

CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE 21 ACCESIONES DE MUSÁCEAS COLECTADAS EN LA COMARCA NGÄBE-BUGLÉ, PANAMÁ¹

*Ulfredo Santo-Pineda²; Luis Torres-Vargas³; Julio Santamaria-Guerra⁴;
Gregorio Thomas⁵; Víctor Montezuma⁶*

RESUMEN

En la Comarca Ngäbe-Buglé (CNB) existe gran diversidad de especies del género *Musa*, siendo uno de los cultivos permanentes de mayor importancia, para la seguridad alimentaria de estas comunidades. El estudio se realizó con el objetivo de valorar y conservar cultivares de musáceas colectados en la CNB y determinar a través de una caracterización morfológica la variabilidad fenotípica en 21 accesiones y clasificarla en grupos. Se emplearon los descriptores estandarizados para el banano y plátano. Los datos se analizaron mediante estadística descriptiva, análisis de componentes principales y análisis de conglomerado. Se encontró mayor variabilidad en las estructuras que componen la flor y el fruto, siendo los descriptores cuantitativos los de mayor representatividad (CV>25%) y en los descriptores cualitativos sobresalen manchas en la base de peciolo, estructura que compone la yema masculina, la posición, apariencia, color y sabor del fruto. El análisis de componentes principales explica una variabilidad acumulada de 77% en las variables cuantitativas y 70,3% en las cualitativas, determinando un total de 29 variables (14 cuantitativas y 15 cualitativas) con mayor poder discriminante (coeficiente $\geq 0,60$). El análisis de conglomerado combinado permitió agrupar las accesiones en cuatro grupos diferentes (MANOVA; $P < 0,0001$) y su característica fenotípica. Los caracteres como altura de la planta, aspecto de pseudotallo, ancho y longitud de la lámina, aspecto de la yema masculina, de color de la pulpa antes y después de la madurez, forma y longitud del fruto, y su sabor fueron las variables discriminantes que más contribuyeron a separar los grupos.

Palabras claves: Clones comestibles, descriptores morfológicos, diversidad fenotípica, grupos genómicos, recursos filogenéticos.

¹Recepción: 15 de septiembre de 2022. Aceptación: 10 de mayo de 2023.

²Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá (IDIAP), Centro de Innovación Agropecuaria Comarca Ngäbe-Buglé (CIA-CNB) Ing. Cultivos Tropicales. e-mail: uspineda08@hotmail.com; ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0001-8255-7264>

³IDIAP. CIA-CNB. Ph.D. Agroecología. e-mail: lujstorres_73@hotmail.com; ORCID iD: <https://orcid.org/0009-0003-8545-2312>

⁴IDIAP. CIA - Chiriquí. Ph.D. Innovación Institucional. e-mail. juliosguerra@gmail.com; ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-0215-2599>

⁵IDIAP. CIA-CNB. Ing. Zootecnista. e-mail: gthomasp23@hotmail.com; ORCID iD: <https://orcid.org/0009-0005-2307-8921>

⁶IDIAP. CIA-CNB. Agr. e-mail: vmontezumag02@hotmail.com



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

MORPHOLOGICAL CHARACTERIZATION OF 21 MUSACEAE ACCESSIONS COLLECTED IN THE NGÄBE-BUGLE REGION, PANAMA

ABSTRACT

In the Ngäbe-Buglé Comarca (CNB) there is a great diversity of *Musa* species, being one of the most important permanent crops for the food security of these communities. The aim of the study was to evaluate and preserve musacea cultivars collected in the CNB and to determine the phenotypic variability in 21 accessions through a morphological characterization and classifying it into groups. For the study, the standardized descriptors for banana and plantain were used. Data were analyzed using descriptive statistics, principal component analysis, and cluster analysis. Greater variability was found in the structures that make up the flower and the fruit, the quantitative descriptors being the most representative ($CV > 25\%$) and in the qualitative descriptors spots stand out at the base of the petiole, a structure that makes up the male bud, the position, appearance, color and flavor of the fruit. The principal component analysis explains a cumulative variability of 77% in the quantitative variables and 70.3% in the qualitative ones, determining a total of 29 variables (14 quantitative and 15 qualitative) with greater discriminating power (coefficient ≥ 0.60). The combined cluster analysis allowed the accessions to be grouped into four statistically different groups (MANOVA; $P < 0.0001$) and their phenotypic characteristics. Characters such as plant height, pseudostem aspect, blade width and length, male bud aspect, pulp color before and after ripening, fruit shape and length, and its flavor were the most discriminating variables they helped separate the groups.

Keywords: Edible clones, morphological descriptors, phenotypic diversity, genomic groups, phylogenetic resources.

INTRODUCCIÓN

El banano y plátano (*Musa* spp., grupos AAA y AAB) pertenecen a la familia Musáceas, que se divide en tres subfamilias. La subfamilia Musoidea, que está formada por dos géneros (*Ensete* y *Musa*), que es muy conocidos y difundido por todo el mundo; el género *Musa* está constituida por dos especies silvestre *Musa acuminata* (A) y *Musa balbisiana* (B), siendo esta la de mayor interés para la seguridad alimentaria, ya que por su naturaleza partenocárpica, incluye un gran número de clones comestibles (Rodríguez et al., 2006; Marcelino et al., 2012).



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

A nivel mundial las Musáceas comestible son una de las frutas tropicales más importante, ya que es el alimento básico para millones de personas de escasos recursos; además, se han convertido en el cuarto alimento de importancia a nivel mundial después del arroz, trigo y maíz (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2012; Brenes, 2017).

En Panamá, el banano y el plátano son parte integral de la canasta básica familiar del panameño, con un consumo per cápita de 35,65 kg, el segundo en América Latina y también, la segunda fuente de suministro de carbohidratos (22%), superado solamente por el arroz (Marcelino et al., 2012). La superficie sembrada de este rubro en el país durante 2017 fue de 16,740 ha⁻¹ de banano (35,8%) y plátano (64,2%), y en la comarca se registra el 17,31% explotaciones que incluían banano o guineo y 4,33% plátano, con relación a la explotación total nacional (Instituto Nacional de Estadística y Censo de la Contraloría General de la República de Panamá [INEC], 2011; Ministerio de Desarrollo Agropecuario [MIDA], 2018).

La diversidad de musáceas en la comarca Ngäbe-Buglé (CNB) ha jugado un papel importante en los sistemas de producción de la agricultura familiar esta fundamentalmente destinada para el autoconsumo, ventas en mercado locales y para la alimentación animal, lo que demuestra su importancia y valor nutricional, económica y social del cultivo para la familia (Lao y Samaniego, 1994; Autoridad Nacional del Ambiente - Agencia de Cooperación Técnica Alemana [ANAM-GTZ], 2003). Dicho esto, los productores tradicionalmente mantienen y conservar cultivares, seleccionando característica de interés y de mayor capacidad productiva dentro del agroecosistemas, para posteriormente convertirlo en componente central de los sistemas productivos en el proceso de transición agroecológica, contribuyendo así a la seguridad alimentaria y nutricional, y a la sostenibilidad del modo de vida de la comunidad indígena (López et al., 2008; Santamaría-Guerra y Gonzáles, 2015).

En los últimos años el Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá (IDIAP) ha dedicado grandes esfuerzos en coleccionar en las tres regiones de la CNB, materiales vegetales de importancia para la seguridad alimentaria y nutricional de la familia Ngäbe-Buglé. Materiales locales que posee un alto grado de diversidad genética y de suma



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

importancia para el productor debido a que estas accesiones de musáceas poseen propiedades nutraceuticas desde la perspectiva del productor; además, tienen la capacidad de resistir y recuperarse ante plagas y enfermedades, como a la variabilidad climática. Como resultado de las actividades de prospección de germoplasma vegetal, el IDIAP cuenta con un banco de germoplasma de musáceas con 31 accesiones (Instituto Internación de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaría de España [INIA], 2001; Torres et al., 2019).

Bajo el escenario descrito anteriormente resulta fundamental desarrollar esta investigación con el objetivo de valorar y conservar las accesiones de musáceas colectadas en la CNB y determinar a través de una caracterización morfológica, la variabilidad fenotípica que contribuye en la diferenciación de las accesiones y clasificarla en grupos. Información base que permitirá profundizar en la comprensión de la diversidad de musáceas que se encuentran en la CNB, para posteriormente se puedan realizar selecciones de accesiones promisorias como alternativas tecnológicas, en beneficio de la seguridad alimentaria y nutricional de la agricultura familiar Ngäbe-Buglé.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del área de estudio

Se desarrolló durante el periodo de marzo 2017 a diciembre 2019 en la localidad de Santa Marta, corregimiento de Tubuai, región Ño Kribo de la CNB en las coordenadas 9°03'28.35" latitud N y 82°18'44.13" longitud O a 35 msnm geográficamente situado en los límites con la provincia de Bocas del Toro.

Se basó en una caracterización morfoagronómica de 21 accesiones de musáceas que hace parte del banco de germoplasma del IDIAP de la CNB (Cuadro 1). Para la caracterización se emplearon los descriptores cualitativos y cuantitativos para *Musa* spp. y para la toma de datos se consideró los criterios plasmados por el Sistema de Descriptores Mínimos para el Banano y Plátano de la Red Internacional para el Mejoramiento del Banano y el Plátano, el Instituto Internacional de Recurso Filogenéticos y Centro de Cooperación Internacional en Investigación Agronómica para el Desarrollo (INIBAP-IPGRI-CIRAD, 1996), los datos se tomaron en tres plantas adyacentes entre sí por accesión según la metodología propuesta por Parra et al., 2009.



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Cuadro 1. Adiciones de la colección de musáceas del CIA-CNB empleadas en la caracterización morfoagronómica.

Región	Distrito	Localidad	Georeferenciación (UTM)	Nombre Común	Código	Sub grupo	Genoma
Kodiriri	Ñurum	Llano Ñopo	433150; 937746	Manzano	ACC2	Cavendish	AAB
Ñokribo	Gironday	Pueblo Mesa	377135; 979335	4 filo	ACC3	Pelipita	ABB
Nedrini	Nole Duima	Algarrobo	404398; 928633	Guineo-plátano	ACC4	Pelipita	ABB
Kodiriri	Ñurum	Cerro Papayo	434435; 937113	Manzano	ACC7	Cavendish	AAB
Ñokribo	Kankintù	Nueva Estrella	354930; 992262	Guineo	ACC8	Cavendish	AAA
Kodiriri	Muna	Sitio Prado	402541; 926568	Mesano	ACC9	Cavendish	AAB
Nedrini	Besiko	Hacha	390313; 922381	Guineo patriota	ACC10	Plantain	AAB
Ñokribo	Kankintù	Nueva Estrella	354930; 992262	Guineo Mora	ACC12	Cavendish	AAA
Nedrini	Mirono	Cerro Mesa	404526; 928538	Patriota	ACC13	Cavendish	AAB
Ñokribo	Gironday	Nueva Estrella	354930; 992262	S/N	ACC14	Pelipita	ABB
Nedrini	Mirono	Cerro Mesa	404526; 928538	Cuadrado blanco	ACC16	Pelipita	ABB
Nedrini	Mirono	Hato Pilón	404398; 928633	Manzano	ACC19	Cavendish	AAB
Nedrini	Mirono	Qda Chácara	402541; 926568	Cuadrado	ACC20	Pelipita	ABB
Nedrini	Besiko	Boca de Balsa	386308; 943107	Bota jota	ACC21	Plantain	ABB
Nedrini	Nole Duima	Alto Ratón	408473;945234	Banano	ACC23	Cavendish	AAA
Nedrini	Mirono	Cerro Mesa	404058; 926757	Bloo Taim	ACC24	Red	AAA
Ñokribo	Gironday	Pueblo Mesa	377135; 979335	Patriota	ACC26	Plantain	AAA
Nedrini	Nole Duima	Alto Ratón	408473;945234	Guineo Negro	ACC27	Cavendish	AAA
Ñokribo	Gironday	Barran Quilla	354930; 992262	Buchú (orito)	ACC29	Cavendish	AAA
Ñokribo	Kankintù	Norteño	355331; 996044	Buchú (orito)	ACC31	Cavendish	AAA
Ñokribo	Gironday	Nueva Estrella	354930; 992262	Guineo	ACC32	Cavendish	AAA



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Diseño experimental

Las 21 accesiones fueron establecidas bajo el diseño de parcela simple. El área experimental fue de 38 m x 23 m (874 m²) dividida en dos secciones. Cada accesión se sembró en surco de 8 m lineal, compuesta por cinco plantas como unidad experimental, a una distancia de 2 m entre plantas y 2,50 m entre accesiones. Al momento de la plantación en cada hoyo se aplicó lombricomposta a razón de 0,5 kg/plantas en la siembra y posteriormente una fertilización de 0,5 kg/plantas en la floración y fructificación; según las normas del manual del cultivo del Plátano en Panamá.

Análisis estadístico

Para las variables cuantitativas y cualitativas se realizaron análisis descriptivo: tabla de frecuencia, promedio, desviación estándar (DE), mínimo, máximo y coeficiente de variación (CV). Para este último fueron considerado indicadores de baja variabilidad ($CV \leq 25\%$) referido por (Franco e Hidalgo, 2003). Para conocer la variabilidad de los rasgos fenotípicas presente en las accesiones, los datos se sometieron a los análisis multivariados de acuerdo al procedimiento descrito por Franco e Hidalgo (2003) y Caicedo (2015), como el Análisis de Componentes Principales (ACP) para determinar los descriptores que mostraban mayor variabilidad. Se realizó el análisis de conglomerado combinado por el método de agrupamiento de Ward y distancia de similaridad de Gower. Este último incluyó solamente las variables cuantitativas y cualitativas con mayor poder discriminante de acuerdo con el ACP. Los análisis se realizaron con el programa InfoStat/versión 2020.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización morfológica de las accesiones

Las 21 accesiones evaluadas mostraron buen desarrollo fenológico a las de su sitio de origen. Los valores de tendencia central obtenidos de los descriptores cuantitativos en los que se aprecia poca variabilidad entre las accesiones en la fase vegetativa, ya que el coeficiente de variación no supera el 25% (Cuadro 2). Estos resultados coinciden con los obtenidos por Chipana (2017) y Pérez (2012) quienes señalan que en su gran mayoría estos caracteres tienen una alta heredabilidad y presenta poca variabilidad en esta etapa.



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Se detectaron en la etapa de inflorescencia y fructificación mayor variabilidad fenotípica en las siguientes variables: forma de la bráctea masculina (FBrM) (CV=44,75), el tamaño de la yema masculina (TYM) (CV=38,70), el peso del racimo (PR) (CV=50,82), seguido de la longitud del fruto (LF) (33,11), frutos totales (NFT) (CV=31,47) y levemente en el ancho de los márgenes del peciolo (AMPE) (CV=26,29) y número de frutos centrales (NFC) (CV=27,74).

Cuadro 2. Estadísticos descriptivos de la etapa vegetativa, floración y fructificación de datos cuantitativos de 21 accesiones de musáceas evaluadas.

Etapa	Variables		Estadísticos					
			n	Media	DE	CV	Mín	Máx
Vegetativa	Altura de la planta (cm)	AP	21	333,81	65,49	19,62	236,0	448,0
	Diámetro del pseudo tallo (cm)	DpsT	21	49,73	6,14	12,34	41,3	67,7
	Ancho de los márgenes del peciolo (cm)	AMPe	21	2,42	0,64	26,29	1,3	3,5
	Longitud de la lámina (cm)	LL	21	226,95	49,11	21,64	144,0	305,0
	Ancho de la lámina(cm)	AL	21	67,52	8,07	11,95	58,0	85,0
	Long. del peciolo (cm)	LPe	21	55,10	12,01	21,79	35,0	74,0
Floración	Long. del pedúnculo (cm)	LPed	21	51,06	10,26	20,09	36,0	74,0
	Diámetros de pedúnculo (cm)	Dped	21	13,37	3,20	23,95	6,5	19,0
	Tamaño de la yema masculina (cm)	TYM	21	16,14	6,25	38,70	8,0	30,0
	Forma de la Brácteas masculina (a*I)	FBrM	21	160,33	71,75	44,75	73,0	282,0
Fruto (cosecha)	Números de frutos centrales (dedos)	NFC	21	14,10	3,91	27,74	6,0	21,0
	Números de frutos (total de dedos)	NFT	21	97,00	30,52	31,47	51,0	162,0
	Long. de fruto (cm)	LF	21	13,95	4,62	33,11	8,6	25,4
	Diámetro de fruto (cm)	DF	21	12,63	2,11	16,69	9,8	16,9
	Long. Del pedicelo del fruto (cm)	LPeF	21	1,65	0,32	19,15	1,1	2,2
	Ancho del pedicelo del fruto (cm)	APeF	21	0,99	0,18	18,29	0,7	1,3
	Peso del racimo (kg)	PR	21	10,88	5,53	50,82	3,6	25,5
	Números de manos	NM	21	6,76	1,34	19,79	4,0	9,0

DE=desviación estándar; CV=coeficiente de variación; Min= mínimo; Max= máximo

En cuanto a los descriptores cualitativos, se observó que el 38% de la población muestra pocas manchas en la base del peciolo, el 43% presentan yema masculina de tipo



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

ovoide, el 57% con brácteas surcadas, colores variables en la flor masculina, por lo que el color crema es el que predomina en las estructuras de la flor (tépalo compuesto y el ovario); además, el 86% presenta forma recta del estilo y el 62% con tinte amarillo en el ápice de la bráctea. En la parte fructífera el 52% presenta una posición de fruto pendular vertical, de apariencia compacta y de color blanca a crema de la pulpa ante la madures y el 71% con raquis curvada.

Los resultados descriptivos corresponden a lo reportado por González et al. (2009); Hoyos et al. (2012); Gerónimo et al. (2013), quienes mencionan que mientras más bajo sea el coeficiente de variación en un conjunto de caracteres la variabilidad fenotípica será menor en un grupo de cultivares, variedades o accesiones. Además, señalan que se observa mayor variabilidad a partir de la floración y fructificación; debido a que estas características están muy relacionada a su conformación genética y a factores agroclimáticos.

Análisis de componentes principales (ACP)

En el ACP de los descriptores cuantitativos se muestra una variación acumulada de 77% en cuatro componentes (Cuadro 3), siendo el CP 1 que explica el 31,9%, el CP 2 el 20,8% y el CP 3 el 16,4% y el CP 4 el 7,8% de la varianza lo cual es suficiente para poder decir que existe una alta variabilidad entre las accesiones. En este análisis se consideraron los cuatros primeros componentes, siguiendo el criterio de Cliff (1987) y Caicedo (2015) que considera como aceptable los componentes cuyos valores propios expliquen un 70% o más de la varianza total (Instituto Internacional de Recurso Fitogenéticos [IPGRI], 2003).

Las variables que contribuyeron de manera positiva y negativa a la formación de cada componente principal se observan en el Cuadro 3. Para el CP 1, fueron el número de fruta centrales (NFC), longitud de peciolo (LPe), número de frutos totales (NFT), altura de la planta (AP), longitud de la lámina (LL) y el ancho de la lámina (AL). Para el CP 2 fueron las variables el ancho de los márgenes del peciolo (AMPe), diámetro de pedúnculo (DPed), diámetro fruto (DF) y peso del racimo (PR). Para el CP 3 contribuyeron el número de mano (NM), forma de la bráctea masculina (FBrM), tamaño de yema masculina (TYM). Por último, para el CP 4 la longitud del fruto (LF).



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Cuadro 3. Análisis de componente principales de los descriptores cuantitativos.

Componentes	CP 1	CP 2	CP 3	CP 4
Autovalores	5,74	3,75	2,95	1,41
Porcentaje del componente	31,9	20,9	16,4	7,8
Porcentaje acumulado	31,9	52,7	69,2	77

Variables	COMPONENTES PRINCIPALES			
	CP 1	CP 2	CP 3	CP 4
AP (cm)	0,7932	-0,0666	0,0251	-0,2079
DpsT (cm)	-0,3970	0,4504	0,1913	0,2919
AMPe (cm)	-0,0364	0,7048	-0,4812	0,2203
LL (cm)	0,7266	0,4890	0,2888	-0,0028
AL (cm)	-0,6472	0,4154	0,0436	0,3720
LPe (cm)	0,8750	0,2337	0,1074	0,0270
LPed (cm)	0,1462	0,5657	0,1495	-0,2388
Dped (cm)	-0,0648	0,7058	0,0703	0,1157
TYM (cm)	-0,2281	-0,4528	0,7640	-0,0822
FBrM (a*i)	-0,3152	-0,1812	0,8480	-0,0825
NFC	0,8912	0,2717	0,0188	-0,1082
NFT	0,8401	0,1211	0,0808	0,4181
LF (cm)	-0,3979	-0,4517	-0,0688	0,7445
DF (cm)	-0,6383	0,6616	-0,0775	-0,2192
LPeF (cm)	0,5342	0,4688	0,3490	0,3865
APeF (cm)	-0,5866	0,3334	0,4507	-0,0620
PR (kg)	-0,5165	0,6715	0,3554	-0,2025
NM	0,3225	-0,1253	0,8907	0,1851

Las 21 accesiones sobre el primer y segundo componente, mostraron una alta dispersión (Figura 1). Esto se debe a la vinculación que existe en las variables en el CP 1 como altura de la planta (AP), longitud de la lámina (LL), longitud de peciolo (LPe), número de frutos centrales (NFC), frutos totales (NFT) y el CP 2 con el diámetro de pedúnculo (Dped), diámetro del fruto (DF) y peso de racimo (PR). Es posible que esta gran variación se debe al grupo genómicos (AAA, AAB y ABB) a la que pertenecen y al área geográfica en la que fueron colectados. Esto último lo confirman Díaz et al. (2011) y Ali (2014) que evidencian la interacción genotipo – ambiente que existe en un grupo genómico de accesiones de musáceas. Por otro lado, las variables diámetro del fruto (DF), peso de racimo (PR), número de mano (NM) longitud de fruto y tamaño de la yema masculina (TYM) fueron la de mayor contribución, por estar más distante del origen.



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

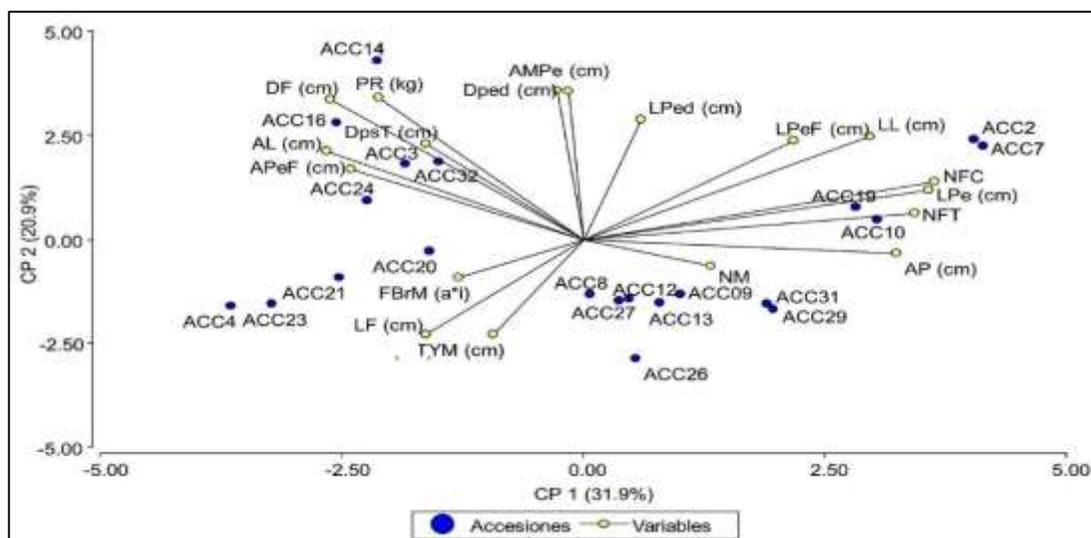


Figura 1. Distribución gráfica de las accesiones y variables según el ACP basada en los descriptores cuantitativos analizadas.

En el ACP de los descriptores cualitativos (Cuadro 4) constituido por cinco componentes que explican el 70,3% de la variabilidad total.

El CP 1 explica el 19,9% de la variación. Las variables que más contribuyeron de manera positiva y negativa según los coeficientes sobre el componente están asociadas principalmente a la estructura que componen la yema masculina y fruto como: aspecto de la yema, forma del estilo, color dominante de la flor masculina, presencia de cera en la bráctea, forma del racimo, posición del fruto, color de la pulpa antes de la madures y sabor predominante.

El CP 2 contribuyó con 17,4% de la varianza total y que está asociado a parte foliar, brácteas y racimo se encuentra las variables que contribuyeron de manera positiva la apariencia y posición del racimo, comportamiento de las brácteas antes de caer; por el lado, negativo resaltan las variables margen y canal de peciolo de la hoja N°3.

El CP 3 con 13,5% de la variación total, sobresalen de manera positiva la mancha de la base del peciolo y de manera negativa se encuentra la pigmentación del estilo, forma del ovario y color de la pulpa a la madurez. El CP 4 con 10,7% muestra de manera negativa el borde de los márgenes del peciolo y el CP 5 con 8,6% resalta la fusión del pedicelo del fruto de manera positiva.



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Cuadro 4. Análisis de los componentes principales de los descriptores cualitativos.

Componentes	CP 1	CP 2	CP 3	CP 4	CP 5
Autovalores	5,6	4,9	3,8	3,0	2,4
% del componente	19,9	17,4	13,6	10,7	8,6
% acumulado	20,0	37,3	51,0	61,7	70,3

Variables	COMPONENTES PRINCIPALES				
	CP 1	CP 2	CP 3	CP 4	CP 5
Canal del pecíolo de la hoja N° 3 (CaPeH3)	-0,425	-0,589	0,405	-0,316	0,314
Márgenes del pecíolo (MaPe)	-0,470	-0,662	-0,149	-0,055	0,308
Forma de la base de la lámina (FBL)	0,530	0,196	0,312	-0,102	0,169
Borde de los márgenes del pecíolo (BMP)	-0,018	-0,277	0,075	0,669	-0,445
Aspecto de las alas (AA)	-0,489	-0,464	0,254	0,247	0,322
Manchas en la base del pecíolo (MBPe)	0,155	0,078	0,732	-0,600	0,006
Aspecto de la yema masculina (AYM)	-0,595	-0,197	-0,517	0,016	-0,194
Color de la cara interna brácteas (CCInBr)	0,487	-0,258	-0,234	0,419	0,575
Forma del estilo (FEs)	0,824	-0,398	-0,004	0,020	0,208
Color dominante de la flor masculina (CDFM)	0,592	-0,395	-0,104	0,353	0,444
Color del ápice de las brácteas (CABr)	-0,356	-0,104	0,491	0,384	0,099
Comportamiento de las brácteas antes de caer (CBrAC)	-0,103	0,795	-0,162	0,205	0,152
Pigmentación del estilo (PgE)	-0,263	-0,027	-0,685	0,263	-0,302
Forma del ovario (FO)	0,242	-0,273	-0,643	-0,337	-0,073
Presencia de cera brácteas. (PCBr)	-0,618	0,108	-0,335	0,138	0,565
Presencia de surco brácteas (PSBr)	0,453	-0,428	-0,358	0,032	0,067
Excreción del estilo (ExE)	0,387	0,354	-0,505	-0,239	-0,328
Color del pedúnculo. (Cped)	0,531	-0,302	0,225	0,109	-0,206
Posición del racimo (PR)	-0,119	0,861	-0,188	0,076	0,164
Forma del racimo (FR)	-0,582	0,110	-0,142	-0,456	0,136
Apariencia del racimo (AR)	0,131	0,737	-0,130	0,382	0,126
Posición fruto (PF)	-0,579	-0,472	-0,109	-0,042	-0,199
Forma del fruto (FF)	0,023	0,536	0,412	0,501	-0,053
Fusión del pedicelo del fruto (F-PedF)	-0,095	0,442	-0,152	-0,428	0,650
Color de la cascara inmaduro (CCI)	0,182	-0,072	0,461	-0,269	-0,343
Color de la pulpa antes de la madures (CPAM)	0,705	-0,298	-0,148	0,240	0,133
Color de la pulpa a la madurez (CPM)	0,186	-0,239	-0,616	-0,301	-0,102
Sabor predominante (SP)	0,676	0,211	-0,082	-0,493	0,104



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

La relación entre las variables (Figura 2), permite separar las accesiones entre sí. Las variables que permitieron detectar dicha variación para el caso del CP 1 fueron: forma del estilo (FEs), color dominante de la flor masculina (CDFM), color de la pulpa antes de la madurez (CPAM), y en el CP 2 se señalan el comportamiento de las brácteas antes de caer (CBrAC), forma del fruto (FF), y la apariencia del racimo (AR). Resultado de hacer énfasis en la estructura floral y frutos. Por otro lado, las variables de mayor contribución, por estar más distantes del origen resultaron ser: márgenes del peciolo (MaPe), posición del racimo (PR), aspecto de la yema masculina (AYM) y sabor predominante del fruto maduro (SP).

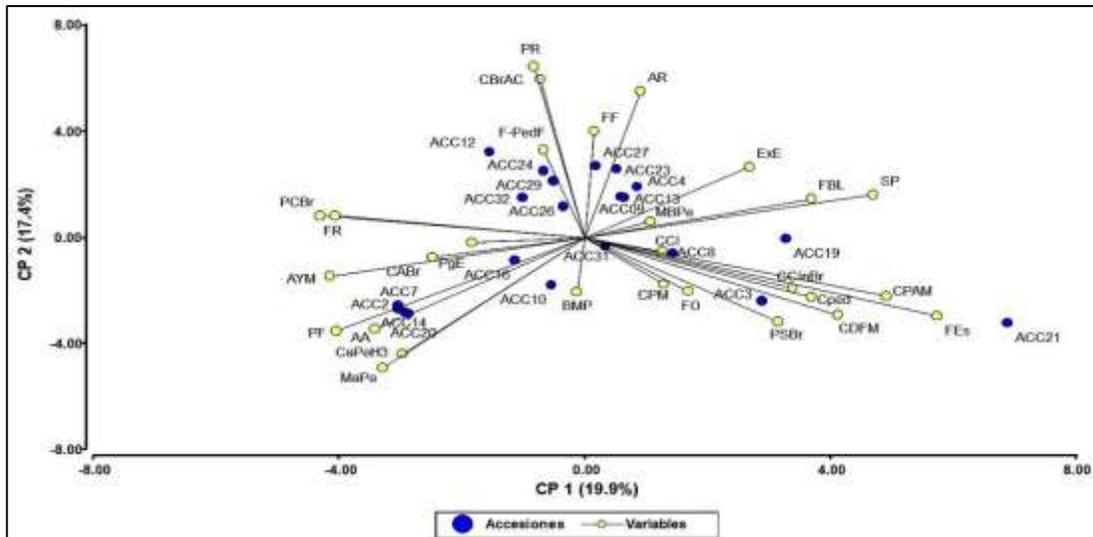


Figura 2. Distribución gráfica de las accesiones y variables según el ACP basada en los descriptores cualitativos analizadas.

Análisis de conglomerado jerárquico

El análisis de conglomerado combinado por el método Ward y la distancia Gower considerando las variables con coeficiente $\geq 0,60$ en el ACP (14 variables cuantitativas y 15 variables cualitativas) agrupa a las accesiones evaluadas en cuatro grupos estadísticamente diferentes (MANOVA; $P < 0,0001$) con su respectivo subgrupo como se observa en el Dendograma (Figura 3). Resultados que coinciden con estudios similares de González et al. (2009); Navia (2015); Chipana (2017) que, a partir de los ACP, definieron 29 descriptores (entre 8 a 14 cuantitativos y 17 cualitativos) que fueron capaces de aportar a la diferenciación y conformar grupos.



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

El grupo 3 con el 33% de la población es la que contiene el mayor número de accesiones (siete), que a su vez se subdividen en tres subgrupos. Agrupa accesiones colectadas en la región Nedrini y Ño kribo con aspecto del pseudotallo entre débil-normal, de pocas manchas en la base del peciolo, de un tamaño de la yema masculina de 18 cm, un diámetro de fruto intermedio 12,45 cm, con forma del fruto recto-curvo poco marcada, con cinco manos por racimo. Seguido el grupo 1 con 28% de la población (seis accesiones) y compuesta por dos subgrupos. Lo integra las accesiones colectadas en la región de Nedrini y Kodriri con la mayor longitud de la lámina (≥ 261 cm), con pigmentación extensa en la base de peciolo, de menor diámetro del fruto (10,8 cm) y siete manos por racimo.

El grupo 2 y 4 con el 19% de la población y dividida en dos subgrupos están constituidos en ambos casos por el menor número de accesiones (Cuadro 5). Por otro lado, el análisis resaltó la estrecha similitud entre el grupo 2 con el grupo 4, pudiendo tratarse de accesiones muy cercanas.

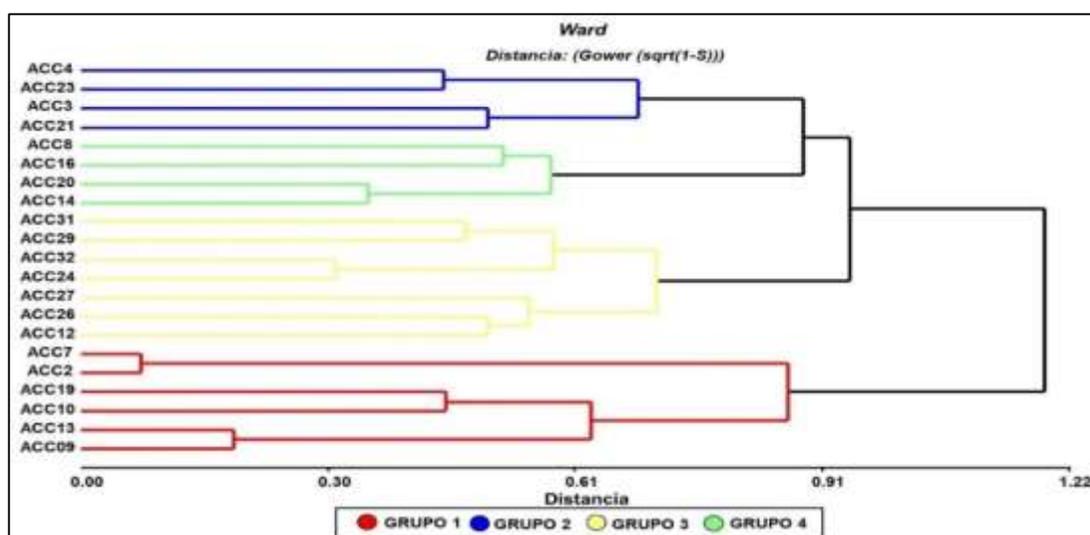


Figura 3. Análisis de conglomerado jerárquico de las variables cuantitativas y cualitativas usando el método de Ward y el coeficiente de similitud de Gower.

El grupo 2 con el grupo 4 encierran características morfológicas semejantes en los caracteres ancho de la lámina, forma de las brácteas, posición del racimo, número de fruto centrales, total de fruto y diámetro del fruto. En general, los grupos difieren en la altura de la planta, aspecto de pseudotallo, aspecto de la yema masculina, color de la pulpa antes y después de la madures, forma y longitud del fruto y su sabor (Cuadro 5).



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Cuadro 5. Descripción cuantitativa y cualitativa que caracteriza a los conglomerados (grupos) formados.

Características	Conglomerados			
	Grupo 1 6 accesiones	Grupo 2 4 accesiones	Grupo 3 7 accesiones	Grupo 4 4 accesiones
Altura de la planta (cm)	370,83	244,25	360,71	320,75
Aspecto de pseudotallo	Normal	Normal	Débil-normal	Robusto
Longitud de la lámina (cm)	≥ 261	≤ 170	221-260	221-260
Ancho de la lámina (cm)	≤ 70	71-80	≤ 70	71-80
Canal del pecíolo de las hojas III	Abierto con márgenes rectos y retorcidos hacia el interior	Abierto con márgenes alados	Abierto con márgenes rectos	Estrecho con márgenes rectos
Márgenes del pecíolo	Alado y ondulado	Alado y no estrechado	Alado-ondulado y no estrechado	No alado y estrechado
Manchas en la base del pecíolo	Pigmentación extensa	Pequeñas	Pocas	Pocas
Tamaño de la yema masculina (cm)	14,17	12	18	16
Forma de la bráctea masculina	0,28 < x/y < 0,30	> 0,30	< 0,28	> 0,30
Aspecto de la yema masculina	Intermedia	Trompo	Intermedio	Ovoide
Color de la cara Interna bráctea	Amarillo	Rosado malva	Rosado malva	Rosado malva
Presencia de surco bráctea	Poco surco	Muy surcada	Surcada	Surcada
Pigmentación del tépalo compuesto	Poco	Sin pigmento	Salpicada	Presencia de color rosado
Forma del estilo	Con una curva en la base	Con una curva bajo el estigma	Recto	Recto
Color básico del ovario	Crema-verde	Crema	Crema	Crema-amarillo
Forma del ovario	Recto	Arqueado	Recto	Arqueado
Posición del racimo	Pendular vertical	Pendular vertical	Oblicuo a 45°	Pendular vertical
Apariencia del racimo	Compacto	Flojo	Muy compacto	Compacto
Número de frutos central	≥ 17	≤ 12	13-16	≤ 12
Frutos totales	135	78	87	76
Longitud del fruto (cm)	≤ 15	16-20	≤ 15	≤ 15
Diámetro del fruto (cm)	10,83	14,18	12,45	14,33
Forma del fruto	Recto poco marcado	Rectos en la parte distal	Recto-curvo poco marcada	Rectos en la parte distal
Ancho del pedicelo del fruto (mm)	5 a 10	5 a 10	≤ 5	≥ 10
Color de la pulpa antes de la madurez	Blanco	Crema	Blanco-crema	Blanco-crema
Color de la pulpa a la madurez	Blanco-crema	Crema-amarillo	Crema-amarillo	Blanco-crema amarillito-anaranjado
Peso del racimo (kg)	8,38	10,36	6,13	18,02
Número de mano	7	6	5	8
Sabor predominante	Astringente-suave	Dulce-ácido	Dulce-suave	Dulce-suave



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

La diferenciación entre los grupos se debe probablemente a los atributos morfológicos característicos de los grupos genotípicos (banano, guineo y plátano). En efecto una caracterización de esta naturaleza constituye una principal herramienta para clasificar cultivares o variedades de bananos y plátanos diferenciándolos según Rodríguez et al. (2006); González et al. (2009); González et al. (2011); Ticona y Condori (2018).

CONCLUSIONES

- Bajo las condiciones edafoclimática de este experimento fue posible distinguir variabilidades fenotípicas en las 21 accesiones de musáceas estudiadas con 29 descriptores morfoagronómicos empleados.
- A partir del ACP, 14 descriptores cuantitativos, manifestó el 77% de la variabilidad explicada por cuatro componentes principales y 15 descriptores cualitativos constituido por cinco componentes explicaron el 70,3% de la variabilidad total. Estos descriptores permitieron diferenciar y agrupar las accesiones en cuatro grupos.
- Los descriptores cualitativo y cuantitativo con mayor capacidad discriminante y que contribuyeron a la separación de los grupos fueron la forma y tamaño de la yema masculina, pigmentación del tépalo compuesto, longitud y diámetro de fruto, peso y apariencia del racimo, número de mano, frutos centrales y totales, color de la cascara inmaduro, caracteres observados y diferenciado en todas las accesiones.
- Los materiales en estudio y caracterizados son aptos para el consumo en general. Se pudo apreciar que el grupo dos compuesto por cuatro accesiones (cuatro filos, guineo-plátano, bota jota y banano) y el grupo 4 con siete accesiones (guineo moro, bloo taim, patriota, guineo negro, bucho y guineo) se encontraron diferencias importantes en cuanto al rasgo agronómico favorable tanto en el rendimiento como su sabor. Estos grupos presentaron, por ejemplo, el color de la pulpa del fruto tonalidades crema-amarillo y amarillo-anaranjado.



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

RECOMENDACIONES

- Ampliar el estudio en el campo molecular y agronómica de las accesiones para la determinación del grupo a la que pertenece (banano o plátano).
- Realizar una caracterización nutricional de cada accesión, ya que estas inciden en la seguridad alimentaria de las comunidades Ngäbe-Buglé.

REFERENCIAS

Ali, C. G. (2014). Caracterización morfológica de guineo y plátanos, en San Pablo y Primavera. Beni-Bolivia. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Beni José Ballivián, Trinidad, Bolivia. *Agrociencias Amazonia*, (4), 28-36.

Autoridad Nacional del Ambiente - Agencia de Cooperación Técnica Alemana. (2003). Proyecto Agroforestal Ngöbe. La agricultura de los Ngöbes, PA. tomo IV, 120p.

Brenes, G. S. (2017). Parámetros de producción y calidad de los cultivos de banano FHIA-17, FHIA-25 y Yangambi. *Agron Mesoam.*, 28 (3), 719-733. http://www.mag.go.cr/rev_meso/v28n03_719.pdf

Caicedo, A. A. (2015). Caracterización y evaluación morfológica, física y química de introducciones del banco de germoplasma de musáceas en el Centro de Investigación Corpoica Palmira. Facultad de Ciencia Agropecuaria. Universidad Nacional de Colombia. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/58986>

Chipana, C. M. (2017). Caracterización agromorfológica de seis variedades del género Musa en la estación experimental de Sapecho, Alto Beni – La Paz. Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés. La Paz-Bolivia. 112 p. <https://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/15250>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2012). Dirección de Estadística - FAOSTAT. Sobre la productividad, área sembrada y



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

rendimiento de banano y plátano en Latinoamérica y el Caribe.
<https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL>

Franco, T. L., e Hidalgo, R. (eds.). (2003). Análisis Estadístico de Datos de Caracterización Morfológica de Recursos Fitogenéticos. Boletín técnico no. 8, Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI), Cali, Colombia 89 p.

Gerónimo, F. G., Ibarra, Q. R., Navia, M., y Aguirre, G. (2013). Caracterización Morfológica de Plátano (*Musa paradisiaca* L.) en la Provincia de Nor Yungas de la Paz y Provincia Chapare de Cochabamba, Bolivia. Laboratorio de Biotecnología Vegetal, Facultad de Ciencias Agrícolas, Pecuarias, Forestales y Veterinaria. Universidad Mayor de San Simón. *Agrociencias Amazonia*, 1(2): 35-41

González, D. L., Ramírez, P. T., Molina, C. O., Rodríguez, M. S., y Mollineda, H. (2011). Diferenciación genética y formación de grupos taxonómicos en genotipos diploides del género *Musa*. Instituto de Investigación en Viandas Tropicales (INIVIT), *Agrisost*, 17(2), 62-73. <https://revistas.reduc.edu.cu/index.php/agrisost/article/view/357>

González, L., Ramírez, T., Rodríguez, S., Román, M., Hernández, M., Beovides, Y., Gálvez, J., y Álvarez, E. (2009). Características morfo-agronómicas de genotipos de plátanos (*Musa* spp.) pertenecientes al banco de Germoplasma del INIVIT. Instituto de Investigación en Viandas Tropicales (INIVIT), *Revista Centro Agrícola*, 36(2), 31-39.

Hoyos, J., Jaramillo, P., Giraldo, A., Dufour, D., Sánchez, T., y Lucas, J. (2012). Caracterización física, Morfología y evolución de las curvas de emplastamiento de musáceas (*Musa* spp.). Facultad de Ciencias Agroindustriales, *Programa de Ingeniería de Alimentos-Colombia*, 61(3), 214-229.

Instituto Nacional de Estadística y Censo de la Contraloría General de la República de Panamá. (2011). VII Censo Nacional Agropecuario.



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Instituto Internación de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaría de España. (2001). Planificación de una colecta de germoplasma (ficha).

Instituto Internacional de Recurso Fitogenéticos. (2003). Análisis Estadístico de Datos de Caracterización Morfológica de Recursos Fitogenéticos. Boletín técnico número 8, 94 p.

Lao, E., y Samaniego, G. (1994). Agroforestería Ngöbere: Estudio de sistemas tradicional, Remedio, San Félix, San Lorenzo. Proyecto Agroforestal Ngöbe. INRENERA-GTZ. Documento Ngöbe. San Félix, PA. Tomo 10, 120 p.

López, G. P., Gonzales G. J., Soriano, N. J., y Lamarillo, N. J. (2008). Recurso genético de interés agroecológico en Andalucía. Red Andaluza de semilla "Cultivando Biodiversidad". Secretaria General Técnicas ES. 351 p.

https://www.juntadeandalucia.es/opencms/opencms/system/bodies/contenidos/publicaciones/pubcap/2008/pubcap_2669/Recursos_genxticos_de_interxs_agroecolxqic_o_en_Andalucxa.pdf

Red Internacional para el Mejoramiento del Banano y Plátano; Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos; Centro de Cooperación Internacional en Investigación Agronómica para el Desarrollo. (1996). Descriptores para el Banano (*Musa* spp). Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos 55 p.

https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/72800/Descriptores_Banano_326_ES.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Rodríguez, M. A., Rodríguez, N. A., Fundora, M. Z., Rodríguez, M. A., y Bello, LI. R. (2006). Caracterización de clones da bananos y plátano *Musa* spp. (Musaceas). Instituto de Investigación Fundamentales en Agricultura Tropical (INIFAT) y el Instituto de Investigación en Pasto y Forrajes (IIPF). *Revista de Jardín Botánico Nacional-Universidad de la Habana-Cuba*.

https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/72800/Descriptores_Banano_326_ES.pdf?sequence=1&isAllowed=y



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

- Marcelino, L., González, V., y Ríos, D. (2012). El Cultivo de Plátano (*Musa paradisiaca* L.) en Panamá. Manual Técnico. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP). 48 p.
- Ministerio de Desarrollo Agropecuario. (2018). Información General Año 2017-2018 de la Dirección de Agricultura-Unidad de Planificación. 57 p.
- Navia, M. (2015). Caracterización morfológica de cultivares recolectados de Banano y Plátano. Proyecto de recuperación de saberes locales y recolección de cultivares de banano y plátano para su caracterización morfológica y multiplicación *in vitro*, PIA ACC UMSS O8. Facultad de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y Forestales - Universitario del Valle del Sacta, Bolivia. 57 p.
- Parra, J. O., Cayón, G. D., y Polanía, J. (2009). Descriptores morfológica de materiales de plátano (*Musa* AAB, ABB) y banano (*Musa* AAA) cultivados en San Andrés Isla. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Bogotá y Medellín-Colombia. *Acta Agronómica*, 58(4), 292-298.
- Pérez, V. E. (2012). Repuesta de nueves cultivares de musáceas en la etapa vegetativa a cuatro niveles de sombra agroforestal. Centro de Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba, Costa Rica, 83 p.
- Santamaría, G. J., y González D., G. (2015). La agroecología en Panamá: su contribución a la sostenibilidad de modos de vida y a la persistencia de la agricultura familiar. *Agroecología*, 10(2), 29-38.
- Ticona, A. J., y Condori, Ch. M. (2018). Caracterización agromofológica de seis variedades del género *musa* en la Estación Experimental de Sapecho, Alto Beni-La Paz. Facultad de Agronomía. Universidad Mayor de San Andrés-Bolivia. *Revista de la Carrera de Ingeniería Agronómica-UMSA*, *apthapi*, 4(2), 1063-1072. http://revistasbolivianas.umsa.bo/pdf/apt/v4n2/v4n2_a02.pdf



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Torres, V. L., Santamaría, G. L., Acosta, A., Mariano, I., Jiménez, B., Caito, V., Santo, U., y Montezuma, V. (2019). Conservación de la biodiversidad vegetal de los agroecosistemas y sistemas naturales de la comarca Ngäbe Buglé-Panamá. Investigación e Innovación de Recurso Genéticos y Biodiversidad. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP). p. 13

AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen a los productores de la Comarca Ngäbe-Buglé por brindarnos sus semillas de musáceas, que nos permitió realizar el estudio de caracterización morfológica. Además, al productor colaborado Oberto Baker, que facilitó su finca para realizar el estudio. Al Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá (IDIAP) por el financiamiento y apoyo logístico institucional en el marco del Proyecto de Investigación e Innovación en Conservación de la biodiversidad vegetal de los agroecosistemas y sistemas naturales de la CNB.



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)