

Diversidad morfológica y caracterización fenotípica de ecotipos de mora (*Rubus spp.*) en los Andes ecuatorianos (2037-2620 msnm)

Morphological diversity and phenotypic characterization of *Rubus* ecotypes in the Ecuadorian Andes (2037-2620 masl)

Rubén Darío Saltos-Espín¹; Víctor Hugo González-Rivera^{2*}; Martha Magdalena González-Rivera³; Olga Isabel González-Rivera⁴

1 Ministerio de Agricultura y Ganadería. Ciudad Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador.

2 Facultad de Ciencias Agrarias. Carrera de Agropecuaria. Universidad Estatal Península de Santa Elena. Ciudad La Libertad, Santa Elena, Ecuador.

3 Secretaría de Desarrollo Económico Productivo – GADPB, Provincia Bolívar, Ecuador.

4 Rashellbella Corporation “CORDEIR,” Ciudad Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador.

* Autor correspondiente: vicgo_1811@hotmail.com, vgonzalezr@upse.edu.ec (V. H. González-Rivera).

ORCID de los autores:

R. D. Saltos-Espín: <https://orcid.org/0000-0002-8480-4772>

V. H. González-Rivera: <https://orcid.org/0000-0001-5195-9631>

M. M. González-Rivera: <https://orcid.org/0000-0003-3211-4988>

O. I. González-Rivera: <https://orcid.org/0009-0009-9313-7797>

RESUMEN

La mora (*Rubus sp.*) es un cultivo frutal de gran importancia socioeconómica en Ecuador. La escasa información sobre la diversidad morfológica de los ecotipos locales limita el desarrollo de programas de mejoramiento genético y conservación. Con el fin de caracterizar su diversidad morfológica, se registraron in situ 16 ecotipos del género *Rubus* en tres localidades del cantón Guaranda, provincia de Bolívar (2037–2620 msnm), pertenecientes a las especies *R. glaucus*, *R. niveus*, *R. floribundus* Kunth, *R. ulmifolius* Schott y *R. rosifolius* Sm. Se evaluaron 18 descriptores cualitativos mediante Análisis de Correspondencias Múltiples (ACM) y el método de Ward con distancia euclídea. El análisis discriminante identificó siete descriptores con el mayor poder de diferenciación ($CV > 35\%$): forma de la hoja ($CV = 57,75\%$), hábito de producción ($CV = 36,63\%$), forma del ápice ($CV = 36,41\%$), color de la corola ($CV = 36,41\%$), forma del margen foliar ($CV = 35,40\%$), vellosidades en las hojas ($CV = 35,93\%$) y forma del fruto maduro ($CV = 36,40\%$). El ACM explicó el 82,61% de la variabilidad total en dos dimensiones ($D1 = 46,91\%$; $D2 = 35,71\%$). El análisis de conglomerados conformó tres grupos: el Conglomerado 1 agrupó ecotipos de *R. glaucus* cultivados, el Conglomerado 2 reunió las especies *R. floribundus* Kunth y *R. niveus* Thunb., y el Conglomerado 3 incluyó *R. ulmifolius* Schott y *R. rosifolius* Sm. Estos resultados aportan una base morfológica preliminar y de bajo costo para orientar la selección de progenitores en programas de conservación y mejoramiento genético de *Rubus* en los Andes ecuatorianos.

Palabras clave: descriptores cualitativos; descriptores morfológicos; ecotipos; germoplasma andino; *Rubus glaucus*

ABSTRACT

The blackberry (*Rubus sp.*) is a fruit crop of great socioeconomic importance in Ecuador. The limited information on the morphological diversity of local ecotypes hinders the development of genetic improvement and conservation programs. To characterize this diversity, sixteen ecotypes of the genus *Rubus* were recorded in situ at three sites in the Guaranda canton, Bolívar province (2037–2620 masl), belonging to the species *R. glaucus*, *R. niveus*, *R. floribundus* Kunth, *R. ulmifolius* Schott, and *R. rosifolius* Sm. Eighteen qualitative descriptors were evaluated using Multiple Correspondence Analysis (MCA) and Ward's method with Euclidean distance. Discriminant analysis identified seven descriptors with the highest discriminatory power ($CV > 35\%$): leaf shape ($CV = 57.75\%$), fruiting habit ($CV = 36.63\%$), apex shape ($CV = 36.41\%$), corolla color ($CV = 36.41\%$), leaf margin shape ($CV = 35.40\%$), leaf pubescence ($CV = 35.93\%$), and mature fruit shape ($CV = 36.40\%$). MCA explained 82.61% of the total variability in two dimensions ($D1 = 46.91\%$, $\alpha = 0.925$; $D2 = 35.71\%$, $\alpha = 0.880$). The cluster analysis formed three groups: Cluster 1 grouped cultivated ecotypes of *R. glaucus*, Cluster 2 grouped the species *R. floribundus* Kunth and *R. niveus* Thunb., and Cluster 3 included *R. ulmifolius* Schott and *R. rosifolius* Sm. These findings provide a low-cost, preliminary morphological basis for guiding parent selection in *Rubus* conservation and breeding programs in the Ecuadorian Andes.

Keywords: qualitative descriptors; morphological descriptors; ecotypes; Andean germplasm; *Rubus glaucus*

Recibido: 12-06-2026.

Aceptado: 02-10-2026.



Esta obra está publicada bajo la licencia [CC BY 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

INTRODUCCIÓN

El género *Rubus* es altamente diverso y taxonómicamente complejo, con una distribución mundial (Sochor et al., 2018a; Iza et al., 2020). Algunas especies, como *R. glaucus* Benth., son originarias de las zonas altoandinas de América (Saltos et al., 2020). Este género incluye miles de especies descritas y numerosos taxones infragenéricos, y se caracteriza por una alta heterocigosidad y niveles de ploidía que varían desde diploides hasta dodecaploides (Kurtto et al., 2010; Marulanda & Márquez, 2001); la mayoría de las especies son apomícticas, contiene alrededor de 863 especies en todo el mundo (Chen et al., 2026). Las especies de *Rubus* son regionalmente importantes como cultivos comerciales: *R. glaucus*, Benth., en los Andes de América del Sur; *R. armeniacus* Focke (*R. procerus* P. J. Muell.) en su Europa nativa o como especie naturalizada en América del Sur; *R. phoenicolasius* Maxim., *R. coreanus* Miq., y *R. parvifolius* L., en Asia; y *R. chamaemorus* L. y *R. arcticus* L., nativas de los confines del hemisferio norte (Finn, 1999; Finn & Hancock, 2008). Estas especies presentan amplia adaptación a diversas condiciones edafoclimáticas (Clark et al., 2007).

La taxonomía de *Rubus* ha sido históricamente difícil debido a su amplia diversidad morfológica y las características superpuestas, y los procesos de apomixis, poliploidización e hibridación (Sochor et al., 2022b). Las especies de *Rubus* exhiben una tremenda diversidad, con plantas que van desde leñosas hasta semileñosas, arbustos o subarbustos rastreros, erectos o trepadores hasta hierbas enanas rastreras perennes. Las hojas varían desde simples hasta compuestas palmeadas o pinnadas con un número que generalmente oscila entre 3 y 11, y ocasionalmente hasta 15 folíolos (Gao et al., 2023). La mora es un cultivo de alto valor comercial debido a la calidad de sus frutos, su precocidad productiva y valor nutricional, características que permiten un rápido retorno económico y una creciente demanda en los mercados (Alice & Campbell, 1999; Huang & Hu, 2009); la producción mundial se concentra principalmente en México, Estados Unidos y Serbia; México lidera con alrededor del 35% - 40% de la producción mundial (FAOSTAT, 2023).

En la región andina, *Rubus glaucus* Benth. (Mora de Castilla) es la especie de mayor importancia socioeconómica. En Ecuador, la producción de mora sustenta a cerca de 15 mil pequeños y medianos productores, con una superficie cultivada de 5294 hectáreas (Guerrero, 2023). A pesar de esta importancia, la base genética comercial es estrecha, limitándose a cultivares como "Castilla", "Colombiana", "Brazos" e "INIAP Andimora 2013" (Iza et al., 2020).

Ecuador alberga una vasta riqueza fitogenética del género *Rubus* con 24 especies registradas distribuidas en tres subgéneros: *Idaeobatus* (frambuesas), *Rubus* (antiguamente *Eubatus*, zarzamoras) y *Orobatus* (endémico andino) que habitan en ecosistemas perturbados, bordes de bosque nublado y zonas de páramo (Romoleroux,

1996; Espinel & Romoleroux, 2020, 2021). Entre las especies recientemente registradas destacan *Rubus longistipularis* Espinel-Ortiz & Romol., arbusto trepador propio de los bosques montanos del Chocó Andino, y *Rubus maquipucunensis* Espinel-Ortiz & Romol., liana de los bosques lluviosos de Pichincha y Santo Domingo de los Tsáchilas, lo que evidencia que la diversidad del género en Ecuador continúa siendo subestimada (Espinel & Romoleroux, 2021).

En Ecuador, el género *Rubus* comprende tanto especies silvestres como cultivadas, entre las que se registran *R. floribundus* Kunth, *R. adenotrichos* Schltdl., *R. roseus* Poir., *R. glaucus* Benth., *R. niveus* Thunb. y *R. boliviensis* Focke, entre otras (Romoleroux, 1996; Espinel-Ortiz et al., 2024). De estas, *R. glaucus* Benth es la de mayor importancia comercial y la de mayor aceptación por parte de los agricultores, la industria y los consumidores (Saltos et al., 2020; Iza et al., 2020).

Estudios genéticos previos, desarrollados por Simbaña (2020) mediante el uso de 20 marcadores microsatélites en 135 accesiones de *Rubus spp.* recolectadas en zonas altoandinas del Ecuador, revelaron un alto índice de polimorfismo (0,624) y una heterocigosidad promedio de 0,434. Estos indicadores, significativamente superiores en los materiales silvestres respecto a los cultivares comerciales, subrayan la existencia de una amplia variabilidad genética en el germoplasma local.

A nivel regional, investigaciones en Colombia y Brasil han demostrado que la caracterización morfológica es una herramienta eficaz y de bajo costo para establecer la identidad de materiales locales y detectar fuentes de resistencia a enfermedades o ciertas características deseables para mejoramiento genético (Zamorano et al., 2007). En Ecuador, a pesar de décadas de producción, la investigación sistemática sobre las características morfológicas y agronómicas de la mora sigue siendo limitada. Esta brecha de conocimiento obstaculiza la selección de materiales promisorios para el reemplazo de variedades tradicionales o la identificación de genes clave para el fitomejoramiento. Específicamente, no existe una caracterización morfológica sistemática de los ecotipos locales de *Rubus* que oriente los programas de mejoramiento, y este vacío es particularmente evidente en la zona centro-andina del Ecuador (provincia de Bolívar), donde coexisten cultivares comerciales, materiales silvestres nativos y especies naturalizadas. En este contexto, la caracterización morfológica constituye una herramienta preliminar, de bajo costo y de fácil aplicación en campo, que permite priorizar los materiales que ameritan posteriormente estudios moleculares (Zamorano et al., 2007; Simbaña, 2020). El presente estudio tuvo como objetivo caracterizar morfológicamente los ecotipos del género *Rubus spp.* provenientes de tres sectores del cantón Guaranda, provincia de Bolívar, mediante descriptores cualitativos de alto poder discriminante, con el fin de identificar variabilidad fenotípica útil para programas de conservación y fitomejoramiento.

METODOLOGÍA

2.1. Área de estudio

El estudio se desarrolló entre los meses de marzo y agosto de 2025 en tres localidades pertenecientes al cantón Guaranda, provincia de Bolívar-Ecuador, ubicada en la zona centro de la región Interandina del Ecuador (Saltos et al., 2020). Las características geográficas y climáticas de los sitios de muestreo se detallan en la Tabla 1.

2.2. Material de estudio

Se evaluaron 16 ecotipos del género *Rubus* spp., pertenecientes a tres localidades del cantón Guaranda: Illuvi, Tamboreal y Guantug Cruz (Tabla 2). La determinación taxonómica se realizó con base en la clave de especies de *Rubus* incluida en la serie Flora del Ecuador (Romoleroux, 1996). Tras la identificación, los 16 registros se agruparon en siete taxones.

2.3. Caracterización morfológica

Los caracteres utilizados en los análisis filogenéticos se dividen generalmente en dos clases conceptuales: “morfológicos”, esencialmente equivalentes a características no moleculares, como la morfología de los órganos, y “moleculares”, derivados de datos genéticos, como secuencias de ADN. Las características morfológicas suelen ser la manifestación de numerosos genes interrelacionados (Simpson, 2019).

Para el proceso de caracterización de los ecotipos, se seleccionaron 10 plantas en producción, seleccionadas por muestreo aleatorio simple para cada ecotipo dentro de cada localidad (numeración de las plantas en producción y sorteo, de modo que todas tuvieron la misma probabilidad de ser

elegidas), excluyendo aquellas con daños fitosanitarios evidentes. En cada planta se realizaron tres mediciones independientes por descriptor. Para consolidar las mediciones de cada ecotipo en un único valor por descriptor cualitativo, se empleó la moda estadística como medida de tendencia central, criterio apropiado para variables categóricas (Rivera et al., 2023). Los valores modales obtenidos constituyeron la matriz de datos con la que se realizó el Análisis de Correspondencias Múltiples (ACM) y el análisis de conglomerados jerárquico.

En total, se evaluaron 18 variables cualitativas, adaptadas con base en los descriptores propuestos para la caracterización de materiales del género *Rubus* (Espinosa et al., 2016).

Se priorizaron descriptores cualitativos por tratarse de caracteres multiestado de expresión discreta, de registro visual directo y, en general, menos influenciados por el ambiente y por el estado fenológico, lo que permite evaluar ecotipos a bajo costo y de forma reproducible entre evaluadores. No se incluyeron descriptores cuantitativos (por ejemplo, peso del fruto, longitud de entrenudos) porque, al tratarse de un muestreo *in situ* en tres localidades con distinta altitud, edad de plantación y manejo, su expresión estaría confundida con el ambiente y su evaluación requiere repeticiones en un ambiente común (jardín de comparación), lo cual excede el alcance de esta fase exploratoria; estos caracteres se abordarán en una etapa posterior. Los descriptores cualitativos evaluados se describen en la Tabla 3 con el propósito de facilitar su interpretación y estandarización.

Tabla 1

Características geográficas y climáticas de las zonas de estudio

Cantón	Parroquia	Localidad	Latitud (UTM)	Longitud (UTM)	Precipitación media anual (mm)	Temperatura media (°C)
Guaranda	Guanujo	Illuvi	9833536	709364		
Guaranda	Salinas	Tamboreal	9832319	707371	750 a 1 750	12 a 16
Guaranda	Guanujo	Guantug Cruz	9831850	713396		

Fuente: Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Bolívar (2015). Coordenadas UTM WGS84 Zona 17 S.

Tabla 2

Ecotipos del género *Rubus* spp. en estudio

Sector	Altura	Zona de vida	Nombre común	Nombre Científico	Estado biológico
Tamboreal	2260 a 2620 msnm	Bosque Húmedo Montano Bajo (bh-MB)	Mora blanca	<i>R. niveus</i> Thunb.	Naturalizada
			Mora criolla	<i>R. floribundus</i> Kunth	Silvestre nativa
			Mora de Castilla	<i>R. glaucus</i> Benth.	Cultivado
			Mora zarza	<i>Rubus ulmifolius</i> Schott	Naturalizada
Illuvi	2360 a 2375 msnm	Bosque Húmedo Montano Bajo (bh-MB)	Mora blanca	<i>R. niveus</i> Thunb.	Naturalizada
			Mora criolla	<i>R. floribundus</i> Kunth	Silvestre nativa
			Mora fresa	<i>R. rosifolius</i> Sm.	Naturalizada
			Mora de Castilla	<i>R. glaucus</i> Benth.	Cultivado
			Mora colombiana sin espino	<i>R. glaucus</i> Benth.	Cultivado
			Mora colombiana con espino	<i>R. glaucus</i> Benth.	Cultivado
Guantug Cruz	2037 a 2568 msnm	Bosque Húmedo Montano Bajo (bh-MB)	Mora zarza	<i>Rubus ulmifolius</i> Schott	Naturalizada
			Mora criolla	<i>R. floribundus</i> Kunth	Silvestre nativa
			Mora de Castilla	<i>R. glaucus</i> Benth.	Cultivado
			Mora colombiana sin espino	<i>R. glaucus</i> Benth.	Cultivado
			Mora colombiana con espino	<i>R. glaucus</i> Benth.	Cultivado
			Mora zarza	<i>Rubus ulmifolius</i> Schott	Naturalizada

Nota: Las 16 entradas de campo fueron agrupadas taxonómicamente en 7 taxones para el análisis multivariado.

Tabla 3
Categorías de las variables cualitativas evaluadas

Variable	Categorías (Descriptor)
Hábito de crecimiento	Trepadores / Rastreros / Semierecto
Hábito de producción	1/3 de la rama / 2/3 de la rama / 3/3 de la rama
Cerosidad del tallo	Ausente / Presente
Forma de acúleos en el tallo	Ausente / Curva
Vellosidades en las hojas	Ausente / Presente
Forma de acúleos en las hojas	Ausente / Recta / Curva
Forma de la hoja	Trifoliada / Palmeada / Trifoliada y palmeada / Imparipinnada
Forma del margen de la hoja	Aserrado / Biaserrado
Forma de base de los folíolos	Obtusa / Subcordada / Inequilátera
Forma del ápice de la hoja	Acuminada / Emarginado
Forma del folíolo	Oblongo-elíptico / Ovalado-lanceolado
Puntos verde-oscuro en el envés	Ausente / Presente
Color del envés de la hoja	Verde / Blanco
Color de la corola	Blanco / Lila
Forma del pétalo	Redondeado / Lanceolado
Color del cáliz	Verde / Otro
Color del fruto	Morado oscuro / Rojo
Forma del fruto maduro	Redondeada / Cónica

Fuente: Espinosa et al. (2016).

2.4. Análisis estadístico

A partir de los datos tabulados se elaboraron medidas de tendencia central y de variabilidad (desviación estándar, varianza y coeficiente de variación), lo que permitió identificar la proporción de cada grupo de ecotipos para cada variable. Los descriptores con CV > 25% fueron considerados de alto poder discriminante.

Para explorar la relación entre variables categóricas, se aplicó el Análisis de Correspondencias Múltiples (ACM). Este método resulta adecuado cuando se analizan simultáneamente múltiples variables cualitativas, permitiendo identificar patrones de asociación entre categorías y la estructura subyacente de los datos (Abdi & Valentin, 2007; Greenacre, 2017).

Adicionalmente, se realizó un análisis de clasificación jerárquica con el fin de agrupar los ecotipos en función de su similitud morfológica. Para ello, se utilizó la distancia euclidiana como medida de disimilitud y el método de Ward (Ward, 1963) como criterio de agrupamiento, el cual

minimiza la varianza intragrupo y maximiza la varianza intergrupo, generando conglomerados homogéneos y bien diferenciados. La calidad del agrupamiento se validó mediante el coeficiente de correlación cofenética (CCC), que expresa la concordancia entre la matriz de distancias euclídeas original y la matriz implícita en el dendrograma; se consideraron indicativos de un buen ajuste los valores $\geq 0,85$ (Sokal & Rohlf, 1962). El índice de Jaccard (Jaccard, 1901), medida de similitud definida para datos binarios de presencia/ausencia, no se incorporó en esta fase, su aplicación exige transformar la matriz modal multiestado (dos a cuatro categorías por descriptor) en variables binarias y, con solo siete taxones, su aporte sería limitado; por ello se plantea como análisis de validación complementario para estudios con un mayor número de accesiones.

El procesamiento de los datos fue desarrollado en el programa estadístico *Statistical Package for the Social Sciences*-SPSS v. 27 (Rivera et al., 2023).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Características morfológicas de los ecotipos de *Rubus* spp.

La Tabla 4 presenta resultados de la caracterización morfológica. Los descriptores con mayor coeficiente de variación (CV > 25%) fueron: forma de la hoja (CV 57,75%), hábito de producción (CV 36,63%), vellosidades en las hojas (CV 35,93%), forma del margen de la hoja (CV 35,40%), cerosidad del tallo (CV 31,94%), forma del ápice de la hoja (CV 36,41%), forma del pétalo (CV 32,08%), y color de la corola (CV 36,41%). Dos descriptores mostraron varianza nula: puntos de color verde-oscuro en el envés de la hoja y color del cáliz, por lo que fueron excluidos del análisis multivariado al carecer de capacidad discriminante; sin embargo, se mantuvieron como referencia taxonómica. Esta variabilidad diferencial es característica del género *Rubus*, cuya amplia diversidad fenotípica responde tanto a la complejidad genética del grupo marcada por altos niveles de poliploidía, hibridación y apomixis (Huang et al., 2023), como a la influencia de los factores ecológicos y geográficos propios de

los pisos altoandinos, donde la plasticidad fenotípica actúa como mecanismo de adaptación a gradientes ambientales contrastantes (Clark et al., 2007).

El hábito de crecimiento trepador predominó en el 58,8% de los ecotipos evaluados, seguido del semierecto (35,3%) y rastrero (5,9%); el hábito de producción concentrado en los tres tercios de la rama fue el más frecuente (58,8%), mientras que la hoja trifoliada fue la forma predominante (58,8%), el margen foliar aserrado correspondió al 76,5% de los ecotipos y la base subcordada de los folíolos al 76,5%. La alta frecuencia de la hoja trifoliada y el margen aserrado en los ecotipos cultivados de *R. glaucus* coincide con las descripciones morfológicas previas para esta especie en los Andes ecuatorianos (Romoleroux, 1996; López et al., 2022), mientras que la diversidad en el hábito de crecimiento y producción refleja la variabilidad intraespecífica acumulada en los cultivares locales a lo largo de décadas de selección empírica por parte de los agricultores.

Tabla 4Medias de resumen de las características morfológicas de los ecotipos de mora (*Rubus* spp.)

Variables	Código	Descriptor	Porcentaje	Media	Desviación estándar	Varianza	CV
Morfología general							
Hábito de crecimiento	HC	Trepadores Rastreros Semierecto	58,8 5,90 35,3	2,29	0,58	0,34	25,62%
Hábito de producción	HP	1/3 de la rama 2/3 de la rama 3/3 de la rama	23,5 17,6 58,8	2,35	0,86	0,74	36,63%*
Tallo							
Cerosidad del tallo	CER	Ausente Presente	41,2 58,8	1,59	0,51	0,26	31,94%*
Forma de los acúleos en el tallo	FOR_E	Ausente Curva	11,8 88,2	2,76	0,66	0,44	24,02%
Hojas y folíolos							
Vellosidades en las hojas	VELL	Ausente Presente	58,8 41,2	1,41	0,51	0,26	35,93%*
Forma de los acúleos en las hojas	F_ESP	Ausente Recta Curva	11,8 23,5 64,7	2,53	0,72	0,51	28,36%*
Forma de la hoja	F_HOJ	Trifoliada Palmeada Trifoliada y Palmeada Imparipinnada	58,8 17,6 17,6 5,9	1,71	0,99	0,97	57,75%*
Forma del margen de la hoja	F_MAR	Aserrado Biaserrado	76,5 23,5	1,24	0,44	0,19	35,40%*
Forma de base de los folíolos	F_BAS	Obtusa Subcordada Inequilátera	17,6 76,5 5,9	1,88	0,49	0,24	25,77%*
Forma ápice de la hoja	F_AP	Acuminada Emarginado	64,7 35,3	1,35	0,49	0,24	36,41%*
Forma del folíolo	F_FOL	Oblongo-elíptico Ovalado-lanceolado	35,3 64,7	1,65	0,49	0,24	29,91%*
Puntos de color verde-oscuro en el envés	F_VER	Ausente Presente	100 0	1	0	0	0%
Color del envés de la hoja	C_EN	Verde Blanco	41,2 58,8	1,59	0,51	0,26	31,94%*
Flor							
Color de la corola	C_COR	Blanco Lila	64,7 35,3	1,35	0,49	0,24	36,41%*
Forma del pétalo	F_PET	Redondeado Lanceolado	41,2 58,8	1,59	0,51	0,26	32,08%*
Color del cáliz	C_CAL	Verde Otro	100 0	1	0	0	0%
Fruto							
Color del fruto	COL_FRU	Morado oscuro Rojo	94,1 5,9	1,06	0,24	0,06	22,91%
Forma del fruto maduro	L_D	Redondeada Cónica	64,7 35,3	1,35	0,49	0,24	36,40%*

Nota. D.E. = desviación estándar; CV = coeficiente de variación; * CV > 25%.

3.2. Análisis multivariado de la caracterización morfológica de ecotipos de *Rubus* spp.

La selección de los componentes se realizó considerando los factores cuyos valores característicos expliquen el 70% o más de la varianza total (Cliff, 1987) y los componentes cuyo valor propio sea mayor o igual a uno (Kaiser, 1960). En este análisis se identificaron dos dimensiones principales que, en conjunto, explican el 82,61% de la variabilidad observada (Tabla 5).

La Tabla 5 presenta los valores propios, la inercia y el porcentaje de varianza explicada por cada dimensión del ACM. La Dimensión 1 (D1) concentró el 46,91% de la varianza con un Alfa de Cronbach de 0,925, lo que muestra fuerte consistencia interna del modelo; la Dimensión 2 (D2) aportó el 35,71% adicional ($\alpha = 0,880$). Los descriptores con mayor medida

discriminante en D1 fueron: hábito de producción (0,987), forma del pétalo (0,854), forma de los acúleos en las hojas (0,817), forma de la base de los folíolos (0,793) y forma del margen foliar (0,786) y forma del fruto maduro (0,786), presentan mayor interdependencia y constituyen el eje principal de diferenciación fenotípica entre los ecotipos evaluados (Tabla 6).

Tabla 5

Resumen del modelo de las características morfológicas de los ecotipos de mora

Dimensión	Alfa de Cronbach	Varianza explicada		
		Total	Inercia	% de varianza
D1	0,925	7,505	0,469	46,908
D2	0,880	5,713	0,357	35,706
Total		13,218	0,826	
Media	0,905	6,609	0,413	41,307

Este comportamiento es esperable, ya que en el análisis factorial, a mayor dependencia entre variables, mayor es la inercia observada (Ortega et al., 2021).

Desde el punto de vista biológico, este patrón sugiere que los caracteres vegetativos y reproductivos agrupados en D1 no varían de forma independiente, sino que responden a una arquitectura morfológica integrada, probablemente asociada a la adaptación ecológica de cada especie a su nicho altitudinal y lumínico en los Andes ecuatorianos. Esta variación morfológica es característica del género *Rubus*, donde la presencia o ausencia de acúleos, el tipo de hoja y el hábito de crecimiento están frecuentemente ligados a estrategias de competencia y dispersión en ecosistemas perturbados (Alice & Campbell, 1999; Potter et al., 2007).

Los descriptores que mayor peso aportaron a D1, en particular la forma de los acúleos en las hojas y el margen foliar, coinciden con los identificados por Espinosa et al. (2016) y Zamorano et al. (2007) como los de mayor poder discriminante en colecciones andinas de mora en Colombia, lo que confirma su utilidad taxonómica transregional.

La Dimensión 2, por su parte, integró rasgos de naturaleza ecofisiológica: cerosidad del tallo (0,875), vellosidades en las hojas (0,875), forma de la hoja (0,978) y color del envés de la hoja (0,875), que reflejan diferencias en las estrategias adaptativas de las especies evaluadas a los gradientes de humedad y luminosidad característicos de los pisos andinos (Tabla 6).

Las tres localidades muestreadas abarcan un rango altitudinal de 2037 a 2620 msnm y presentan condiciones microclimáticas contrastantes, con precipitaciones medias anuales que oscilan entre 750 y 1750 mm (Tabla 1); este gradiente altitudinal y de humedad probablemente contribuye a la plasticidad fenotípica observada en los descriptores ecofisiológicos que estructuran D2, en particular la cerosidad del tallo y la vellosidad foliar, mecanismos frecuentemente asociados a la regulación hídrica y a la protección frente a la radiación solar en ambientes de montaña (Clark et al., 2007). Esta influencia altitudinal ha sido documentada específicamente para *R. glaucus* en la

misma provincia: Sánchez-Morales et al. (2018), al evaluar tres pisos altitudinales en la provincia Bolívar (bajo <2100, medio 2100–2500 y alto 2500–3000 msnm), incluyendo el sector Guantug Cruz aquí también muestreado, encontraron diferencias estadísticamente significativas (prueba de Tukey, $p < 0,05$) entre pisos altitudinales en el número de tallos terciarios, el número de hojas, los sólidos solubles, la acidez titulable y los días transcurridos de floración a cosecha, confirmando que el piso altitudinal modula de forma medible tanto rasgos vegetativos como reproductivos en ecotipos de mora de esta misma región.

Entre los descriptores florales, el color de la corola mostró un poder discriminante bajo en ambas dimensiones (D1 = 0,138; D2 = 0,003; Tabla 6). Este resultado es coherente con la conservación de los caracteres florales dentro de las especies y de los cultivares de *R. glaucus*, todos de corola blanca (sección 3.3.2), y con el hecho de que la medida discriminante del ACM cuantifica la asociación de cada descriptor con los ejes principales y no su variabilidad marginal: el color de la corola alcanzó un CV elevado (36,41%; Tabla 4) por la proporción entre sus estados (64,7:35,3), pero no se asoció con D1 ni con D2. La forma del pétalo, en cambio, no mostró el mismo patrón: presentó un poder discriminante alto en D1 (0,854), uno de los más elevados entre los 16 descriptores activos, superado solo por hábito de producción (0,987), aunque bajo en D2 (0,067), lo que indica que este carácter floral sí aporta de manera relevante al eje principal de diferenciación fenotípica. Este comportamiento diferencial no es exclusivo de los descriptores reproductivos: entre los vegetativos se observa el mismo rango, con valores de D1 tan bajos como los de cerosidad del tallo, vellosidades en las hojas y color del envés (0,005 en los tres casos; Tabla 6), incluso inferiores al de la corola. En conjunto, estos resultados evidencian que, en *Rubus*, el poder discriminante de un carácter no depende del órgano al que pertenece (vegetativo o reproductivo), sino de la variabilidad categórica que efectivamente expresa dentro de la población muestreada.

Tabla 6
Medidas discriminantes de las variables cualitativas de la caracterización morfológica de ecotipos de mora (*Rubus spp.*)

Variable	Código	Dimensión		Media
		1	2	
Hábito de crecimiento	HC	0,628	0,419	0,524
Hábito de producción	HP	0,987	0,560	0,774
Cerosidad del tallo	CER	0,005	0,875	0,440
Forma de los acúleos en el tallo	FOR_E	0,124	0,158	0,141
Vellosidades en las hojas	VELL	0,005	0,875	0,440
Forma de los acúleos en las hojas	F_ESP	0,817	0,355	0,586
Forma de la hoja	F_HOJ	0,221	0,978	0,600
Forma del margen de la hoja	F_MAR	0,786	0,126	0,456
Forma de base de los folíolos	F_BAS	0,793	0,164	0,478
Forma ápice de la hoja	F_AP	0,625	0,067	0,346
Forma del folíolo	F_FOL	0,625	0,067	0,346
Color del envés de la hoja	C_EN	0,005	0,875	0,440
Color de la corola	C_COR	0,138	0,003	0,070
Forma del pétalo	F_PET	0,854	0,067	0,460
Color del fruto	COL_FRU	0,107	0,000	0,053
Forma del fruto maduro	L_D	0,786	0,126	0,456
Total, activo		7,505	5,713	6,609
% de varianza		46,908	35,706	41,307

La consistencia interna del modelo calculado mediante el coeficiente alfa de Cronbach, basado en el promedio de las correlaciones entre ítems, cuyo valor máximo es 1, señala valores cercanos a 1 indican alta confiabilidad del análisis (Rivera et al., 2023).

El gráfico de puntos por categorías corresponde al mapa de correspondencias, en el cual se representan simultáneamente los ecotipos y las categorías de las variables cualitativas evaluadas. En el panel (a) de la Figura 1 se ubican los ecotipos, distribuidos en el espacio bidimensional según sus distancias relativas. En el primer cuadrante, caracterizado por su cercanía al origen y su alineación a lo largo del eje principal, se agrupan los ecotipos mora colombiana sin acúleos, mora colombiana con acúleos y mora de Castilla. El segundo cuadrante está representado por el ecotipo mora blanca y mora fresa, mientras que en el tercer cuadrante se localiza el ecotipo mora criolla. Finalmente, el cuarto cuadrante corresponde al ecotipo mora zarza.

En el panel (b) de la Figura 1 se proyectan las categorías de las variables cualitativas, representadas en el mismo espacio bidimensional.

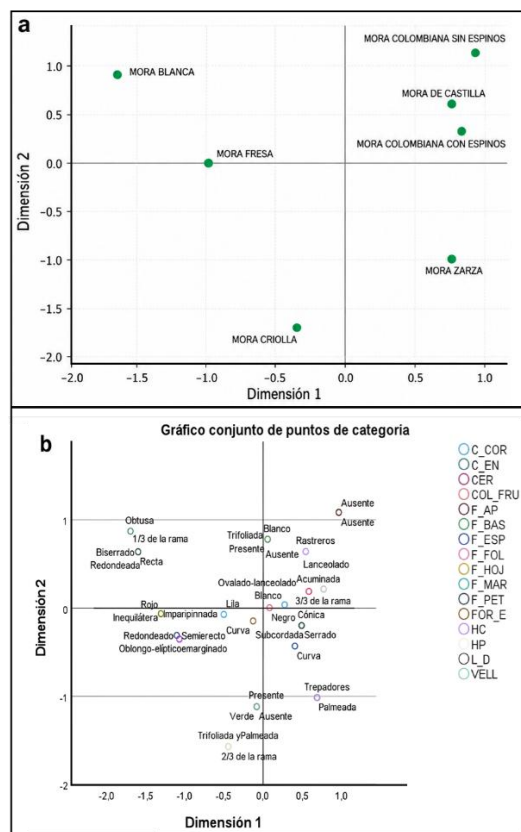


Figura 1. Mapa de correspondencias múltiples: (a) ecotipos y (b) categorías de las variables cualitativas en las dimensiones 1 (46,91%) y 2 (35,71%). C_COR: Color de la corola, C_EN: Color del envés de la hoja, CER: Cerosidad del tallo, COL_FRU: Color del fruto, F_AP: Forma ápice de la hoja, F_BAS: Forma de base de los folíolos, F_ESP: Forma de los acúleos en las hojas, F_FOL: Forma del folíolo, F_HOJ: Forma de la hoja, F_MAR: Forma del margen de la hoja, F_PET: Forma del pétalo, FOR_E: Forma de los acúleos en el tallo, HC: Hábito de crecimiento, HP: Hábito de producción, L_D: Forma del fruto maduro, VELL: Vellosoidades en las hojas.

Las categorías con valores negativos se asocian con características tales como: forma del pétalo redondeada, hoja imparipinnada, ápice emarginado, forma oblongo-elíptica del folíolo, hábito de crecimiento semierguído, color verde del envés, presencia de vellosoidades, hojas trifoliadas y palmeadas, base inequilátera de los folíolos, hábito de producción en dos tercios de la rama, acúleos curvos y corola de color lila. En contraste, las categorías con valores positivos corresponden a los estados alternativos de estas variables.

3.3. Análisis de conglomerados o clúster para los ecotipos de *Rubus* spp.

Los ecotipos evaluados pertenecen a tres subgéneros del género *Rubus* L. reconocidos para Ecuador (Romoleroux, 1996; Espinel & Romoleroux, 2021): el subgénero *Rubus* (nativo andino), representado por *R. glaucus* Benth., *R. floribundus* Kunth y *R. adenotrichos* Schltdl.; el subgénero *Orobatus* Focke (endémico andino), con especies propias de ecosistemas de páramo y bosque montano; y el subgénero *Idaeobatus* (Focke) Focke, representado por *R. niveus* Thunb. y *R. rosifolius* Sm., ambas especies introducidas y naturalizadas en el país. Esta diversidad subgenérica explica en parte la amplitud de la variabilidad morfológica observada en el análisis de correspondencias múltiples, dado que las diferencias morfológicas entre subgéneros son considerablemente mayores que las existentes entre especies de un mismo subgénero, como ha sido documentado en estudios filogenéticos del género (Alice & Campbell, 1999; Potter et al., 2007). La matriz de distancia euclídea (Tabla 7) constituyó la base numérica del agrupamiento jerárquico. Los ecotipos con mayor similitud morfológica fue el conformado por el ecotipo 3 (*R. glaucus*, mora de Castilla) y el ecotipo 5 (*R. glaucus*, mora colombiana con acúleos), lo que muestra identidad morfológica con relación a los descriptores cualitativos analizados. Esta identidad es coherente con la clasificación de ambos materiales bajo la misma especie y refleja la estrecha base genética de los cultivares comerciales de mora de Castilla en Ecuador, documentada previamente mediante marcadores microsatélites por Simbaña (2020). En el extremo opuesto, la mayor disimilitud se registró entre el ecotipo 6 (mora colombiana sin acúleos) y el ecotipo 7 (*R. ulmifolius*), con una distancia de 26,000, lo que expresa la amplitud fenotípica que separa a los cultivares comerciales de *R. glaucus* de las especies silvestres de hábito rastrero-sarmentoso. El historial de conglomeración (Tabla 8) muestra que el proceso de fusión siguió un patrón escalonado con dos saltos de distancia destacados. En las primeras cuatro etapas, los coeficientes de fusión crecieron moderadamente: de 0,000 (etapa 1) a 3,500 (etapa 2), 8,833 (etapa 3) y 17,333 (etapa 4). A partir de la etapa 5, la incorporación del ecotipo 1 (*R. rosifolius*) al grupo formado por los ecotipos 2, 4 y 7 mantuvo un coeficiente similar ($\approx 17,333$), lo que indica que este taxón, aunque morfológicamente singular, guarda mayor afinidad con las especies silvestres que con los cultivares de *R. glaucus*.

Tabla 7Matriz de distancias euclídeas al cuadrado entre los siete taxones de *Rubus spp.* evaluados

Ecotipo	Distancia euclídea al cuadrado						
	1: 1	2: 2	3: 3	4: 4	5: 5	6: 6	7: 7
1: <i>R. rosifolius</i>	0,000	13,000	16,000	16,000	16,000	20,000	24,000
2: <i>R. floribundus</i>	13,000	0,000	15,000	7,000	15,000	23,000	13,000
3: <i>R. glaucus</i> (Castilla)	16,000	15,000	0,000	6,000	0,000	8,000	22,000
4: <i>R. niveus</i>	16,000	7,000	6,000	0,000	6,000	14,000	16,000
5: <i>R. glaucus</i> (col. c/a)	16,000	15,000	0,000	6,000	0,000	8,000	22,000
6: <i>R. glaucus</i> (col. s/a)	20,000	23,000	8,000	14,000	8,000	0,000	26,000
7: <i>R. ulmifolius</i>	24,000	13,000	22,000	16,000	22,000	26,000	0,000

Nota: c/a = con acúleos; s/a = sin acúleos Sombreado naranja: distancia cero (identidad morfológica); sombreado verde: distancias ≤ 8,000 (alta similitud). Leyenda de ecotipos: 1 = *R. rosifolius*, 2 = *R. floribundus*, 3 = *R. glaucus* mora de Castilla, 4 = *R. niveus*, 5 = *R. glaucus* mora colombiana con acúleos, 6 = *R. glaucus* mora colombiana sin acúleos, 7 = *R. ulmifolius*.

Tabla 8

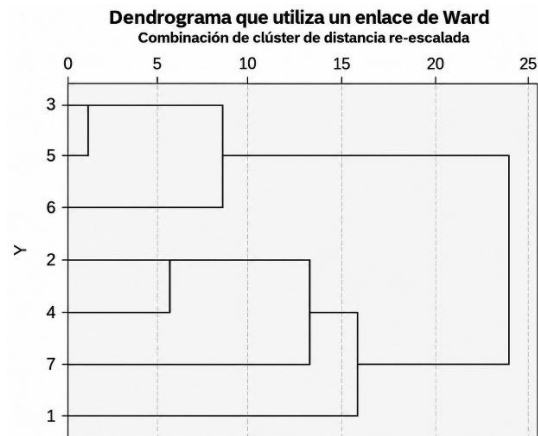
Historial de conglomeración. Método de Ward con distancia euclídea

Etapas	Clúster combinado		Coeficientes	Primera aparición del clúster de etapa		Etapas siguientes
	Clúster 1	Clúster 2		Clúster 1	Clúster 2	
1	3	5	0,000	0	0	3
2	2	4	3,500	0	0	4
3	3	6	8,833	1	0	6
4	2	7	17,333	2	0	5
5	1	2	27,583	0	4	6
6	1	3	43,714	5	3	0

3.3.1. Análisis de conglomerados

El dendrograma generado por el método de Ward (Figura 2) permitió distinguir tres conglomerados morfológicos diferenciados (Tabla 9). Para validar la calidad del agrupamiento, se calculó el coeficiente de correlación cofenética (CCC) entre la matriz de distancias euclídeas original (Tabla 7) y la matriz de distancias cofenéticas derivada del historial de conglomeración (Tabla 8), obteniéndose un valor de $r = 0,75$, valor aceptable (0,70–0,85) aunque inferior al 0,85 convencionalmente considerado indicativo de un buen ajuste entre el dendrograma y la matriz de distancias original (Sokal & Rohlf, 1962), este resultado señala una representación moderada de las relaciones fenotípicas originales. La distorsión se concentra en las últimas fusiones (etapas 4 a 6; Tabla 8), donde el salto de distancia entre las etapas 4 (17,333) y 5 (27,583) es marcado, y es esperable dado el reducido número de taxones analizados. Por ello, la interpretación de los conglomerados se apoyó también en el ACM (82,61% de la varianza explicada en dos dimensiones), cuyo mapa de correspondencias (Figura 1) reproduce la separación de los cultivares de *R. glaucus* respecto del resto de los taxones. El dendrograma muestra que los ecotipos 3, 5 y 6 forman un grupo bien definido, ya que se agrupan a distancias bajas (menores a 8) y permanecen separados del resto hasta casi el final del proceso de fusión.

Por otro lado, en el grupo inferior se distinguen dos subgrupos: uno conformado por los ecotipos 2 (*R. floribundus*) y 4 (*R. niveus*), que se unen a una distancia cercana a 5, lo que indica alta similitud; y otro integrado por los ecotipos 7 (*R. ulmifolius*) y 1 (*R. rosifolius*), que se agrupan a una distancia mayor (≈ 13), reflejando menor similitud. Finalmente, estos dos subgrupos se fusionan entre sí alrededor de la distancia 15, justo en el punto de corte, lo que permite considerarlos como un solo conglomerado.

**Figura 2.** Dendrograma del análisis de conglomerados jerárquico de las variables cualitativas, con base en la distancia Euclídea.**Tabla 9**Conformación de los tres conglomerados morfológicos de *Rubus spp.*

Cong.	Ecotipos	Especie(s)	Resumen de rasgos morfológicos diagnósticos compartidos
C1	Mora de Castilla, mora colombiana con acúleos, mora colombiana sin acúleos	<i>R. glaucus</i> Benth. (cultivados)	Hábito trepador; hoja trifoliada, margen biaserrado; cerosidad presente; envés blanquecino; fruto morado oscuro redondeado. Se diferencian internamente solo por presencia/ausencia de acúleos.
C2	Mora criolla, mora blanca	<i>R. floribundus</i> Kunth, <i>R. niveus</i> Thunb.	Ausencia de cerosidad; vellosidades presentes; acúleos rectos y curvos; margen aserrado; envés verde
C3	Mora zarza, mora fresa	<i>R. ulmifolius</i> Schott, <i>R. rosifolius</i> Sm.	Hoja imparipinnada en <i>R. rosifolius</i> ; frutos cónicos/rojos.

Nota: C1 = Conglomerado 1; C2 = Conglomerado 2; C3 = Conglomerado 3. c/a = con acúleos; s/a = sin acúleos.

3.3.2. Conglomerado 1: Cultivares de *R. glaucus*

El Conglomerado 1 integró los tres ecotipos cultivados de *R. glaucus* Benth.: mora de Castilla (ecotipo 3), mora colombiana con acúleos (ecotipo 5) y mora colombiana sin acúleos (ecotipo 6). La incorporación de estos materiales al mismo conglomerado siguió un proceso secuencial: en la etapa 1, los ecotipos 3 y 5 se fusionaron con distancia euclídea de 0,000, evidenciando identidad morfológica en los descriptores evaluados; en la etapa 3, el ecotipo 6 se incorporó al grupo a una distancia de 8,833, siendo el único descriptor diferencial la ausencia de acúleos en tallo y hoja. El perfil morfológico compartido por los tres ecotipos incluye: hábito de crecimiento trepador, producción distribuida en los dos y tres tercios distales de la rama, cerosidad del tallo presente, hojas trifoliadas con margen biaserrado, base subcordada de los folíolos, ápice acuminado, forma del folíolo ovalado-lanceolado, envés blanquecino, corola blanca, pétalo lanceolado y fruto morado oscuro de forma redondeada. Estas características coinciden plenamente con las descripciones de referencia para la especie en los Andes ecuatorianos (Romoleroux, 1996; López et al., 2022). La separación interna entre los ecotipos con y sin acúleos, pese a pertenecer al mismo conglomerado, replica la bipartición documentada por Viteri et al. (2018) en colecciones ecuatorianas de mora de Castilla, confirmando que la presencia o ausencia de acúleos constituye el descriptor morfológico de mayor valor diagnóstico para la diferenciación de cultivares comerciales de *R. glaucus*. La baja variabilidad intraconglomerado es coherente con la estrecha base genética de los cultivares comerciales de esta especie en Ecuador (Iza et al., 2020; Simbaña, 2020).

3.3.3. Conglomerado 2: *R. floribundus* y *R. niveus*

El Conglomerado 2 agrupó los ecotipos 2 (*R. floribundus* Kunth, mora criolla) y 4 (*R. niveus* Thunb., mora blanca), cuya fusión a una distancia euclídea de 3,500 en la etapa 2 los posiciona como el segundo par más similar en el conjunto evaluado, después de los cultivares de *R. glaucus*. Ambos comparten un perfil morfológico de carácter silvestre caracterizado por: ausencia de cerosidad en el tallo, presencia abundante de vellosidades en tallos y hojas, acúleos tanto rectos como curvos, margen foliar aserrado, envés foliar de color verde y frutos de forma cónica. Estas características coinciden con las descripciones de Espinosa et al. (2016) para material silvestre del género *Rubus* en los Andes colombianos, quienes identificaron la ausencia de cerosidad y la presencia marcada de indumento como descriptores diagnósticos de las especies silvestres frente a los cultivares comerciales. La agrupación de *R. niveus* junto a *R. floribundus* merece una precisión taxonómica: aunque *R. niveus* pertenece al subgénero *Idaeobatus* y es originaria del sur y sudeste de Asia (Romoleroux, 1996), su perfil fenotípico en los descriptores cualitativos evaluados la aproxima a las especies del subgénero *Rubus* (nativo andino) presentes en este estudio. Esta convergencia

fenotípica entre subgéneros taxonómicamente distantes es atribuible a la plasticidad morfológica asociada a la adaptación a los mismos gradientes ambientales de los pisos altoandinos ecuatorianos, donde ambas especies coexisten en bordes de bosque y áreas perturbadas (Clark et al., 2007; Espinosa et al., 2016).

3.3.4. Conglomerado 3: *R. ulmifolius* y *R. rosifolius*

El Conglomerado 3 agrupó los ecotipos 7 (*R. ulmifolius* Schott, mora zarza) y 1 (*R. rosifolius* Sm., mora fresa), fusionados a una distancia euclídea aproximada de 17,333 en la etapa 4 del historial de conglomeración. Este conglomerado se ubica en la porción inferior del dendrograma y se caracteriza por agrupar los taxones con mayor distancia morfológica respecto a los cultivares de *R. glaucus*. *R. ulmifolius* comparte con *R. rosifolius* el hábito silvestre, la presencia de vellosidades en hojas y la ausencia de cerosidad en el tallo; sin embargo, se diferencia de los ecotipos del Conglomerado 2 principalmente por su mayor distancia euclídea respecto a los cultivares de mora. *R. rosifolius* Sm. (Mora fresa) aporta al conglomerado su rasgo morfológico más singular: la forma imparipinnada de la hoja, con cinco a siete folíolos, carácter diagnóstico que lo distingue de la totalidad de los ecotipos evaluados. Adicionalmente, presenta frutos de color rojo intenso en madurez, a diferencia del morado oscuro predominante en los demás ecotipos, y pétalos de forma redondeada. Desde el punto de vista taxonómico, *R. rosifolius* pertenece al subgénero *Idaeobatus*, al igual que las frambuesas comerciales (Romoleroux, 1996). Su inclusión en el Conglomerado 3 indica que, en el conjunto de descriptores cualitativos evaluados, este taxón guarda mayor afinidad fenotípica con las especies silvestres de porte sarmentoso que con los cultivares comerciales de *R. glaucus*, coherente con su condición de especie naturalizada que comparte el mismo hábitat perturbado de borde de bosque (Espinosa & Romoleroux, 2020). Cabe destacar que la fusión de este conglomerado con el Conglomerado 2, ocurre en el límite del corte establecido, lo que indica que los Conglomerados 2 y 3 comparten mayor afinidad entre sí que con el Conglomerado 1, en correspondencia con su condición silvestre común frente a los materiales cultivados.

La estructura de tres conglomerados obtenida por el método de Ward es biológicamente coherente con la taxonomía subgenérica del material evaluado y con la distinción entre materiales cultivados y silvestres. El Conglomerado 1, conformado exclusivamente por *R. glaucus*, refleja la baja variabilidad fenotípica intraespecífica de los cultivares comerciales de mora de Castilla en Ecuador, resultado coherente con los datos moleculares de Simbaña (2020), quien encontró que los materiales cultivados presentan heterocigosidad significativamente menor que los silvestres. Los conglomerados 2 y 3, al reunir exclusivamente especies silvestres y naturalizadas, evidencian una mayor diversidad fenotípica intergrupo, expresada en la amplitud de distancias

euclídeas que oscilan entre 7,000 (*R. floribundus* – *R. niveus*) y 26,000 (*R. ulmifolius* – mora colombiana sin acúleos). Esta variabilidad diferencial entre materiales cultivados y silvestres es característica del género *Rubus*, cuya amplia diversidad fenotípica responde tanto a la complejidad genética del grupo marcada por altos niveles de poliploidía, hibridación y apomixis (Huang et al., 2023), como a la influencia de los factores ecológicos y geográficos propios de los pisos altoandinos donde la plasticidad fenotípica actúa como mecanismo de adaptación (Clark et al., 2007). Los resultados son consistentes con los reportados por Zamorano et al. (2007) en Colombia, quienes también identificaron la separación entre materiales cultivados y silvestres como el principal eje de diferenciación morfológica en colecciones andinas del género. Esta coincidencia se extiende más allá de la región andina: en un estudio de variabilidad morfológica de zarzamoras silvestres del género *Rubus* en México, empleando igualmente ACM sobre descriptores cualitativos, Rodríguez-Bautista et al. (2019) también reportaron que la longitud de la planta, la forma de las espinas del tallo y el margen y base de la hoja concentraron la mayor variabilidad morfológica entre especies silvestres, coincidiendo con varios de los descriptores

vegetativos de mayor peso discriminante en D1 del presente estudio (forma de los acúleos, forma de la base de los folíolos, margen foliar). Esta convergencia entre colecciones ecuatorianas, colombianas y mexicanas sugiere que el eje cultivado silvestre y los descriptores foliares y del tallo constituyen ejes de diferenciación morfológica recurrentes en el género *Rubus* a lo largo de su distribución americana, independientemente de la región.

Como limitaciones del estudio deben reconocerse el reducido número de taxones analizados ($n = 7$, tras agrupar los 16 registros de campo), el ajuste moderado del dendrograma ($CCC = 0,75$), la evaluación exclusiva de descriptores cualitativos y la no incorporación del índice de Jaccard como medida complementaria de similitud. Estos aspectos deberán abordarse en estudios posteriores mediante un muestreo ampliado de accesiones, la evaluación de descriptores cuantitativos (por ejemplo, peso del fruto y longitud de entrenudos) en un ambiente común y la comparación de matrices de similitud (Jaccard o coincidencia simple frente a distancia euclídea) mediante la prueba de Mantel, lo que permitiría además contrastar la influencia de la altitud y del microclima sobre la plasticidad fenotípica discutida previamente.

CONCLUSIONES

Los descriptores cualitativos evaluados mediante el Análisis de Correspondencias Múltiples (ACM) permitieron explicar el 82,61% de la variabilidad morfológica total de los ecotipos *Rubus* spp. en el cantón Guaranda en dos dimensiones. El hábito de producción, la forma de los acúleos en las hojas, el margen foliar y la forma del fruto maduro constituyeron los descriptores de mayor poder discriminante.

El análisis de conglomerados delimitó tres grupos morfológicamente diferenciados: los cultivares de *R. glaucus* Benth. (C1), las especies *R. floribundus* Kunth y *R. niveus* Thunb. (C2), y el grupo integrado por *R. ulmifolius* Schott y *R. rosifolius* Sm. (C3). La baja variabilidad intraespecífica de *R. glaucus* evidenciada entre sus cultivares es coherente con la estrecha base genética de los materiales comerciales. La mayor diversidad fenotípica se concentró en los materiales no cultivados tanto silvestres nativos como naturalizados confirmando

su potencial como fuente de variabilidad genética para programas de mejoramiento.

Para futuras caracterizaciones de *Rubus* en los Andes ecuatorianos, se recomienda priorizar un subconjunto reducido de descriptores morfológicos de alto poder discriminante y fácil evaluación visual en campo: hábito de producción, forma de los acúleos en las hojas, forma de la base de los folíolos, forma del margen foliar, forma del pétalo y forma del fruto maduro, todos con medidas discriminantes y de rápida observación sin necesidad de instrumentos especializados. La forma del pétalo y la del fruto se registran durante la floración y la fructificación, respectivamente. Como complemento, la forma de la hoja, la cerosidad del tallo, las vellosidades foliares y el color del envés diferencian a los cultivares de *R. glaucus* de los materiales silvestres y pueden incorporarse a una ficha de campo abreviada.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Dios por la salud y guía brindada durante la realización de este trabajo. De igual manera, extendemos nuestro a los miembros y al presidente de las comunidades, como también una gratitud y reconoci-

miento al grupo de investigación por sus contribuciones científicas al desarrollo de este estudio, el cual se presenta como una base de consulta para el avance de la investigación agrícola en el país.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdi, H., & Valentin, D. (2007). Multiple correspondence analysis. En N. J. Salkind (Ed.), *Encyclopedia of Measurement and Statistics* (pp. 651–657). Sage.
- Alice, L. A., & Campbell, C. S. (1999). Phylogeny of *Rubus* (Rosaceae) based on nuclear ribosomal DNA internal transcribed spacer region sequences. *American Journal of Botany*, 86(1), 81–97. <https://doi.org/10.2307/2656954>
- Carrillo, E., Aller, A., Cruz, S., Giampieri, J., & Álvarez, J. (2015). Andean berries from Ecuador: A review on botany, agronomy, chemistry and health potential. *Journal of Berry Research*, 5(1), 49–69. <https://doi.org/10.3233/JBR-140092>
- Castro, J., & Cerdas, M. (2005). *Mora (Rubus sp.): Cultivo y manejo poscosecha*. Imprenta Nacional.
- Cerdas, M., & Montero, M. (1992). Diagnóstico preliminar del manejo poscosecha de la mora (*Rubus* sp.) en Santa María de Dota y El Guarco. *Agronomía Costarricense*, 16(2), 257–263.
- Clark, J. R., Stafne, E. T., Hall, H. K., & Finn, C. E. (2007). Blackberry breeding and genetics. *Plant Breeding Reviews*, 29, 17–146.

- Cliff, N. (1987). *Analyzing multivariate data*. Harcourt Brace Jovanovich.
- Chen, J.-N., Feng, C.-Z., Zhao, D.-X., Deng, L.-L., Chen, Y.-Z., Jia, L., Ji, H.-X., Yang, M.-X., Li, J., Huang, T.-R., Ma, L.-Q., & Yang, M.-F. (2026). Comparative genomics on chloroplasts of Chinese *Rubus*: Genetic structure and phylogenetic relationships with other species of Rosaceae. *Frontiers in Plant Science*, 17, 1765373. <https://doi.org/10.3389/fpls.2026.1765373>
- Espinel Ortiz, D. A., Romoleroux, K., Böhnert, T., & Weigend, M. (2024). Annotated checklist of *Rubus* L. (Rosaceae) from South America. *PhytoKeys*, 247, 75–110. <https://doi.org/10.3897/phytokeys.247.127527>
- Espinel-Ortiz, D. A., & Romoleroux, K. (2020). *Rubus rosifolius* Smith: a new record of an alien species in the flora of Ecuador. *BiolInvasions Records*, 9(4), 712–722. <https://doi.org/10.3391/bir.2020.9.4.05>
- Espinel-Ortiz, D. A., & Romoleroux, K. (2021). Two new species of *Rubus* L. (Rosaceae) from the western Andes of Ecuador. *PhytoKeys*, 187, 141–159. <https://doi.org/10.3897/phytokeys.187.76963>
- Espinosa, N., Ligarreto, G., Barrero, S., & Medina, I. (2016). Variabilidad morfológica de variedades nativas de mora (*Rubus* spp.) en los Andes de Colombia. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 10(2), 211–221. <https://doi.org/10.17584/rcch.2016v10i2.5746>
- FAOSTAT. (2023). *Crop production data: Raspberries*. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>
- Finn, C. (1999). Temperate berry crops. In J. Janick (Ed.), *Perspectives on new crops and new uses* (pp. 324–333). ASHS Press.
- Finn, C., & Hancock, J. (2008). Raspberries. In J. F. Hancock (Ed.), *Temperate fruit crop breeding: Germplasm to genomics* (pp. 359–392). Springer.
- Gao, X., Xiong, X., Boufford, D. E., Gao, Y., Xu, B., & Zhang, C. (2023). Phylogeny of the diploid species of *Rubus* (Rosaceae). *Genes*, 14(6), 1152. <https://doi.org/10.3390/genes14061152>
- Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Bolívar. (2015). *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la provincia Bolívar 2015–2020*.
- Greenacre, M. (2017). *Correspondence analysis in practice* (3rd ed.). Chapman & Hall/CRC.
- Guerrero, D. (2023). *Nutrición del cultivo de mora (Rubus glaucus Benth), utilizando análisis de suelo*. Medwave. <https://www.medwave.cl/resumenescongreso/UTA2023/UTA360.html>
- Hey, J., Fitch, W. M., & Ayala, F. J. (2005). Systematics and the origin of species: An introduction. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 102(Suppl. 1), 6515–6519.
- Huang, J., & Hu, J. (2009). Revision of *Rubus* (Rosaceae) in Taiwan. *Taiwania*, 54(4), 285–310.
- Huang, T.-R., Chen, J.-H., Hummer, K. E., Alice, L. A., Wang, W.-H., He, Y., Yu, S.-X., Yang, M.-F., Chai, T.-Y., Zhu, X.-Y., Ma, L.-Q., & Wang, H. (2023). Phylogeny of *Rubus* (Rosaceae): Integrating molecular and morphological evidence into an infrageneric revision. *TAXON*, 72(2), 278–306. <https://doi.org/10.1002/tax.12885>
- Iza, M., Viteri, P., Hinojosa, M., Martínez, A., Sotomayor, A., & Viera, W. (2020). Diferenciación morfológica, fenológica y pomológica de cultivares comerciales de mora (*Rubus glaucus* Benth.). *Enfoque UTE*, 11(2), 47–57.
- Jaccard, P. (1901). Étude comparative de la distribution florale dans une portion des Alpes et du Jura. *Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles*, 37(142), 547–579.
- Kaiser, H. F. (1960). The application of electronic computers to factor analysis. *Educational and Psychological Measurement*, 20, 141–151.
- Kurtto, A., Weber, H. E., Lampinen, R., & Sennikov, A. N. (Eds.). (2010). *Atlas florae Europaeae: Distribution of vascular plants in Europe (Vol. 15: Rosaceae—Rubus)*. The Committee for Mapping the Flora of Europe & Societas Biologica Fennica Vanamo.
- López, S., González, A., & Yepes, M. (2022). *Caracterización morfológica de materiales de mora (Rubus spp.) en municipios del departamento de Antioquia* (Boletín técnico No. 44). AGROSAVIA. <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/18946>
- Marulanda, M., & Márquez, M. (2001). Caracterización de la diversidad genética de *Rubus glaucus* Benth. con marcadores moleculares (RAPD). *Actualidades Biológicas*, 23(74), 57–63.
- Munigua, S., Orozco, R., & Argüello, J. (2005). Conservación y caracterización fenotípica del germoplasma de mora (*Rubus* spp.). In D. Flores & F. Argüello (Eds.), *Cultivo de la mora: Innovaciones tecnológicas*. Editorial Tecnológica de Costa Rica. <https://www.catie.ac.cr/portal/publicaciones-catie/publicaciones-cientificas/publicaciones-tecnicas/1806-cultivo-de-la-mora-innovaciones-tecnologicas.html>
- Ortega, G., Lucio, A. V., Ganchozo, B. I., Piguave, C. C., Tumbaco, M. V., Cobeña, J. A., & Velásquez, R. V. (2021). *Diseños experimentales: Teoría y práctica para experimentos agropecuarios*. Editorial Mawil. <https://mawil.us/wp-content/uploads/2022/09/disenos-experimentales-teoria-y-practicas-para-experimentos-agropecuarios.pdf>
- Potter, D., Eriksson, T., Evans, R. C., Oh, S., Smedmark, J. E. E., Morgan, D. R., Kerr, M., Robertson, K. R., Arsenault, M., & Campbell, C. S. (2007). Phylogeny and classification of Rosaceae. *Plant Systematics and Evolution*, 266, 5–43.
- Rivera, O., Yangali, J., Rodríguez, J., & Ipanaqué, M. (2023). *Manual de procesamiento estadístico para la investigación con SPSS*. Universidad Privada Norbert Wiener. <https://doi.org/10.37768/unw.vri.0011>
- Rodríguez-Bautista, G., Segura Ledesma, S. D., Cruz-Izquierdo, S., López-Medina, J., Gutiérrez-Espinosa, A., Cruz-Huerta, N., Carrillo-Salazar, J., & Valenzuela Núñez, L. M. (2019). Distribución y variabilidad morfológica de especies de zarzamoras en México (*Rubus* spp. L.). *Biotechnia*, 21(2), 97–105.
- Romoleroux, K. (1996). Rosaceae. In G. Harling & L. Andersson (Eds.), *Flora del Ecuador* (Vol. 56, pp. 1–169). University of Gothenburg.
- Sánchez-Morales, J.A., Villares-Jibaja, M.X., Niño-Ruiz, Z., & Ruilova, M.B. (2018). Efecto del piso altitudinal sobre la calidad de la mora (*Rubus glaucus* benth) en la región interandina del Ecuador. *Idesia* (Arica), 36(2), 209–215. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292018005000702>
- Saltos, R., González, M., González, V., García, L., & Borja, E. (2020). Rendimiento y atributos de calidad de mora (*Rubus glaucus* Benth.) en cuatro zonas productoras de Bolívar. *Revista de Investigación Talentos*, 7(2), 33–45.
- Simbaña, L. (2020). *Caracterización morfológica de tres variedades de mora (Rubus glaucus Benth.)* [Tesis de licenciatura, Universidad de Las Américas]. <https://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/11905>
- Simpson, M. G. (2019). Taxonomy and phylogenetic systematics. In M. G. Simpson (Ed.), *Plant systematics* (3rd ed., pp. 17–52). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-812628-8.50002-X>
- Sochor, M., Trávníček, B., & Manning, J. (2018a). Biosystematic revision of *Rubus* species in the Cape Floristic Region. *South African Journal of Botany*, 118, 241–259.
- Sochor, M., Hroneš, M., & Manning, J. C. (2022). Guía del género *Rubus* L. (Rosaceae) en Sudáfrica: Desentrañando un nudo gordiano taxonómico con la ayuda de datos de ploidía y reproducción. *South African Journal of Botany*, 147, 511–567. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2022.01.044>
- Sokal, R. R., & Rohlf, F. J. (1962). The comparison of dendrograms by objective methods. *Taxon*, 11(2), 33–40.
- Viteri, P., Martínez, A., & Proaño, D. (2018). Mora de Castilla. In INIAP (Ed.), *Manejo del cultivo de mora de Castilla (Rubus glaucus Benth.) en el Ecuador* (Serie científica No. 104, pp. 9–16). INIAP. <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/4066/1/iniapscD104p105.pdf>
- Ward, J. H., Jr. (1963). Hierarchical grouping to optimize an objective function. *Journal of the American Statistical Association*, 58(301), 236–244. <https://doi.org/10.1080/01621459.1963.10500845>
- Zamorano, A., Cruz Morillo, A., Morillo, Y., Vásquez, H., & Muñoz, J. E. (2007). Caracterización morfológica de mora en Colombia. *Acta Agronómica*, 56(2), 51–60.