.14
Diámetro flor (DF)	25	11.39	3.2	1.79	15	16	2.3	0.14
Tamaño corola (TC)	25	2.36	0.19	0.43	6.2	18	2.5	0.14
Altura fruto (ALF)	25	6.95	1.17	1.08	7.18	16	2.3	0.14
Ancho fruto (ANF)	25	8.58	1.58	1.26	9.93	15	2.1	0.14
Relación altura/ancho fruto (RALAN)	25	0.82	0.03	0.16	1.9	19	2.69	0.14
Peso fruto (PF)	25	35.96	165	12.8	75.5	36	5.09	0.14
°Brix (GB)	25	15.12	13.4	3.66	26.4	24	3.39	0.14

n: tamaño de la muestra, \bar{x} : media aritmética, s²: varianza poblacional, S: desviación estándar, r: intervalo de variación, CV: coeficiente de variación, SCV: error estandar del CV.

dimensiones (Núñez-Colín y Barrientos-Priego, 2006), la baja variabilidad encontrada puede deberse a dos causas principales, la primera al tipo de polinización del mujut preferentemente autógama (Kriebel, 2016), la cual fomenta poblaciones homogéneas y la segunda, que todos los individuos muestreados se encuentran en potreros, campos de cultivo y cercas vivas, los cuales reciben manejo como podas, raleos, trasplantes, disminuyendo el número de individuos que se desarrollan, con preferencia por los individuos con frutos dulces.

En la Figura 3 se muestra la contribución de descriptores, donde los que más contribuyeron en la dimensión 1 fueron área de copa (AC), copa B (CB) y copa A (CA); para la dimensión 2 el peso del fruto (PF), ancho del fruto (ANF), altura del fruto (ALF), ancho de la hoja (AH), relación largo/ancho de la hoja (RLAH) y longitud del pétalo (LPET), mientras que los descriptores con menor contribución a la varianza están cerca al origen y fueron la forma de la corola (FC), intensidad del color del fruto maduro (ICFM), forma del fruto (FF), tipo de semillas (TS), presencia de tricomas

en el fruto (PTF), color del estambre (CES), color del pétalo (CP), color de la pulpa del fruto (CPF), color del borde de la hoja (CBH), color del envés (CEN), número de ramas (NM), longitud del peciolo (LPEC), largo de la hoja (LH), tamaño de la corola (TC) y relación altura/ancho del fruto (RALAN). Para reducir el número de variables, incrementar la varianza acumulada y mejorar los agrupamientos se eliminaron 15 descriptores, 10 cualitativos y 5 cuantitativos, con los que se repitió el análisis FAMD.

Análisis factorial de datos mixtos para 16 descriptores morfológicos

Con el nuevo análisis FAMD con los 16 descriptores se encontró que el porcentaje de la varianza acumulada subió 9.38 % con respecto al análisis anterior, con las cinco primeras dimensiones se presentó un porcentaje total del 46.64 %, expresando baja varianza acumulada. La Figura 4 permitió observar la relación de los descriptores morfológicos en dos dimensiones, de acuerdo con la menor y mayor contribución, se observó que la posición de

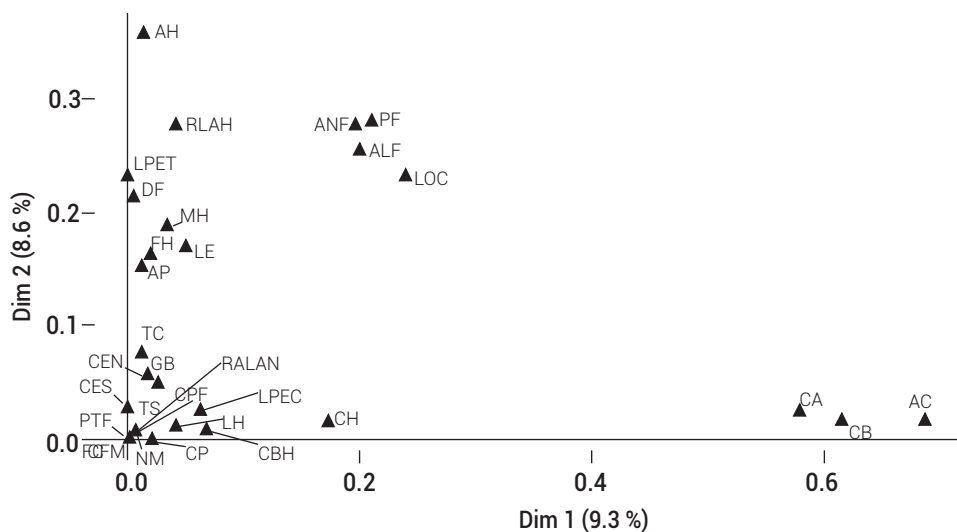


Figura 3. Contribución de descriptores de acuerdo con la dimensión 1 y dimensión 2, a partir del primer análisis de 31 descriptores.

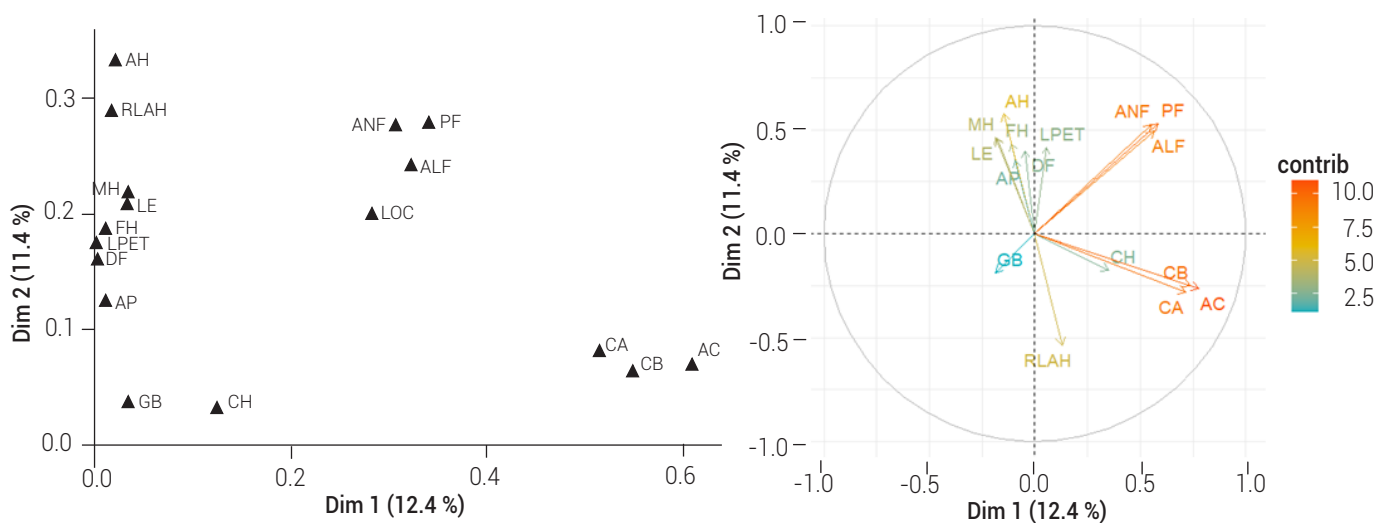


Figura 4. Contribución de descriptores y de vectores de acuerdo con la dimensión 1 y dimensión 2, del análisis con 16 descriptores.

los descriptores indica los que más aportan información al análisis de caracterización morfológica. En la dimensión 1 área de copa (AC), copa A (CA) y copa B (CB) presentaron alta contribución e indicaron relación con tamaño del arbusto. En la dimensión 2 los descriptores ancho de la hoja (AH) y relación largo/ancho de la hoja (RLAH) presentaron una alta contribución y se relacionaron con el tamaño de las hojas; por último, en el aporte de las dos dimensiones se observó que los descriptores peso del fruto (PF), ancho del fruto (ANF) y altura del fruto (ALF) presentaron relación con el tamaño del fruto. Estos descriptores contribuyen a la diferenciación entre individuos de mujut

correlacionando las características fenotípicas de mayor aportación a la caracterización morfológica; además, la gráfica de vectores permitió distinguir los descriptores que explicaron mejor la diversidad morfológica entre individuos de mujut, que ayudó a observar los descriptores con mayor aporte al análisis de caracterización morfológica. La varianza acumulada aún fue baja en el segundo análisis, posiblemente por la limitada distribución geográfica de los individuos muestreados, por lo que se recomienda ampliar la zona de muestreo; a pesar de lo anterior, la información generó una serie de descriptores morfológicos para la caracterización de esta especie.

Análisis de agrupamiento jerárquico de componentes principales

El análisis HCPC permitió agrupar a los individuos de acuerdo con los descriptores de hoja, flor, fruto y tamaño de árbol; además, se obtuvieron tres grupos, de acuerdo con la prueba de ganancia de inercia. El análisis HCPC permitió distinguir los individuos más representativos de cada grupo (Figura 5); el dendrograma resultante representa los tres grupos formados por medio de colores, Grupo 1 azul, Grupo 2 verde, Grupo 3: rojo; además, las ramificaciones permitieron identificar las uniones en cada grupo, entre más baja fue la unión se obtuvo mayor similitud. El grupo 1 tuvo 96 individuos, se caracterizó por el contenido de sólidos solubles en el fruto, cuyo promedio fue de 15.8 grados Brix (GB) y los individuos más representativos fueron: 243 (Chilocochoy), 200 (Putaxcat), 233 (Chilocochoy), 76 (Xonalpu) y 164 (Francisco I. Madero), comunidades distribuidas en todo el municipio. La mayoría de los individuos de este grupo fueron de Chilocochoy, Francisco I. Madero, Leacamán, Kuwikchuchut, Putaxcat, Putlun, San Juan Ozelonacaxtla y Xonalpu.

El grupo 2 se integró por 82 individuos, se conformó por los descriptores diámetro de flor (DF) con un promedio de 12.54 mm, peso de fruto (PF) con promedio de 41.64 mg, longitud de entrenudo (LE) con un promedio de 52.15 mm, ancho de fruto (ANF) con promedio de 9.19 mm, altura de fruto (ALF) con un promedio de 7.36 mm y ancho de hoja (AH) con un promedio de 7.71 mm, los individuos más representativos fueron: 122 (Putlun), 192 (Putaxcat), 115 (Cinco de Mayo), 103 (Cinco de Mayo), 25 (Leacamán), al igual que el grupo anterior, cuyo origen fue en comunidades distribuidas por todo el municipio, este grupo se caracterizó por tener el fruto y la flor más grandes. Los individuos de este grupo se ubicaron en Leacamán, Lipuntahuaca, Putaxcat, San Juan Ozelonacaxtla, Xonalpu y Cinco de Mayo.

El agrupamiento 3 tuvo 72 individuos, se conformó por los descriptores área de copa (AC) con promedio de 15.93 m², copa A (CA) con promedio de 4.25 m², copa B (CB) con promedio de 3.73 m² y color del haz de la hoja (CH) donde predominó el verde alto, los individuos más representativos fueron: 16 (Huehuetla), 40 (Leacamán), 107 (Cinco de Mayo), 131 (Putlun), 160 (Kuwikchuchut), este grupo se caracterizó por tener a los individuos con mayor tamaño de arbusto, los individuos de este grupo se ubicaron en Francisco I. Madero, Huehuetla, Kuwikchuchut, Lipuntahuaca, Putaxcat y Xonalpu. Cabe resaltar que el municipio de Huehuetla es pequeño, con penas 47.95 km², con altitudes de 400 a 1000 msnm. Considerando que el mujut es una especie que se encuentra en potreros, sembradíos de maíz y a las orillas de los predios como

cerca viva, recibe manejo constante de podas y trasplantes, lo que aunado al hábito de polinización preferentemente autógena, fomenta una población homogénea.

CONCLUSIONES

Existe baja variabilidad entre los individuos de mujut en Huehuetla, Puebla, a pesar de considerarse una planta nativa de México, por lo que es importante investigar en torno a las causas y elaborar un programa de conservación, manejo y aprovechamiento de este recurso subutilizado, pero con potencial alimenticio, genético y económico.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI) por el apoyo que se ha otorgado por medio de becas nacionales para estudios de posgrado.

BIBLIOGRAFÍA

- Alves R. P., A. F. Blank, A. M. S. Oliveira, A. D. D. Santana, V. S. Pinto and T. M. Andrade (2017) Morpho-agronomic characterization of sweet potato germplasm. *Horticultura Brasileira* 35:534-541, <https://doi.org/10.1590/s0102-053620170410>
- Andrade-Rodríguez M., T. J. Rodríguez-Rojas, A. Castillo-Gutiérrez, O. G. Villegas-Torres and D. Guillén-Sánchez (2019) Analysis of morphological characters and RAPDs fragments of twelve species of the Crassulaceae family. *Revista Bio Ciencias* 6:e537, <https://doi.org/10.15741/revbio.06.e537>
- Cantoni R. N. M. (2009) Técnicas de muestreo y determinación del tamaño de la muestra en investigación cuantitativa. *Revista Argentina de Humanidades y Ciencias Sociales* 7:1-8,
- Chepe-Cruz G., M. Aguilar-Tlatelpa, M. L. Fajardo-Franco, P. Molina-Mendoza, A. Santacruz V. and M. Hernández R. (2022) Characterization of mamey [*Pouteria sapota* (Jacq.) Moore & Stearn] in the Totonacapan Poblano of Puebla, Mexico. *AgroProductividad* 15:175-184, <https://doi.org/10.32854/agrop.v15i9.2245>
- Franco T. L. y R. Hidalgo (2003) Análisis Estadístico de Datos de Caracterización Morfológica de Recursos Fitogenéticos. Boletín Técnico IPGRI No. 8. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos. Roma, Italia. 89 p.
- González-Santana I. H., J. Márquez-Guzmán, S. Cram-Heydrich and R. Cruz-Ortega (2012) *Conostegia xalapensis* (Melastomataceae): an aluminum accumulator plant. *Physiologia Plantarum* 144:134-145, <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.2011.01527.x>
- Hernández-Ladrón de Guevara I., O. R. Rojas-Soto, F. López-Barrera, F. Puebla-Olivares y C. Díaz-Castelazo (2012) Dispersión de semillas por aves en un paisaje de bosque mesófilo en el centro de Veracruz, México: su papel en la restauración pasiva. *Revista Chilena de Historia Natural* 85:89-100, <https://doi.org/10.4067/S0716-078X2012000100007>
- Hernández V. A. E. (2013) Caracterización morfológica de recursos fitogenéticos. *Revista Bio Ciencias* 2:113-118, <https://doi.org/10.15741/revbio.02.03.05>
- INEGI, Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2010) Compendio de información geográfica municipal 2010 Huehuetla Puebla clave geoestadística 21072. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Aguascalientes, México. https://www.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/21/21072.pdf. (Octubre 2023).

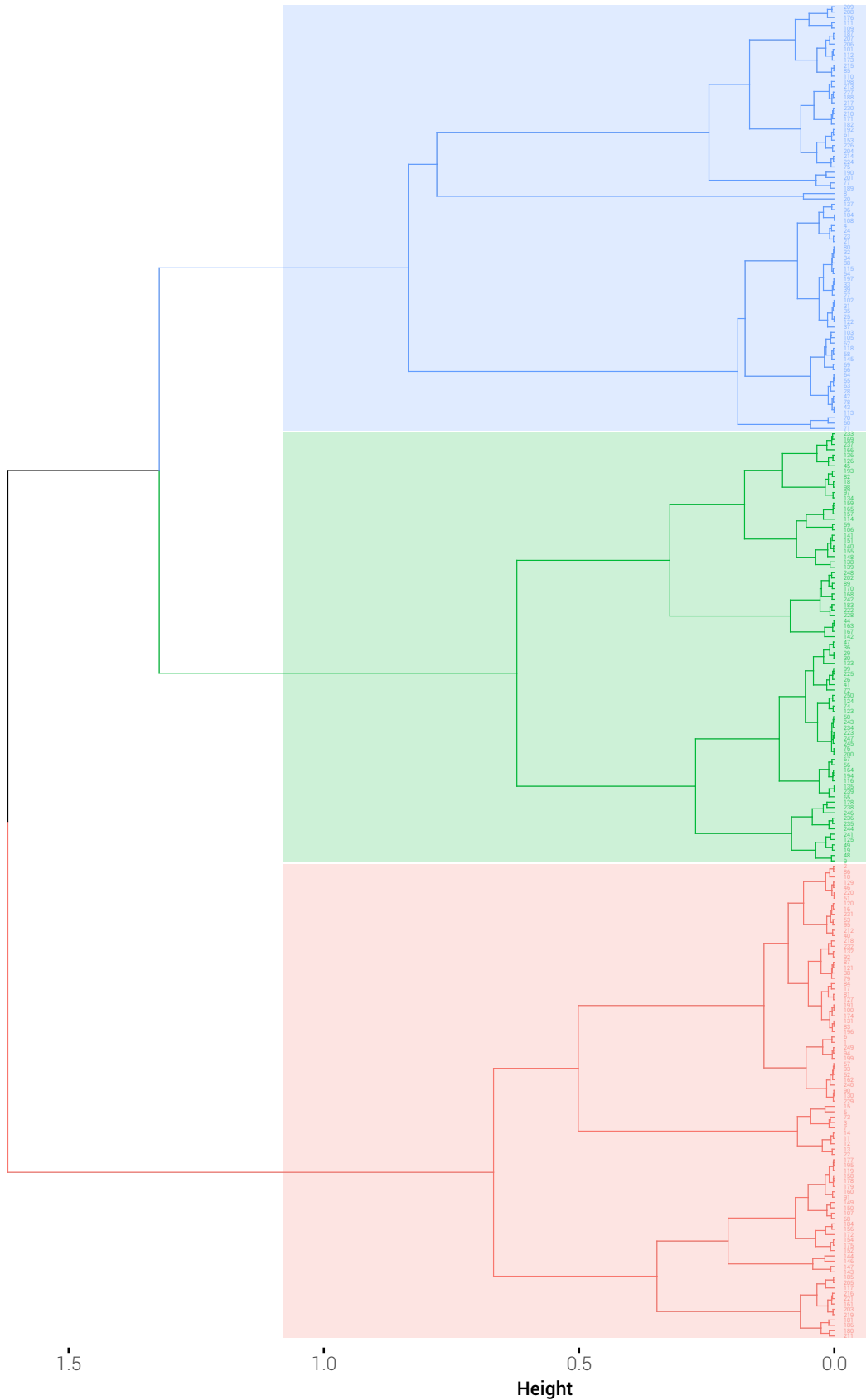


Figura 5. Dendrograma elaborado a partir del agrupamiento de descriptores con 250 individuos de *C. xalapensis* mediante el análisis HCPC. Grupo 1: azul, Grupo 2: verde, Grupo 3: rojo.

- Kassambara A. (2017) Practical Guide To Cluster Analysis in R: Unsupervised Machine Learning. STHDA. Las Vegas, Nevada, USA. 187 p.
- Kassambara A. (2023) Practical Guide to Principal Component Methods in R, PCA, MCA, FAMD, MFA, HCPC, factoextra. STHDA. Las Vegas, Nevada, USA. 205 p.
- Kriebel R. (2016) A monograph of *Conostegia* (Melastomataceae, Miconieae). *PhytoKeys* 67:1-326, <https://doi.org/10.3897/phytokeys.67.6703>
- Molina-Maldonado J. R., R. H. Andueza-Noh, E. Ruiz-Sánchez, R. Garruña, F. A. Gutiérrez-M. y L. F. da Conceição-Dos Santos (2024) Diversidad morfológica de *Ardisia compressa* Kunth, del noreste de Chiapas, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 27:004, <https://doi.org/10.56369/tsaes.5004>
- Monge-Solís J. y F. Echeverría-Beirute (2023) Validación de descriptores para la caracterización morfológica de cinco materiales de cas [*Psidium friedrichsthalianum* (O. Berg) Niedenzu] en Costa Rica. *Agronomía Costarricense* 47:79-94, <https://doi.org/10.15517/rac.v47i2.56134>
- Núñez-Colín C. A. y A. F. Barrientos-Priego (2006) Estimación de la variabilidad interna de muestras poblacionales, mediante análisis de componentes principales. *Interciencia* 31:802-806.
- Ruelas-Hernández P. G., K. Mejía-Martínez y M. García-López (2014) Identificación de patrones de variación morfológica de especies de calabaza de la costa y sierra de Nayarit, México. *Revista Bio Ciencias* 3:39-49, <https://doi.org/10.15741/revbio.03.01.05>
- Ruiz H. R., A. Pérez-Vázquez, E. García-Pérez, C. Landeros-Sánchez, F. Morales T. y R. M. Soto H. (2021) Caracterización morfológica de accesiones de *Moringa oleifera* provenientes del sur-sureste de México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 12:1209-1222, <https://doi.org/10.29312/remexca.v12i7.2632>
- UPOV, International Union for the Protection of New Varieties of Plants (2019) Blueberry UPOV Code(s): VACCLELL; VACC LANG; VACC COR; VACC FOR; VACC MYD; VACC MYR; VACC SIM; VACC VIR. *Vaccinium angustifolium* Aiton; *Vaccinium corymbosum* L.; *Vaccinium formosum* Andrews; *Vaccinium myrtilloides* Michx.; *Vaccinium myrtillus* L.; *Vaccinium virgatum* Aiton; *Vaccinium simulatum* Small; *Vaccinium elliotii* Chapm. TG/137/5 (proj. 3). International Union for the Protection of New Varieties of Plants. Geneva, Switzerland. 35 p.