

### Diversidad Genética y Composición de la Colección Colombiana de Germoplasma de Musáceas Genetic Diversity and Composition of the Colombian Musaceae Germplasm Collection

Eberto Rodríguez-Henao <sup>1\*</sup>, Germán Andrés Aguilera-Arango <sup>2</sup>, Ayda Lilia Enriquez-Valencia <sup>3</sup>,  
Álvaro Caicedo-Arana <sup>4</sup>, Dubert Yamil Cañar-Serna <sup>5</sup>

1 Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA) - Centro de Investigación Palmira. Diagonal a la intersección de la carrera 36A con calle 23, Palmira, Valle del Cauca, Colombia.

2 Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA) - Centro de Investigación Palmira. Diagonal a la intersección de la carrera 36A con calle 23, Palmira, Valle del Cauca, Colombia.  
gaguilera@agrosavia.co.

3 Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA) - Centro de Investigación Palmira. Diagonal a la intersección de la carrera 36A con calle 23, Palmira, Valle del Cauca, Colombia.  
aenriquez@agrosavia.co.

4 Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA) - Centro de Investigación Palmira. Diagonal a la intersección de la carrera 36A con calle 23, Palmira, Valle del Cauca, Colombia.  
acaicedo@agrosavia.co.

5 Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA) - Centro de Investigación Palmira. Diagonal a la intersección de la carrera 36A con calle 23, Palmira, Valle del Cauca, Colombia.  
dcanar@agrosavia.co.

\* Autor para correspondencia: [erodriguezh@agrosavia.co](mailto:erodriguezh@agrosavia.co)



## RESUMEN

Las Musáceas comestibles provienen de hibridaciones naturales entre los genotipos *balbisiana* y *acuminata*, lo cual favorece la generación de una alta variabilidad genética, conservada en su mayoría en Bancos de Germoplasma. La familia Musaceae se destaca por tener cultivos de importancia agrícola como el plátano (*Musa* AAB) y el banano (*Musa* AAA) donde la mayoría de los cultivares comerciales derivan de dos especies, *Musa acuminata* (genoma A) y *Musa balbisiana* (genoma B). El objetivo de esta investigación fue documentar la conformación de la Colección Colombiana de Germoplasma de Musáceas a partir de la clasificación de sus diferentes accesiones según la especie, el tipo de musácea, el uso, el subgrupo y grupo genómico. La Colección Colombiana de Germoplasma de Musáceas se encuentra ubicada en el Centro de Investigación Palmira de AGROSAVIA, conformada por 193 accesiones y para describir su composición se realizó un análisis de estadística descriptiva, agrupando los datos en tablas de frecuencias para cada variable evaluada. La Colección Colombiana de Germoplasma de Musáceas cuenta con 171 accesiones de uso comestible y está compuesto por 94 accesiones entre bananos y bananitos, 92 accesiones de plátano y siete especies diferentes de uso ornamental. Además, se encontraron 59 accesiones diploides, 97 triploides, 14 accesiones tetraploides y una accesión es aneuploide. La estructura poblacional de la Colección Colombiana de Germoplasma de Musáceas es variable y presenta una gran cantidad de accesiones con potencial comestible. Para completar la información

base sobre la ploidía de las accesiones que no han sido clasificadas, es necesario realizar un análisis de citometría de flujo.

**Palabras clave:** Bananitos; bananos; *Musa acuminata*; *Musa balbisiana*; plátanos; Banco de germoplasma; Musáceas.

## ABSTRACT

The Musaceae family is known for its economically important crops such as plantain (*Musa* AAB) and banana (*Musa* AAA), with most commercial cultivars derived from two species, *Musa acuminata* (A genome) and *Musa balbisiana* (B genome). Edible Musaceae originate from natural hybridizations between these genotypes, resulting in high genetic variability, mainly conserved in Germplasm Banks. This research aimed to document the composition of the Colombian Musaceae Germplasm Collection by classifying its accessions according to species, type, use, subgroup, and genomic group. Located at AGROSAVIA's Palmira Research Center, the collection comprises 193 accessions, analyzed using descriptive statistics and frequency tables for each evaluated variable. The collection includes 171 edible accessions, consisting of 94 banana and baby banana accessions, 92 plantain accessions, and seven ornamental species. Furthermore, 59 diploid, 97 triploid, 14 tetraploid, and one aneuploid accession were identified. The population structure of the Colombian Musaceae Germplasm Collection is diverse, with a large number of accessions holding edible potential. Flow cytometry analysis is necessary to complete the basic information on the ploidy of unclassified accessions.

**Keywords:** Baby bananas; bananos; *Musa acuminata*; *Musa balbisiana*; plantains; Germplasm bank; Musaceae.

---

## INTRODUCCIÓN

El comercio mundial de plátano y banano se ha expandido en los últimos años, clasificando estos cultivos en una de las frutas más consumidas en el mundo, siendo particularmente importantes en los países con déficit de alimentos, por su contribución a la seguridad alimentaria y aporte a la generación de ingresos como cultivo comercial<sup>1</sup>. La producción de plátano se concentra en el trópico húmedo, fundamentalmente África, Latinoamérica y el Caribe<sup>2</sup>. Colombia aporta con 3.306.740 t, en un área de 396.627 ha, ocupando el cuarto lugar, después de Uganda, Camerún y Ghana<sup>3</sup>. En banano, más del 90 % de exportación provienen de países situados en Centro y Sur América y Filipinas. Colombia hace parte de los 10 principales productores mundiales y aporta para exportación el 10,3 % con 2.103.000 t, donde el 86 % de la producción Nacional es destinada para la exportación<sup>1</sup>.

En el sistema productivo de bananos, la variedad Cavendish es la de mayor comercialización en el mundo, con 50.000.000 t/año, lo que representa poco menos de la mitad de la producción mundial<sup>1</sup>. En Colombia, se comercializan dos tipos de bananos: el Valery, del subgrupo Cavendish, que es de exportación, y el banano común o de consumo interno del subgrupo Gros Michael<sup>4</sup>. El banano de exportación se produce principalmente en los departamentos de Antioquia (66 %), Magdalena (29 %), y Guajira (6 %), en cultivos especializados, con sistemas de producción de alto nivel tecnológico<sup>5</sup>. El banano común o para mercado nacional se produce principalmente en el Valle del Cauca (25 %), Quindío (14 %), Antioquia (14 %), Cundinamarca (8 %), Huila (7 %), Chocó (6 %) y Nariño (6 %)<sup>5</sup>.

Por otra parte, el plátano es uno de los productos alimenticios más importantes en Colombia, ya que hace parte de la canasta familiar, el cual participa con el 6,8 % del total de la producción agrícola y ocupa el quinto lugar después del café, caña de azúcar, papa, y flores<sup>6</sup>. Los cultivares nacionales son: Dominico, Dominico-Hartón, Hartón, Pelipita y Cachaco o Popocho, destacando el mercado del plátano Dominico-Hartón por mayor volumen de comercialización; en producción se destacan la zona de los Llanos orientales en los departamentos de Arauca, Meta y Casanare, con mercado nacional y agroindustrial; en la zona de Urabá y nordeste de Antioquia, con mercado de exportación e interno; en la zona Suroccidente con los departamentos del Cauca y Valle del Cauca, con mercado de exportación, nacional y agroindustrial, y la zona centro con los departamentos de Caldas, Quindío, Risaralda y Tolima, en mercado nacional y agroindustrial<sup>7</sup>.

Los plátanos y bananos comercializados actualmente provienen de dos especies silvestres, *Musa acuminata* (A) y *M. balbisiana* (B); se formaron cuando dos diploides ( $2n=2$ ) se hibridaron naturalmente y uno de ellos pasó ambas copias de sus genes, formado un triploide de  $3n=33$ <sup>8</sup>. Estos se clasifican en diferentes grupos genómicos, con diferente ploidía de contribución *acuminata* (A) y *balbisiana* (B) en: diploides (AA, AB y BB), triploides (AAA, AAB y ABB) y tetraploides (AAAA, AAAB y ABBB) en la sección Eumusa<sup>9</sup>. Los diploides comestibles son poco comunes, ya que han sido desplazados por los triploides AAA, más productivos, pero estériles<sup>10</sup>.

Dada la importancia de los recursos genéticos como herramienta frente a la escasez de alimentos y en pro de salvaguardar la variabilidad de las especies cultivadas en riesgo de erosión, es necesario preservarlos en bancos de germoplasma<sup>11</sup>. En el mundo, la fuente más rica de diversidad de musáceas, se encuentra en el Centro Internacional de distribución de germoplasma (ITC), ubicado en Katholieke Universiteit Leuven (KU Leuven) en Bélgica, creada como un sistema de respaldo de seguridad, formado a través de donaciones de los bancos, programas de mejoramiento genético y por medio de expediciones de recolección de germoplasma del INIBAP (Red internacional para el mejoramiento del banano y el plátano), el cual alberga más de 1500 accesiones de especies comestibles y silvestres<sup>12</sup>. Igualmente, el Sistema de Información de Germoplasma de Musáceas (MGIS), registra los bancos de germoplasma alrededor del mundo, recopila y comparte públicamente la información disponible sobre las accesiones de estas colecciones<sup>13</sup>.

Por su parte, la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, AGROSAVIA, en su misión institucional, se encarga de administrar la Colección Colombiana de Germoplasma de Musáceas (CCGM), cuyo propósito es conservar el germoplasma bajo tres principios, valor de existencia, valor de opción y valor de uso, y para cumplir con ellos, plantea difundir información importante sobre la diversidad genética conservada en ella. Esta colección es parte del proyecto Bancos de Germoplasma para la Alimentación y la Agricultura (BGAA) de Colombia, administrados por AGROSAVIA y con diferentes estudios de caracterización para identificar materiales sobresalientes. Por ejemplo, en uno de esos estudios se resaltó el color de la pulpa como el atributo sensorial que mejor define la calidad de un alimento, donde se realizó la caracterización por colorimetría de 25 accesiones de plátano (*M. balbisiana*), clasificándolas entre amarillo tenues e intensos<sup>14</sup>. Así mismo, se reportó la caracterización morfológica, físico química y nutricional para las accesiones de bananos, plátanos, bananitos y especies ornamentales, mediante descriptores establecidos por el Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI por su sigla en inglés)<sup>15,16</sup>. Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue presentar la conformación de la CCGM conservada en el Centro de Investigación, C.I. Palmira de AGROSAVIA según la especie, el tipo de musáceas (plátanos, bananos, bananitos y ornamentales), el subgrupo, el uso, y el grupo genómico.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Localización

La CCGM se encuentra establecida en AGROSAVIA, C.I. Palmira, ubicado en el municipio de Palmira, departamento del Valle del Cauca en Colombia, con coordenadas geográficas 03°30'43,5"N, 76°18'51,2"O, a una altura de 1.001 msnm, temperatura promedio anual de 23°C, precipitación promedio anual de 1.100 mm y humedad relativa promedio anual del 75 %. Tiene un área de 15.600 m<sup>2</sup> (1,56 ha), con un marco de plantación

de 4 x 3 m en suelos franco-arcillosos (FAR), topografía plana, con disponibilidad de riego suplementario por aspersión subfoliar.

### Material vegetal

El material vegetal de estudio corresponde a 193 accesiones que conforman la CCGM, entre accesiones de plátano (92), bananos (56), bananitos (38) y especies ornamentales (7), indicadas en la tabla 1.

No.	Nombre Accesoión	No.	Nombre Accesoión	No.	Nombre Accesoión	No.	Nombre Accesoión
1	Amou rojo <sup>(1)</sup>	50	FHIA 17 <sup>(2)</sup>	99	La miel <sup>(1)</sup>	148	Pisang berlin <sup>(2)</sup>
2	Amou verde <sup>(1)</sup>	51	FHIA 2 <sup>(2)</sup>	100	Lacatan <sup>(2)</sup>	149	Pisang ceylan <sup>(1)</sup>
3	Annam <sup>(2)</sup>	52	FHIA 20 <sup>(1)</sup>	101	Liberal <sup>(1)</sup>	150	Pisang lilin <sup>(2)</sup>
4	Anva 01 <sup>(3)</sup>	53	FHIA 21 <sup>(1)</sup>	102	Lifongo liko <sup>(1)</sup>	151	Pisang mas <sup>(3)</sup>
5	Anva 02 <sup>(3)</sup>	54	FHIA 22 <sup>(1)</sup>	103	Long tavoy <sup>(2)</sup>	152	Pisang tongat <sup>(2)</sup>
6	Anva 03 <sup>(3)</sup>	55	FHIA 23 <sup>(2)</sup>	104	Madre del platanal <sup>(1)</sup>	153	Plantain 17 <sup>(1)</sup>
7	Banano 2 <sup>(2)</sup>	56	FHIA 25 <sup>(2)</sup>	105	Maia maoli <sup>(1)</sup>	154	Pompo o comino <sup>(1)</sup>
8	Banano balboa <sup>(2)</sup>	57	Figue famile <sup>(1)</sup>	106	Maia maoli Quindío <sup>(1)</sup>	155	Pompo o comino Risaralda <sup>(1)</sup>
9	Banano chico <sup>(2)</sup>	58	Fougamou <sup>(1)</sup>	107	Maia maoli Risaralda <sup>(1)</sup>	156	Poyo <sup>(2)</sup>
10	Banano indio come sentao <sup>(2)</sup>	59	French sombre <sup>(1)</sup>	108	Manzano <sup>(1)</sup>	157	Pv 0344 <sup>(1)</sup>
11	Banano rojo <sup>(2)</sup>	60	GAEP 1 <sup>(1)</sup>	109	Maqueño <sup>(1)</sup>	158	Red 1 <sup>(2)</sup>
12	Banano sin clasificar <sup>(2)</sup>	61	GAEP 2 <sup>(1)</sup>	110	Maritu <sup>(1)</sup>	159	Red 2. Enano <sup>(2)</sup>
13	Bend mossedjo <sup>(1)</sup>	62	Gran enano <sup>(2)</sup>	111	Matacaballo <sup>(2)</sup>	160	Red yade <sup>(1)</sup>
14	Benedetta <sup>(1)</sup>	63	Gros michel cocos <sup>(2)</sup>	112	Mbindi <sup>(1)</sup>	161	Restrepo 01 <sup>(3)</sup>
15	Blanco <sup>(1)</sup>	64	Gros michel común <sup>(2)</sup>	113	Mbouroukou <sup>(1)</sup>	162	Rose d' ekona <sup>(1)</sup>
16	Bocadillo alto <sup>(3)</sup>	65	Gros michel enano <sup>(2)</sup>	114	Messiatzo <sup>(1)</sup>	163	Sabo 01 <sup>(3)</sup>
17	Bocadillo chileno <sup>(3)</sup>	66	Guayabo a <sup>(2)</sup>	115	<i>Musa balbisiana</i> <sup>(1)</sup>	164	Sabo 02 <sup>(3)</sup>
18	Bocadillo común <sup>(3)</sup>	67	Guayabo b <sup>(2)</sup>	116	<i>Musa basjoo</i> <sup>(4)</sup>	165	Sabo 03 <sup>(3)</sup>
19	Bocadillo del Chocó <sup>(3)</sup>	68	Guayabo rayado <sup>(2)</sup>	117	<i>Musa coccinea</i> <sup>(4)</sup>	166	Sabo 04 <sup>(3)</sup>
20	Bs269 <sup>(3)</sup>	69	Guayabo rojo esplendor <sup>(2)</sup>	118	<i>Musa itinerans</i> <sup>(4)</sup>	167	Sabo 05 <sup>(3)</sup>
21	Cachaco común <sup>(1)</sup>	70	Guineo negro <sup>(2)</sup>	119	<i>Musa laterita</i> <sup>(4)</sup>	168	Sapi 08 <sup>(3)</sup>
22	Cachaco enano <sup>(1)</sup>	71	Hartón birracimo <sup>(1)</sup>	120	<i>Musa ornata</i> <sup>(4)</sup>	169	Sapi 09 <sup>(3)</sup>
23	Cachaco espermo <sup>(1)</sup>	72	Hartón bomba o popocho <sup>(1)</sup>	121	<i>Musa rosea</i> <sup>(2)</sup>	170	Sari 10 <sup>(3)</sup>
24	Cachaco sin bellota <sup>(1)</sup>	73	Hartón común <sup>(1)</sup>	122	<i>Musa textilis</i> <sup>(4)</sup>	171	Save 06 <sup>(3)</sup>
25	Calcutta 4 <sup>(2)</sup>	74	Hartón cubano <sup>(1)</sup>	123	<i>Musa velutina</i> <sup>(4)</sup>	172	Save 07 <sup>(3)</sup>
26	Cubano blanco <sup>(1)</sup>	75	Hartón del Meta <sup>(1)</sup>	124	Mysore <sup>(2)</sup>	173	Seda <sup>(2)</sup>

27	Cubano negro <sup>(1)</sup>	76	Hartón habano <sup>(1)</sup>	125	Nakitengwa <sup>(2)</sup>	174	Selangor 1 <sup>(2)</sup>
28	Currare enano <sup>(1)</sup>	77	Harton liberal <sup>(1)</sup>	126	Nallo 04 <sup>(3)</sup>	175	Selangor 2 <sup>(2)</sup>
29	Dominico común <sup>(1)</sup>	78	Hartón macho <sup>(1)</sup>	127	Nallo 05 <sup>(3)</sup>	176	Seredow <sup>(2)</sup>
30	Diby <sup>(1)</sup>	79	Hartón maqueño <sup>(1)</sup>	128	Nallo 06 <sup>(2)</sup>	177	Sh 3436-9 <sup>(2)</sup>
31	Dominico 300 <sup>(1)</sup>	80	Hartón pepo <sup>(1)</sup>	129	Nari 01 <sup>(3)</sup>	178	Tafetán rojo <sup>(2)</sup>
32	Dominico acuyano <sup>(1)</sup>	81	Hartón rojo <sup>(1)</sup>	130	Nari 02 <sup>(3)</sup>	179	Tafetán verde <sup>(2)</sup>
33	Dominico caoba <sup>(1)</sup>	82	Harton rojo del meta <sup>(1)</sup>	131	Nari 03 <sup>(3)</sup>	180	Tani <sup>(1)</sup>
34	Dominico enano <sup>(1)</sup>	83	Harton Santander <sup>(1)</sup>	132	Natu 07 <sup>(3)</sup>	181	Tri racimo <sup>(2)</sup>
35	Dominico guaicoso <sup>(1)</sup>	84	Hartón tigre <sup>(1)</sup>	133	Natu 08 <sup>(3)</sup>	182	Tuu gia <sup>(2)</sup>
36	Dominico hartón común <sup>(1)</sup>	85	Hartón Tumaco <sup>(1)</sup>	134	Natu 09 <sup>(3)</sup>	183	Vabu 01 <sup>(3)</sup>
37	Dominico hartón rojo <sup>(1)</sup>	86	Hawaiano <sup>(1)</sup>	135	Natu 10 <sup>(3)</sup>	184	Vabu 02 <sup>(3)</sup>
38	Dominico hartón Támesis <sup>(1)</sup>	87	Híbrido de saba 2 <sup>(1)</sup>	136	Ney poovan <sup>(1)</sup>	185	Vabu 03 <sup>(3)</sup>
39	Dominico hartón viota <sup>(1)</sup>	88	Híbrido saba 1 <sup>(1)</sup>	137	Niabang <sup>(1)</sup>	186	Vabu 04 <sup>(2)</sup>
40	Dominico maqueño <sup>(1)</sup>	89	Híbrido saba 3 <sup>(1)</sup>	138	Niyarma yik <sup>(2)</sup>	187	Valery <sup>(2)</sup>
41	Dominico mocho <sup>(1)</sup>	90	Hondureño enano <sup>(1)</sup>	139	Njock kon <sup>(1)</sup>	188	Vapa 01 <sup>(3)</sup>
42	Dominico mutante <sup>(1)</sup>	91	Ic 2 <sup>(2)</sup>	140	Orishelle <sup>(1)</sup>	189	Vapa 02 <sup>(3)</sup>
43	Dominico negro <sup>(1)</sup>	92	Icononzo 01 <sup>(3)</sup>	141	Pa 03-22 <sup>(1)</sup>	190	Vapa 03 <sup>(3)</sup>
44	Dominico rojo 2 <sup>(1)</sup>	93	Icononzo 02 <sup>(3)</sup>	142	Pahang <sup>(2)</sup>	191	Yangambi km 3 <sup>(1)</sup>
45	Dominico Tumaco <sup>(1)</sup>	94	Icononzo 03 <sup>(3)</sup>	143	Palembang <sup>(2)</sup>	192	Yangambi km 5 <sup>(2)</sup>
46	Dwarf Cavendish <sup>(2)</sup>	95	Igitsiri intuntu <sup>(2)</sup>	144	Peciolos oscuros <sup>(2)</sup>	193	Zebrina <sup>(2)</sup>
47	ELAT <sup>(1)</sup>	96	Iita <sup>(1)</sup>	145	Pelipita <sup>(1)</sup>		
48	FHIA 1 <sup>(2)</sup>	97	Kelong mekintu <sup>(1)</sup>	146	Perrenque <sup>(1)</sup>		
49	FHIA 110 <sup>(1)</sup>	98	Kwa <sup>(1)</sup>	147	Pigmeo <sup>(2)</sup>		

<sup>(1)</sup> Plátanos, <sup>(2)</sup> Bananos, <sup>(3)</sup> Bananitos, <sup>(4)</sup> Ornamentales.

**Tabla 1. Accesiones de la CCGM conservadas en el C.I. Palmira de AGROSAVIA.**

### Análisis estadístico

La información se procesó mediante estadística descriptiva, agrupando los datos en tablas de frecuencias, expresadas en unidades porcentuales con relación al total de la población de accesiones de la CCGM para cada variable. En la distribución por tipo de musácea se consideraron cuatro categorías diferentes: bananos, bananitos, ornamentales y plátanos. En cuanto a su uso, se dividieron en tres categorías: no comercial, comercial y ornamentales. Se consideraron como no comerciales o no comestibles todas aquellas accesiones que producen frutos con semillas sexuales y/o de reducida producción de pulpa, y comerciales todas aquellas accesiones que no producen semilla sexual y tienen un contenido de pulpa aprovechable para el consumo.

Igualmente se distribuyeron por sección: Eumusa, Rhodochlamys, Callimusa y Australimusa y por el genoma: diploide, triploide, tetrapoide y aneuploide, según su aporte del genoma *balbisiana* o *acuminata*.

## RESULTADOS

De acuerdo con la información de pasaporte de cada accesión que compone la CCGM, por características fenotípicas y conocimiento previo, este se encuentra conformado por 193 accesiones de las cuales la mayor contribución en número de accesiones la hace dos especies *Musa acuminata* con el 48,7 %, correspondiente a 94 accesiones entre bananos (56) y bananitos (38); la especie *Musa balbisiana* contribuye con el 47,67 % (92 accesiones); y siete especies diferentes del género *Musa* que aportan con el 0,52 % cada una, correspondiendo a una accesión por especie, respectivamente, *M. basjoo*, *M. itinerans*, *M. laterita*, *M. ornata*, *M. coccinea*, *M. textilis* y *M. velutina*, las cuales son consideradas como especies ornamentales por la coloración de sus inflorescencias y su porte pues no se orientan al consumo de frutos por la presencia de semillas sexuales o botánicas. Según lo expuesto, las accesiones de las especies *M. balbisiana* y *M. acuminata* que no presentan semilla sexual y tienen un alto contenido de pulpa, son comercialmente valiosas, ya que sus frutos se destinan al consumo humano (Tabla 2).

No	Especie	No. Accesiones
1	<i>M. acuminata</i>	94
2	<i>M. balbisiana</i>	92
3	<i>M. basjoo</i>	1
4	<i>M. itinerans</i>	1
5	<i>M. laterita</i>	1
6	<i>M. ornata</i>	1
7	<i>M. coccinea</i>	1
8	<i>M. textilis</i>	1
9	<i>M. velutina</i>	1
	<b>Total</b>	193

Tabla 2. Distribución de la CCGM de AGROSAVIA según la especie.

Para facilitar el manejo operativo y logístico de la CCGM, las accesiones se clasifican en función del tipo de musácea, entre plátanos, bananos, bananitos y ornamentales. Los resultados indican que el 47,67 % de las accesiones corresponden a plátanos (92 accesiones), mientras que el 29,02 % son bananos (56 accesiones). El 19,69 % son bananitos (38 accesiones) y el 3,63 % son materiales ornamentales, que corresponden a siete accesiones, cada una de una especie diferente (Figura 1).

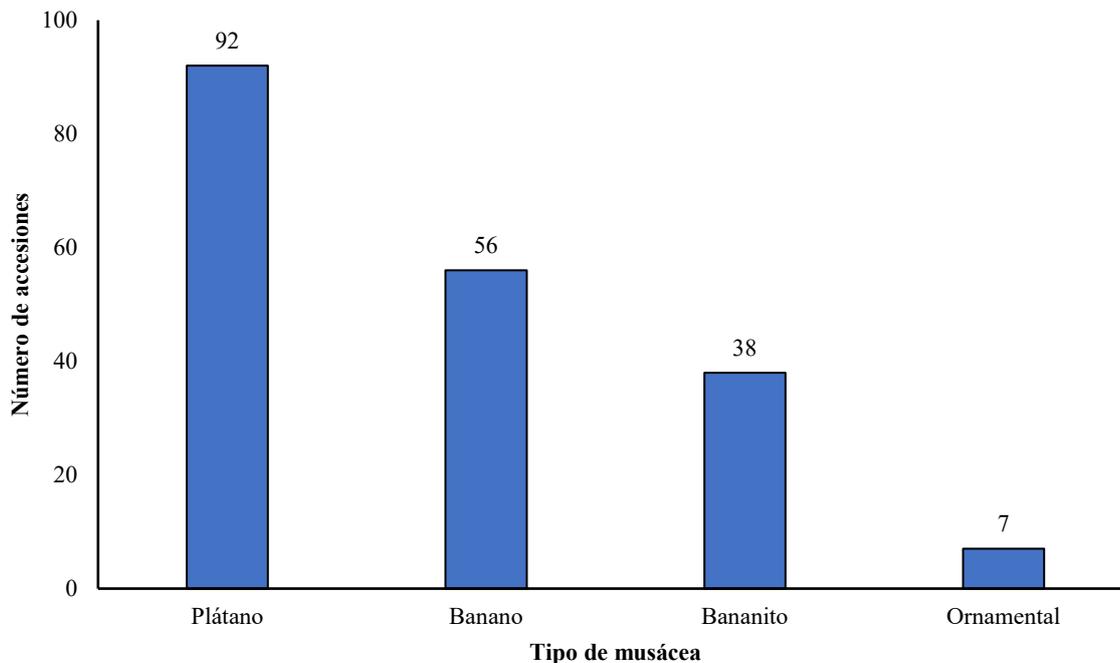


Figura 1. Distribución de la CCGM de AGROSAVIA por el tipo de material.

La figura 2 muestra que de las 193 accesiones que componen la CCGM, 171 (88,6 %) se pueden utilizar para consumo o comercial (real y/o potencial) debido al tamaño de sus frutos, ausencia de semilla y características de calidad de estos. Por otro lado, 13 accesiones (6,73 %) se consideran como no comerciales al no ser comestibles debido a la presencia de semillas y su bajo contenido de pulpa, mientras que nueve accesiones (4,66 %) pueden tener un uso ornamental, de las cuales siete son especies relacionadas (*M. basjoo*, *M. itinerans*, *M. laterita*, *M. ornata*, *M. coccinea*, *M. textilis*, *M. velutina*) y dos accesiones de banano (Balboa y Triracimo) que por su apariencia pueden ser consideradas como ornamentales.

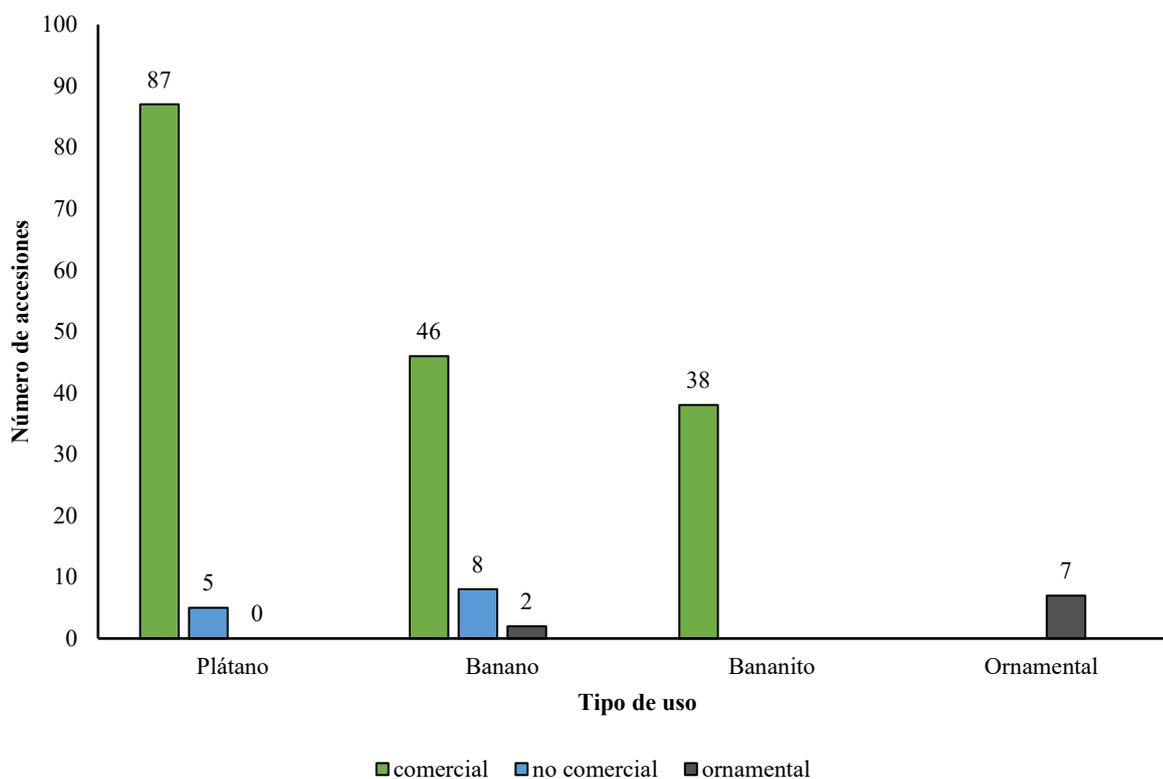


Figura 2. Distribución de las accesiones de la CCGM por su uso.

En relación con el uso de las accesiones que componen la CCGM, en el caso de los plátanos se encontró que las 87 accesiones comerciales corresponden al 94,57 %, mientras que las cinco accesiones no comerciales (Híbrido saba 1, Híbrido saba 3, Pisang ceylan, Tani y *Musa balbisiana*) representan el 5,43 %. En cuanto a los bananos, se encontró que, de las 56 accesiones, 46 son de uso comercial correspondiente al 82,14 %, mientras que ocho accesiones no tienen uso comercial (Pisang tongat, Pisang lilin, Annam, Selangor 1, Musa Rosea, Selangor 2, Pisang berlin y Calcutta 4), lo cual representa el 14,29 %. Además, dos accesiones (Balboa y Triracimo) que corresponde al 3,57 % también tienen un uso ornamental. Por otro lado, el 100 % de las accesiones de bananito (38) son de uso comercial, a diferencia de las accesiones que son clasificadas como ornamentales (7), correspondientes a las especies *M. basjoo*, *M. itinerans*, *M. laterita*, *M. ornata*, *M. coccinea*, *M. textilis* y *M. velutina*.

Analizando la distribución del germoplasma conservado en el C.I. Palmira, por la sección dentro del género *Musa*, se logró identificar que la sección Eumusa es la de mayor representatividad con 188 accesiones, representando el 97,41 %. La sección Rhodochlamys y Australimusa cuentan con dos accesiones cada una lo cual representa el 1,04 % respectivamente, mientras que la sección Callimusa tienen una accesión, aportando cada una con el 0,52 % (Figura 3).

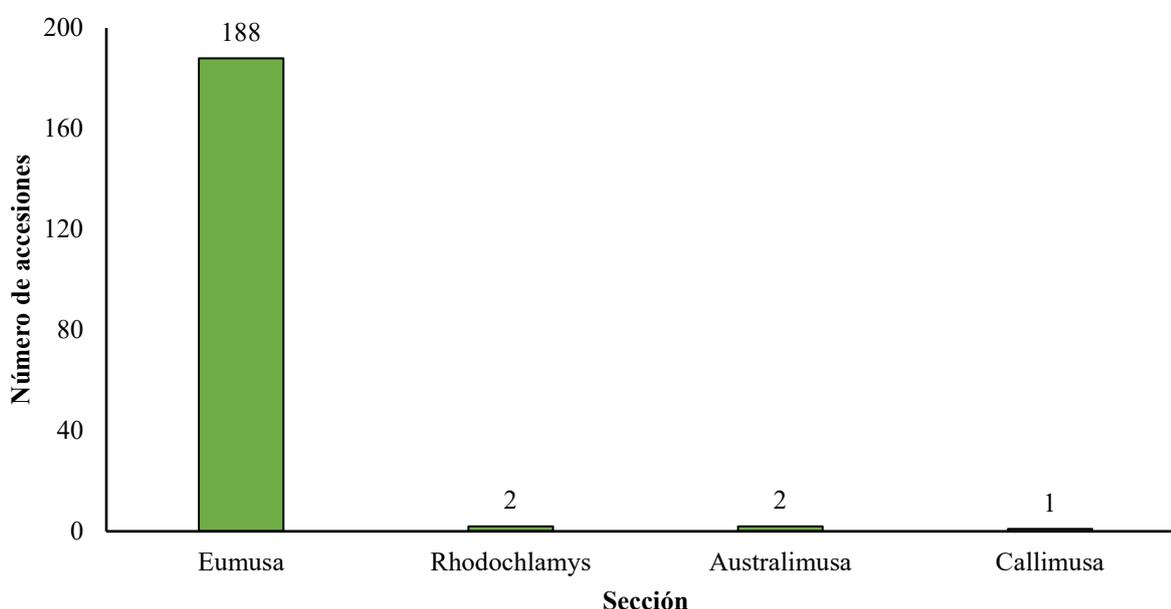


Figura 3. Distribución de las accesiones de la CCGM por la sección dentro del género *Musa*.

La figura 4 muestra la clasificación de las accesiones de la CCGM de AGROSAVIA, según su genoma. Se pudo determinar que el 33,16 % de las accesiones presentan un genoma triploide con doble aporte *acuminata* y uno *balbisiana* (AAB) del subgrupo Plantain, para un total de 64 accesiones; el 27,98 % de las accesiones presentan un genoma diploide *acuminata* (AA) con 54 accesiones que corresponden principalmente al subgrupo Sucrier; 12,44 % de accesiones con genoma triploide *acuminata* (AAA) con 24 accesiones de los subgrupos Cavendish y Gros Michel; nueve accesiones tienen genoma triploide con doble aporte de *balbisiana* y uno de *acuminata* (ABB) de los subgrupos Blugoe y Pelipita (4,66 %); siete accesiones presentan genoma tetraploide con un aporte triple de *acuminata* y uno de *balbisiana* (AAAB), que corresponden a híbridos FHIA (3,63 %); cinco accesiones con genoma tetraploide *acuminata* (AAAA), híbridos FHIA (2,59 %); tres accesiones con genoma diploide con aporte igual de *acuminata* y *balbisiana* (AB), representado por el subgrupo Ney Poovan (1,55 %); dos accesiones tetraploides con aporte igual de *acuminata* y *balbisiana* (AABB), representado por la accesión Híbrido Saba (1,04 %); dos accesiones con genoma diploide *balbisiana* (BB) (1,04 %); una accesión aneuploide (presencia o ausencia de cromosomas que causan desequilibrio en la carga cromosómica) de genoma *balbisiana*. Del total de la colección, 22 accesiones (11 %) se

encuentran sin definir su genoma (Figura 4), por lo que se requiere un análisis de citometría de flujo para determinar su ploidía.

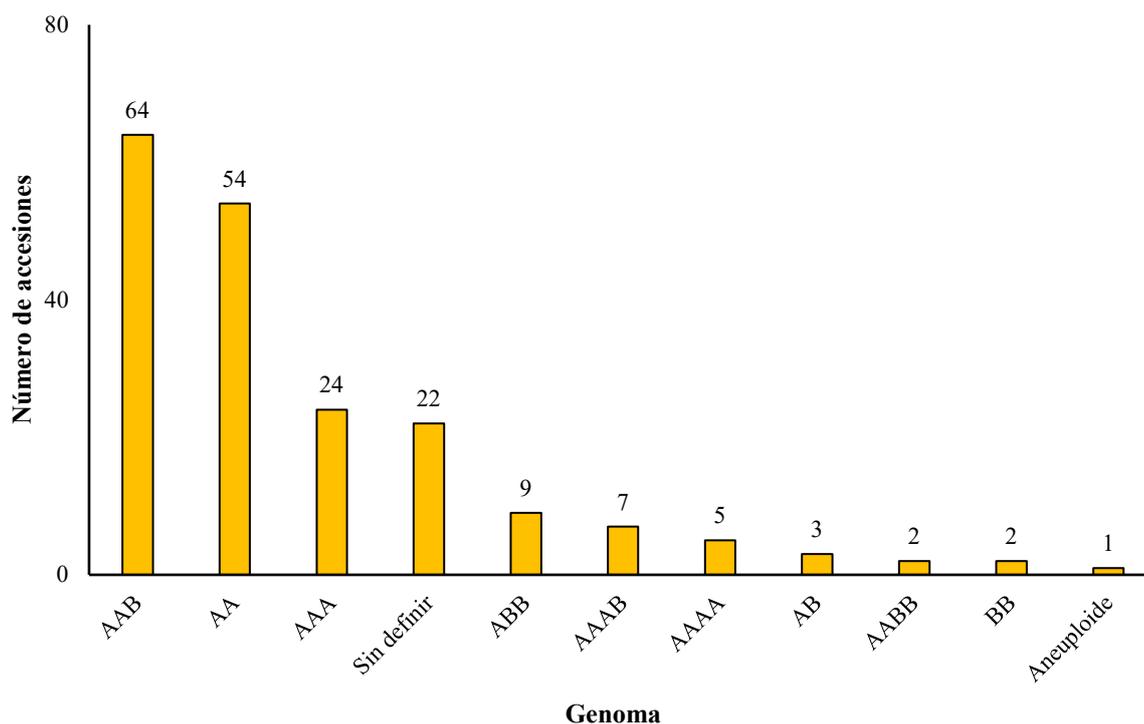


Figura 4. Clasificación de las accesiones de la CCGM por genoma.

De las accesiones con genoma definido, se encontró que 59 de ellas son diploides (AA, AB y BB) lo que equivale al 30,57 % de la colección, representados por el subgrupo Sucrier; 97 accesiones (50,26 % de la colección) son triploides (AAA, AAB y ABB), correspondientes a los subgrupos Bluggoe, Cavendish, Gros Michel, Pelipita, Plantain y Popoulu; 14 accesiones son tetraploides (AAAA, AAAB y AABB) lo que corresponde al 7,25 % de la colección, representados principalmente por accesiones híbridas; y una accesión denominada Balbisiana es aneuploide (0,52 %). Según estos resultados, se puede concluir que la CCGM de AGROSAVIA, establecida en el C.I. Palmira, tiene una mayor contribución del genoma *acuminata*, con una proporción del 69,3 % y el genoma *balbisiana* con una proporción del 30,7 %.

## DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en este estudio son comparables con otro estudio, quienes describen el estado de la Colección de *Musa* (plátano y banano) en el Laboratorio Nacional de Recursos Fitogenéticos de la Universidad de Filipinas, donde cuentan con 320 accesiones, de las cuales el 68 % son comestibles y el restante no son comestibles, correspondientes a genotipos silvestres<sup>17</sup>.

El Sistema de información de germoplasma de *Musa*, MGIS (por sus siglas en inglés) registra 38 colecciones de *Musa* de 21 países, que contienen un total de 4.587 accesiones, donde se ha documentado tanto características fenotípicas como genéticas<sup>18</sup>. Por otra parte, el marco colaborativo global para la investigación relacionada con *Musa* (MusaNet), reporta que en el mundo existen 56 institutos en los cuales se conservan 15.382 accesiones (9.051 accesiones en campo, 4.507 *in vitro*, 898 en invernadero y 926 en crio preservación)<sup>19</sup> de las cuales AGROSAVIA aporta con 193 accesiones en los sistemas de conservación en campo y una copia de seguridad *in vitro*. Se tiene proyectado crear una copia de seguridad en crio preservación para prevenir la variación somaclonal que se presenta por el cultivo continuo en un medio artificial en almacenamiento prolongado a baja temperatura a partir del cultivo *in vitro*<sup>17</sup>.

La variabilidad genética de las Musáceas en el mundo se ve representada en la CCGM, ya que la misma cuenta con los principales grupos genómicos del género *Musa*. Esto permite evidenciar que la variabilidad disponible en los bancos de germoplasma y cultivos agrícolas se ve representado por las combinaciones de genomas más comunes dentro de las Musáceas, escenarios similares al de la CCGM, donde el aporte de genomas *balbisiana* (B) y *acuminata* (A) se da en diferentes proporciones (diploides, triploides y tetraploides), tanto puros como en combinación de estas por hibridación natural e inducida<sup>20</sup>.

El genoma *acuminata* (A) fue el que presentó mayor aporte y variabilidad al germoplasma conservado, con una contribución del 98,9 % de las accesiones con genoma definido, ya sea que se presente único en sus diferentes ploidías (AA, AAA y AAAA) o combinado con el genoma *balbisiana* (B) en sus diferentes ploidías (AB, AAB, AAAB, ABB y AABB), mientras que el genoma *balbisiana* (B) se presentó en las combinaciones previamente mencionadas y solo lo presentó como genoma puro en una accesión (BB). Resultados similares fueron obtenidos cuando se realizó el inventario de especies silvestres del género *Musa* conservadas en el Jardín Botánico de Purwodadi en Indonesia en el año 2014<sup>21</sup>. Lo anterior posiblemente se debe a que *M. balbisiana* presenta una distribución y rango de dispersión menor que la de *M. acuminata*<sup>22</sup>.

La mayoría de las accesiones de la CCGM presentan un tipo de uso comestible o con el potencial de serlo. Lo anterior se debe a la hibridación entre los genomas *balbisiana* y *acuminata* y la ploidía de estos (triploides y tetraploides) que favorece el mayor tamaño de las plantas y frutos para su consumo en fresco o procesado, ya que la mayoría de los materiales comerciales de plátano y banano son híbridos de ambas especies y principalmente de cultivares triploides<sup>23</sup>. Las accesiones consideradas no comerciales debido a la presencia de semillas sexuales o botánicas representan un importante germoplasma para el uso en trabajos de mejoramiento genético por recombinación genética, ya que este germoplasma puede ser fuente de genes de interés agrícola como la resistencia a plagas y enfermedades, baja altura, entre otras características<sup>24</sup>.

La sección Eumusa presenta la mayor contribución al germoplasma presente en la CCGM con el 97 % de la variabilidad disponible. Esta sección contribuye a la mayor variabilidad del germoplasma de las Musáceas en el mundo, ya que lo representan los plátanos y bananos, con una amplia distribución geográfica<sup>25</sup>. Por su parte las secciones Rhodochlamys, Australimusa y Callimusa aportan variabilidad a la CCGM con accesiones correspondientes a especies diferentes a *M. acuminata* y *M. balbisiana* (*M. laterita*, *M. ornata*, *M. textilis*, y *M. coccinea*). Este resultado indica que las secciones reportadas en la literatura internacional se tienen representantes dentro de la CCGM<sup>25</sup>.

El presente documento se enfocó en dar a conocer la conformación de la CCGM conservada por AGROSAVIA de acuerdo con las clasificaciones disponibles. Estudios de caracterización reológica y agromorfológica son abordados en documentos independientes que permiten profundizar en temas puntuales de los genotipos y sus atributos.

---

## CONCLUSIONES

The Colombian Musaceae Germplasm Collection (CCGM) at AGROSAVIA's Palmira Research Center represents a diverse array of banana and plantain accessions, encompassing various species, subgroups, genomic groups, and uses. This study provides a comprehensive overview of the collection's composition, highlighting its potential for both conservation and utilization. The predominance of edible accessions, particularly those belonging to *Musa acuminata* and *Musa balbisiana*, underscores the collection's value for food security and agricultural development. Additionally, the presence of ornamental species adds to the collection's diversity and potential for broader applications.

Further characterization of the accessions, including organoleptic and nutritional analyses, is recommended to fully understand their potential uses in the food industry. Moreover, flow cytometry analysis is needed to determine the ploidy of accessions with undefined genomes, which will enhance the collection's value for research and breeding purposes. This study serves as a valuable resource for researchers, breeders, and conservationists interested in Musaceae diversity and its potential applications in agriculture and food production.

**Contribución de autores:** Conceptualización, A.C.A. y G.A.A.A.; metodología, E.R.H.; análisis formal, E.R.H. y A.L.E.V.; investigación, E.R.H.; G.A.A.A. y A.L.E.V.; curación de datos, A.C.A.; A.L.E.V. y E.R.H.; redacción—preparación del borrador original, E.R.H. y G.A.A.A.; redacción—revisión y edición, E.R.H.; G.A.A.A.; A.L.E.V. y D.Y.C.S.; supervisión, D.Y.C.S.; director del proyecto, D.Y.C.S. Todos los autores han leído y aceptado la versión publicada del manuscrito.

**Financiamiento:** Este estudio fue financiado por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) de Colombia. La agencia financiadora no tuvo ningún papel en el diseño del estudio, recopilación y análisis de datos, interpretación de los resultados y en la decisión de publicar o preparar el manuscrito.

**Agradecimientos:** Los autores agradecen a la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, AGROSAVIA, especialmente al Centro de Investigación Palmira, a los integrantes del equipo de trabajo del proyecto Bancos de Germoplasma para la Alimentación y la Agricultura de la república de Colombia por su gestión administrativa, logística y financiera para llevar a cabo la conservación de la CCGM, en el marco de este proyecto se lograron los resultados presentados en este documento. A los revisores de la revista, cuyas observaciones y sugerencias mejoraron los contenidos en el desarrollo del trabajo.

**Conflicto de intereses:** Los autores no declaran ningún conflicto de intereses.

## REFERENCIAS

1. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Bananas. [Internet]. [Consultado 24 Jun 2024]. Disponible en: <https://www.fao.org/markets-and-trade/commodities/bananas/en/>.
2. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Banana Statistical Compendium 2021. [Internet]. [Consultado 24 Jun 2024]. Disponible en: <https://www.fao.org/3/cc2401en/cc2401en.pdf>
3. Red de información y comunicación del sector agropecuario colombiano (AGRONET). Cadenas productoras de plátano y banano. [Internet]. [Consultado 24 Jun 2024]. Disponible en: <https://www.agronet.gov.co/Paginas/Resultados-de-busqueda.aspx?k=banano>.
4. Red de información y comunicación del sector agropecuario colombiano (AGRONET). Mapa revela el potencial de la industria del banano de exportación. [Internet]. [Consultado 24 Jun 2024]. Disponible en: <https://www.agronet.gov.co/Noticias/Paginas/Mapa-revela-el-potencial-de-la-industria-del-banano-de-exportaci%C3%B3n.aspx>.
5. Ministerio de Agricultura Y Desarrollo Rural (MADR). Cadena de banano. [Internet]. [Consultado 24 Jun 2024]. Disponible en: <https://sioc.minagricultura.gov.co/Banano/Documentos/2020-12-31%20Cifras%20Sectoriales.pdf>.
6. Carvajal-García M, Zuluaga-Arango P, Ocampo-López OL, Duque-Gómez, D. Las exportaciones de plátano como una estrategia de desarrollo rural en Colombia. *Apuntes Del Cenes*. 2019;38(68):113-148. <https://doi.org/10.19053/01203053.v38.n68.2019.8383>
7. Ministerio de Agricultura Y Desarrollo Rural (MADR). Cadena de plátano, Dirección de cadenas agrícolas y forestales. [Internet]. [Consultado 24 Jun 2024]. Disponible en: <https://sioc.minagricultura.gov.co/Platano/Documentos/2020-03-31%20Cifras%20Sectoriales.pdf>.
8. Vézina A. Importancia del acceso a recursos genéticos de Musa en América Latina y el Caribe. *Recursos Naturales y Ambiente*. 2008; 53:72-80.

- [https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/9177/Importancia\\_del\\_acceso\\_a\\_recursos.pdf?sequence=4&isAllowed=y](https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/9177/Importancia_del_acceso_a_recursos.pdf?sequence=4&isAllowed=y)
9. Serejo J, Aud F. Determinação do nível de ploidia em acessos do banco de germoplasma de *Musa* spp. por citometria de fluxo. In: III Congresso brasileiro de recursos genéticos; 2014 nov. 18 – 21; Santos, Brasil. Sociedade Brasileira de Recursos Genéticos Ed.; Brasília:Brasil, 2014.
  10. Álvarez Mejía LM, Restrepo de Fraume M, Manzur Macías D, Gallego AJH. Quimiotaxonomía de dos especies y cinco biotipos cultivados de *Musa*. 1ª ed. Bogotá, Colombia. Editorial: Universidad de Caldas; ICA, Instituto Colombiano Agropecuario, 1991.
  11. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Conservación de los recursos genéticos vegetales para la alimentación y la agricultura. [Internet]. [Consultado 24 Jun 2024]. Disponible en: <https://www.fao.org/sustainable-development-goals/indicators/251a/es/>
  12. Alliance Bioversity & CIAT. International *Musa* Germplasm Transit Centre. [Internet]. [Consultado 24 Jun 2024]. Disponible en: <https://alliancebioversityciat.org/services/genebanks/international-musa-germplasm-transit-centre>
  13. Ruas M, Guignon V, Sempere G, Sardos J, Hueber Y, Duvergey H, Andrieu A, Chase R, Jenny C, Hazekamp T, Irish B, Jelali K, Adeka J, Ayala-Silva T, Chao CP, Daniells J, Dowiya, B, Effa-Effa B, Gueco L, Herradura L, Ibobondji L, Kempenaers E, Kilangi J, Muhangi S, Ngo Xuan P, Paofa J, Pavis C, Thiemele D, Tossou C, Sandoval J, Sutanto A, Vangu Paka G, Yi G, Van den houwe I, Roux N, Ruard M. MGIS: managing banana (*Musa* spp.) genetic resources information and high-throughput genotyping data. Database: The Journal of Biological Databases and Curation. 2017;2017:bax046. <https://doi.org/10.1093/database/bax046>
  14. Enriquez-Valencia AL, Caicedo-Arana A, Ordonez-Santos LE, Rodriguez-Henao E. Caracterización por colorimetría de accesiones de plátano del Sistema de Bancos de Germoplasma en Colombia. Acta Agronómica. 2020;69(1):7-13. <https://doi.org/10.15446/acag.v69n1.73256>
  15. Caicedo AA. Caracterización y evaluación morfológica, física y química de introducciones del banco de germoplasma de musáceas en el Centro de Investigación Corpoica Palmira. Tesis de Maestría en Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Colombia, Palmira, Valle del Cauca, Colombia, 2015.
  16. International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI); Centre de Cooperation Internationale en Recherche Agronomique pour le Developpement (CIRAD); International Network for the Improvement of Banana and Plantain (INIBAP). Descriptors for banana (*Musa* spp.). 1ª ed. Roma, Italia: Editorial International Plant Genetic Resources Institute, 1996.
  17. Gueco LS, Tejano MS, Yanos LA, Descalsota MLV, Descalsota JC, Sotto RC. Conservation of *Musa* Diversity and Germplasm Management at the National Plant Genetic Resources Laboratory in the Philippines. En Ramamoorthy S, Buot IJ, Chandrasekaran R. editors. Plant Genetic Resources, Inventory, Collection and Conservation. 1ª ed. Singapore: Springer; 2022. p. 231-247. Disponible en: [https://doi.org/10.1007/978-981-16-7699-4\\_11](https://doi.org/10.1007/978-981-16-7699-4_11)
  18. Van den houwe I, Chase R, Sardos J, Ruas M, Kempenaers E, Guignon V, Massart S, Carpentier S, Panis B, Rouard M, Roux N. Safeguarding and using global banana diversity: a holistic approach. CABI Agriculture and Bioscience. 2020; 1:15. <https://doi.org/10.1186/s43170-020-00015-6>
  19. MusaNet. Global Strategy for the Conservation and Use of *Musa* Genetic Resources. [Internet]. Montpellier, France: Bioversity International, 2016. [Consultado 25 Jun 2024]. Disponible en: [https://www.genebanks.org/wp-content/uploads/2017/09/Musa\\_Strategy\\_2016.pdf](https://www.genebanks.org/wp-content/uploads/2017/09/Musa_Strategy_2016.pdf)
  20. Sandoval JA, González M, Pérez L. Banana and plantain agronomical characterization of diploids, triploids and tetraploids from Corbana's germplasm bank, in Costa Rica. CORBANA. 2004; 57:77-91. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/20093253098>
  21. Hapsari L. Wild *Musa* species collection of Purwodadi Botanic Garden: Inventory and its morphotaxonomic review. Journal of Tropical Life Science. 2014;4(1), 70-81. <https://jtrolis.ub.ac.id/index.php/jtrolis/article/view/166/19>
  22. Debnath S, Khan AA, Das A, Murmu I, Khan A, Mandal KK. Genetic Diversity in Banana. In Nandwani D. (eds). Genetic Diversity in Horticultural Plants. Sustainable Development and Biodiversity. Vol 22. Switzerland: Springer, Cham; 2019. p. 217-241. Disponible en: [https://doi.org/10.1007/978-3-319-96454-6\\_8](https://doi.org/10.1007/978-3-319-96454-6_8)
  23. Hippolyte I, Jenny C, Gardes L, Bakry F, Rivallan R, Pomies V, Cubry P, Tomekpe K, Risterucci AM, Roux N, Rouard M, Arnaud E, Kolesnikova-Allen M, Perrier X. Foundation characteristics of

- edible *Musa* triploids revealed from allelic distribution of SSR markers, *Annals of Botany*. 2012; 109(5): 937-951. Disponible en: <https://doi.org/10.1093/aob/mcs010>
24. Wilson V, Tenkouano A. The Efficiency and effectiveness of Open pollination in *Musa* Breeding. *Asian Journal of Biochemistry, Genetics and Molecular Biology*. 2019; 2(4):1-15. Disponible en: [https://www.researchgate.net/profile/Victoria-Wilson-16/publication/367511649\\_The\\_Efficiency\\_and\\_Effectiveness\\_of\\_Open\\_Pollination\\_in\\_Musa\\_Breeding/links/63d5a460c465a873a2670f1b/The-Efficiency-and-Effectiveness-of-Open-Pollination-in-Musa-Breeding.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Victoria-Wilson-16/publication/367511649_The_Efficiency_and_Effectiveness_of_Open_Pollination_in_Musa_Breeding/links/63d5a460c465a873a2670f1b/The-Efficiency-and-Effectiveness-of-Open-Pollination-in-Musa-Breeding.pdf)
25. Youssef M, James AC, Rivera-Madrid R, Ortiz R, Escobedo-GraciaMedrano RM. *Musa* Genetic Diversity Revealed by SRAP and AFLP. *Molecular Biotechnology*. 2011; 47: 189–199. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s12033-010-9328-8>

**Received:** 21 March 2024/ **Accepted:** 20 July 2024 / **Published:** 15 September 2024

Citation: Rodríguez-Henao E, Aguilera-Arango G A, Enriquez-Valencia A L, Caicedo-Arana Á, Yamil Cañar-Serna D. Diversidad Genética y Composición de la Colección Colombiana de Germoplasma de Musáceas. *Bionatura Journal* 2024; 3 (1) 8. <http://dx.doi.org/10.70099/BJ/2024.01.03.8>

Correspondence should be addressed to [erodriguezh@agrosavia.co](mailto:erodriguezh@agrosavia.co)

**Peer review information.** Bionatura thanks anonymous reviewer(s) for their contribution to the peer review of this work using <https://reviewerlocator.webofscience.com/>

All articles published by Bionatura Journal are made freely and permanently accessible online immediately upon publication, without subscription charges or registration barriers.

**Publisher's Note:** Bionatura Journal stays neutral concerning jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

**ISSN.3020-7886**

**Copyright:** © 2024 by the authors. They were submitted for possible open-access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).