



## Caracterización agromorfológica de seis variedades del género *musa* en la Estación Experimental de Sapecho, Alto Beni - La Paz

### Characterization agromorfológica of six varieties of the genus *musa* at the Station Experimental de Sapecho Alto Beni-La Paz

*Johnny Ticona Aliaga y Misael Condori Chipana*

**RESUMEN:**

En la región del Alto Beni existen una diversidad de variedades del género *Musa*, algunas muy comerciales que son cultivadas en grandes superficies (ha) y otras simplemente para consumo como fruta exótica cultivadas en el patio de la casa, pocas plantas asociadas con otras plantaciones, específicamente de estas variedades no se encuentran investigaciones o registros en la región. En este trabajo se realizó la caracterización de seis variedades establecidas en la Estación Experimental de Sapecho – UMSA, con vistas a determinar la variabilidad fenotípica y el comportamiento agronómico. Para la caracterización se utilizó los descriptores de banano (*Musa* ss.) del Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI, 1996). Realizando el análisis multivariado se pudo apreciar variabilidad en las variedades caracterizadas, formando tres grupos: grupo 1, Guayaquil, manzano amarillo y manzano rojo; grupo 2, sedita e isla y grupo 3, motakusillo.

**PALABRAS CLAVE:**

Género *Musa*, caracterización, descriptores, variedades, fenotípica.

**ABSTRACT:**

In the Alto Beni region there are a variety of varieties of the genus *Musa*, some very commercial that are cultivated in large areas (ha) and others simply for consumption as exotic fruit grown in the courtyard of the house, few plants associated with other plantations, specifically of these varieties there are no investigations or records in the region. In this work, the six varieties established in the Sapecho Experimental Station - UMSA were characterized, with a view to determining phenotypic variability and agronomic behavior. For the characterization, the banana descriptors (*Musa* ss.) of the International Institute of Plant Genetic Resources (IPGRI, 1996) were used. By performing the multivariate analysis it was possible to appreciate variability in the characterized varieties, forming three groups: group 1, Guayaquil, yellow apple tree and red apple tree; group 2, sedita and island and group 3, motakusillo.

**KEYWORDS:**

Genus *musa*, characterization, descriptors, varieties, phenotypic.

**AUTORES:**

**Johnny Ticona Aliaga:** Docente - Investigador Estación Experimental de Sapecho. Facultad de Agronomía. Universidad Mayor de San Andrés. [johnnyticon@gmail.com](mailto:johnnyticon@gmail.com)

**Misael Condori Chipana:** Investigador. Estación Experimental de Sapecho. Facultad de Agronomía. Universidad Mayor de San Andrés. [cchipmisa@gmail.com](mailto:cchipmisa@gmail.com)

**Recibido:** 15/05/2018. **Aprobado:** 31/07/2018.



## INTRODUCCIÓN

En la región de Alto Beni, fueron introducidos una diversidad de material vegetal (especies frutales), específicamente a la Estación Experimental de Sapecho, donde estuvieron diferentes instituciones a cargo de la investigación y expansión de los mismos. Hoy en día en manos de la Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía, que va desarrollando investigaciones que sin duda ayudan al productor.

Este es el caso del cultivo de banano y plátano donde muchos fueron introducidos para mejorar la producción, de las cuales algunas han sido sujetas a investigación y otras variedades abandonadas en su momento, hasta el día de hoy no se encuentran

registros que muestren las características de estos individuos.

Bajo este contexto el presente trabajo propone realizar un estudio detallado de la caracterización agronómica y morfológicamente de seis variedades del género *musa* que permita a los técnicos e investigadores tener elementos más claros a cerca de las variedades que se encuentran en esta área, para que posteriormente se puedan realizar selecciones y ser alternativas de producción en la región

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se basó en el estudio de la caracterización agromorfológica de seis variedades del género *Musa* (*Musa spp*).

Los materiales encontrados en la parcela formadas por ocho plantas cada una, plantadas a una distancia de 5m x 5m. Las evaluaciones se realizaron en tres plantas por cada accesión.

Tabla 1. Variedades del género *Musa* (*Musa spp*).

N°	VARIEDAD SINONIMIA LOCAL	ABREV.	GRUPO GENÓMICO
1	Guayaquil	G	AAA
2	Manzano Amarillo	MA	AAA
3	Manzano Rojo	MR	AAA
4	Motakusillo	M	AA
5	Sedita	S	AAA
6	Isla	I	AAB

En la caracterización agromorfológica de las variedades se utilizó los descriptores del Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI,

1996). Para la misma se analizaron tres plantas de cada una de las accesiones en estudio.

Se realizó la evaluación de 109 descriptores cualitativos y 17 descriptores cuantitativos, a partir del estudio del comportamiento de cada una de las variables y en cuenta los criterios de Varela, (1998), de excluir del análisis final aquellos caracteres que no ofrecen diferencias entre los individuos.

Se procesaron estadísticamente 47 descriptores cualitativos y 17 descriptores cuantitativos. Para el estudio de las variables se empleó un análisis de correlaciones con variables cuantitativas, análisis de componentes principales (variables cuantitativas y cualitativas) para determinar los descriptores que mostraban mayor variabilidad, a partir de la matriz de correlaciones.

## RESULTADOS

### Análisis de correlación

En el análisis de correlación para las variables cuantitativas se observa los siguientes resultados:

Tabla 2. Matriz correlaciones entre variables cuantitativas.

Columna1	LP (m)	AMP (cm)	LL (cm)	AL (cm)	LPE (cm)	LPD (cm)	DPD (cm)	TYM (cm)	LFR (cm)	LPFR (mm)	APFR (mm)	EC (mm)	LRC (cm)	PSRC (Kg/Pl)	NM	NFR/M	DFR (cm)
LP (m)	1																
AMP (cm)	0,77	1															
LL (cm)	0,98	0,82	1														
AL (cm)	0,93	0,78	0,96	1													
LPE (cm)	0,93	0,83	0,98	0,97	1												
LPD (cm)	-0,48	-0,56	-0,58	-0,48	-0,62	1											
DPD (cm)	0,72	0,75	0,81	0,90	0,89	-0,65	1										
TYM (cm)	-0,03	0,26	0,10	0,33	0,27	-0,28	0,66	1									
LFR (cm)	0,60	0,63	0,65	0,78	0,68	-0,53	0,90	0,67	1								
LPFR (mm)	0,70	0,71	0,78	0,91	0,85	-0,55	0,99	0,68	0,93	1							
APFR (mm)	0,58	0,86	0,65	0,74	0,71	-0,55	0,86	0,64	0,89	0,87	1						
EC (mm)	0,70	0,55	0,77	0,76	0,83	-0,32	0,62	0,14	0,25	0,57	0,32	1					
LRC (cm)	0,65	0,73	0,67	0,75	0,67	-0,52	0,83	0,51	0,96	0,86	0,92	0,17	1				
PSRC (Kg/Pl)	0,72	0,83	0,80	0,90	0,86	-0,54	0,97	0,65	0,91	0,98	0,94	0,57	0,88	1			
NM	0,51	0,61	0,52	0,57	0,50	-0,60	0,69	0,42	0,89	0,70	0,82	-0,06	0,95	0,72	1		
NFR/M	0,76	0,63	0,72	0,64	0,61	-0,58	0,56	-0,05	0,69	0,56	0,61	0,11	0,81	0,58	0,85	1	
DFR (cm)	0,42	0,56	0,54	0,70	0,68	-0,23	0,79	0,73	0,57	0,79	0,64	0,74	0,43	0,79	0,19	-0,02	1



Correlaciones apreciables positivas se determinan entre las variables:

LL entre LP con un valor de  $r=0,98$ , AL entre LP con un valor  $r=0,93$ , AL y LL ( $r=0,96$ ), LPE y LP ( $r=0,93$ ), LPE y LL ( $r=0,98$ ), LPE y AL ( $r=0,97$ ), LFR y LL ( $r=0,65$ ), LFR y AL ( $r=0,78$ ), LRC y LFR ( $r=0,96$ ), LRC y DPD ( $r=0,83$ ), PSRC y LFR ( $r=0,91$ ), PSRC y LRC ( $r=0,88$ ), NM y LR ( $r=0,95$ ), NFR/M y LR ( $r=0,81$ ) y DFR con PSRC ( $r=0,79$ ), por otro lado se aprecia correlación alta negativa entre DPD y LPD ( $r= - 0,65$ ), NM y LPD ( $r= - 0,60$ ) y APFR con LPD ( $r= - 0,55$ ).

Estas correlaciones positivas, implican cambios proporcionales entre las variables, así por ejemplo, el número de manos (NM) presenta relación directamente proporcional con la longitud del racimo (LR), un aumento de número de manos se traducirá en un incremento proporcional con la longitud del racimo.

También la correlación negativa de diámetro del pedúnculo (DPD) tiene relación inversamente proporcional con la longitud del pedúnculo (LPD), es así que el aumento del diámetro del pedúnculo se traducirá en una reducción de la longitud del pedúnculo.

### Análisis de componentes principales.

En el análisis de componentes principales para las variables cuantitativas se observa que con dos componentes se explica el 82% de la variación total.

Tabla 3. Valores propios y porcentajes de varianza

Componentes Principales	Auto Valor ( $\lambda$ )	Proporción	Proporción Acumulada
CP1	11,75	0,69	0,69
CP2	2,17	0,13	0,82
CP3	2	0,12	0,94
CP4	0,65	0,04	0,98

Variables	CP 1	CP 2
LP (m)	0,83	0,31
AMP (cm)	0,86	0,09
LL (cm)	0,89	0,33
AL (cm)	0,94	0,26
LPE (cm)	0,92	0,35
LPD (cm)	-0,64	0,14
DPD (cm)	0,97	0,02
TYM (cm)	0,51	-0,28
LFR (cm)	0,9	-0,37
LPFR (mm)	0,96	-0,02
APFR (mm)	0,9	-0,27
EC (mm)	0,6	0,79
LRC(cm)	0,89	-0,43
PSRC (Kg/Pl)	0,98	-0,02
NM/R	0,76	-0,63
NFR/M	0,7	-0,34
DFR (cm)	0,69	0,37

El análisis de componentes principales, muestra una variación acumulada de 82% en los dos primeros componentes principales, relación que se observa en el plano generado por los primeros dos componentes principales.

En el primer componente principal CP1, las variables que aportaron con contribuciones positivas a la caracterización son: longitud del pseudotallo, ancho de las márgenes del peciolo, longitud de la lámina, ancho de la lámina, longitud del peciolo, longitud del pedúnculo, diámetro del pedúnculo, tamaño de la yema masculina longitud del fruto, longitud del pedicelo del fruto, ancho del pedicelo del fruto, longitud del racimo, peso del racimo, numero de manos por racimo, numero de frutos por mano y diámetro del fruto, mientras que para el segundo componentes principal (CP2) las variable que sobresale es el espesor de la cascara.

La distribución grafica de las variedades y variables estudiadas, de acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis de componentes principales para los caracteres cuantitativos, se observa en la figura 1.

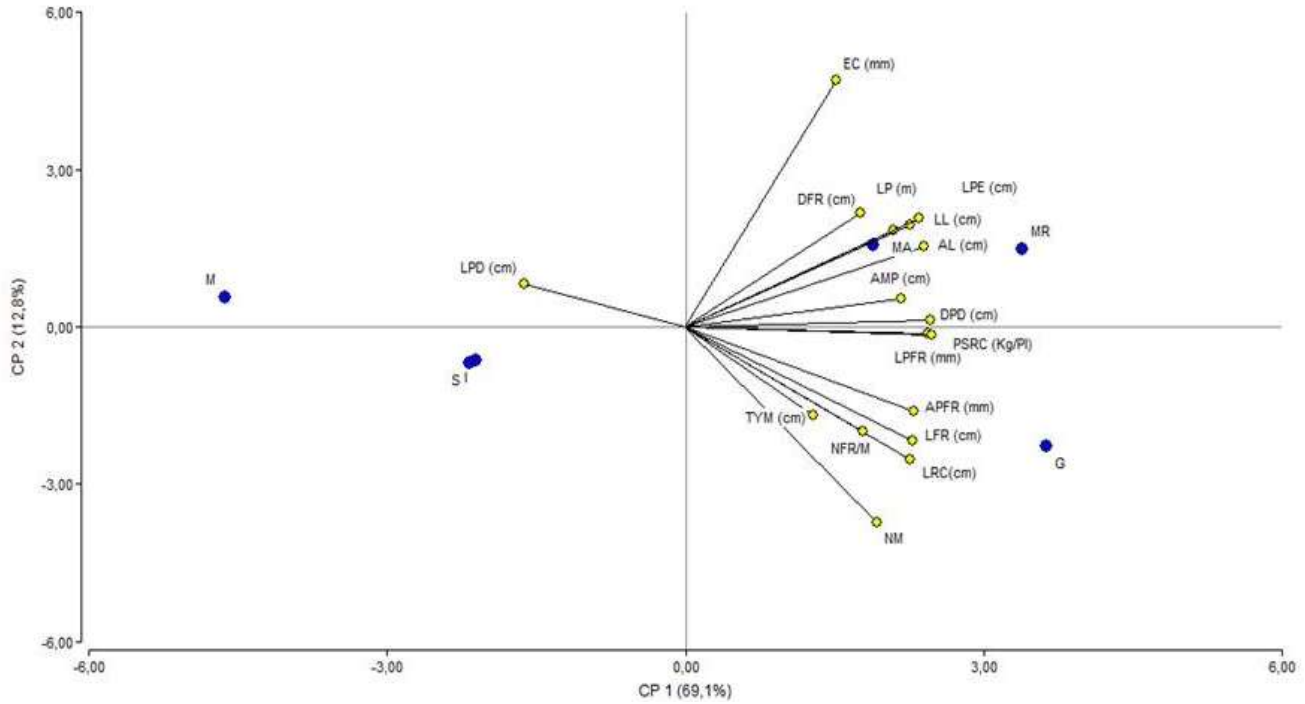


Figura 1. Distribución grafica de las variables según el análisis de componentes principales basado en las variables cuantitativas analizadas.

La distribución grafica de las variedades, de acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis de

componentes principales para los caracteres cuantitativos, se observan en la figura 2.

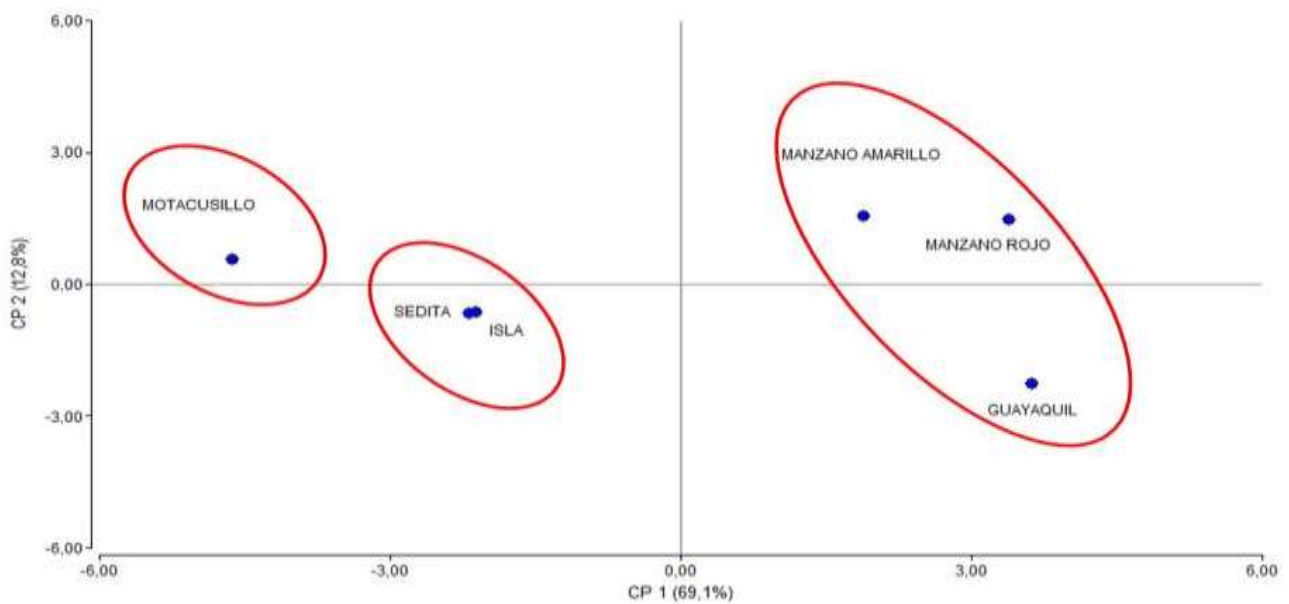


Figura 2. Distribución grafica de las variedades según el análisis de componentes principales basado en las variables cuantitativas analizadas.



Las variedades se distribuyeron en tres grupos lo que muestra la amplia variabilidad fenotípica presente en estas variedades.

En el grupo 1 se localizan las variedades Guayaquil (G), Manzano Amarillo (MA) y Manzano Rojo (MR) por ser estas las variedades por presentar los mayores valores en longitud del pseudotallo, longitud de la lámina, ancho de la lámina, longitud del racimo, longitud del fruto, diámetro del fruto, número de manos, número de frutos por mano y peso del racimo.

El grupo 2 conformado por las variedades Sedita (S) e Isla (I) los cuales presentaron valores intermedios

de longitud del pseudotallo, longitud del fruto, diámetro del fruto, longitud del racimo, peso del racimo.

El grupo 3, donde se localiza únicamente la variedad Motacusillo (M), el cual presenta los valores más bajos, como longitud del pedúnculo, diámetro del fruto, longitud del fruto, longitud el racimo, peso del racimo.

El análisis de conglomerados con variables cuantitativas, agrupándolos a las variedades en tres grupos.

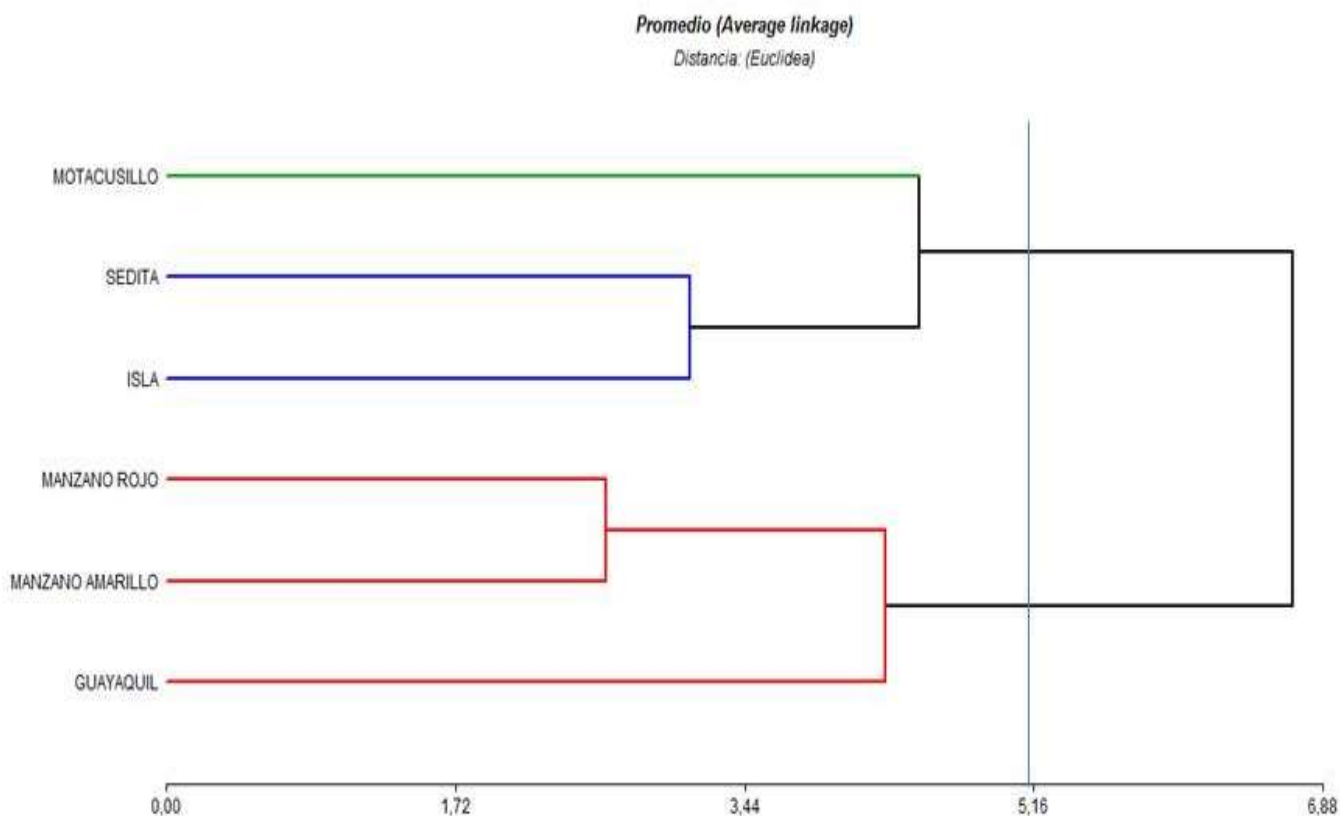


Figura 3. Análisis de conglomerados con variables cuantitativas.

Según los datos cuantitativos se formaron tres grupos, el primer grupo conformado por tres variedades (Guayaquil, Manzano Amarillo, Manzano Rojo) representado por el color rojo, el segundo grupo conformado por dos variedades (Isla, Sedita)

representados de color rojo y el tercer grupo solo una variedad (Motacusillo) representado de color verde.

En la tabla 4 se muestran las variables cualitativas evaluadas que ofrecen una contribución importante para la caracterización del germoplasma estudiado y

puede observarse que con dos componentes se explica el 62% de la variabilidad total.

Tabla 4. Autovalores, porcentaje del componente, porcentaje acumulado y valores de los vectores propios en el análisis de componentes principales de los caracteres cualitativos.

Componentes Principales	Auto Valor ( $\lambda$ )	Proporción	Proporción Acumulada
CP1	13,57	0,34	0,34
CP2	11,13	0,28	0,62
CP3	7,64	0,19	0,81
CP4	4,88	0,12	0,93

Variables	CP 1	CP 2	Variables	CP 1	CP 2
HF	0,09	-0,97	FR	0,9	-0,18
AP	-0,71	0,68	APR	0,31	0,21
CP	-0,72	-0,33	PRQ	0,96	0,04
CSP	-0,31	-0,68	FYM	-0,58	-0,68
CEV	-0,32	-0,83	FBBR	0,83	0,31
NH	0,28	0,68	FABR	-0,71	0,68
DH	0,9	-0,18	CCEBR	0,44	-0,09
MBP	0,5	0,54	PCBR	-0,83	-0,31
CM	-0,26	0,85	PSSBR	-0,83	-0,31
MP	-0,83	-0,31	CF	0,54	-0,1
CMP	-0,5	-0,54	PO	-0,32	-0,83
CCSL	-0,65	0,15	FFR	-0,06	-0,59
ILP	0,7	0,16	AFR	-0,45	-0,33
FBL	0,7	0,16	VFAFR	-0,09	0,97
CL	-0,71	0,68	FPC	0,31	0,21
CNH	-0,9	0,18	CCI	-0,75	0,51
MLHA	0,28	0,56	CCM	-0,54	0,1
CPD	-0,54	0,76	GC	0,19	0,69
PPD	-0,2	0,43	CPM	-0,32	-0,11
PR	0,2	-0,43	SP	-0,63	0,72

En el primer componente principal CP1, las variables que más aportan con contribuciones positivas a la caracterización son: Inserción de la lámina al peciolo, forma de la base de la lámina, forma del racimo, APR, posición del raquis, forma de la base de la bráctea, color de la externa de la bráctea, color del filamento, fusión de los pedicelos. Con contribuciones negativas están aspecto del pseudotallo, color del pseudotallo, márgenes del peciolo, color de la lámina, forma del ápice de las brácteas, ápice del fruto, color de la cascara inmadura y color de las márgenes del peciolo.

Para el segundo componente principal CP2, con contribuciones positivas las variables, manchas en la base del peciolo, color de las manchas, mancha en la lámina de los hijos de agua, color del pedúnculo, pubescencia del pedúnculo, vestigios florales en el ápice del fruto, grietas en la cascara, sabor predominante, con contribuciones negativas las variables, habito foliar, cera en las vainas, color de las márgenes del peciolo, posición del raquis, forma de la yema masculina, posición de los óvulos, forma del fruto.

En la figura 4, se muestra la distribución grafica de las variables de acuerdo con los resultados obtenidos

en el análisis de las componentes principales, para los caracteres cualitativos.

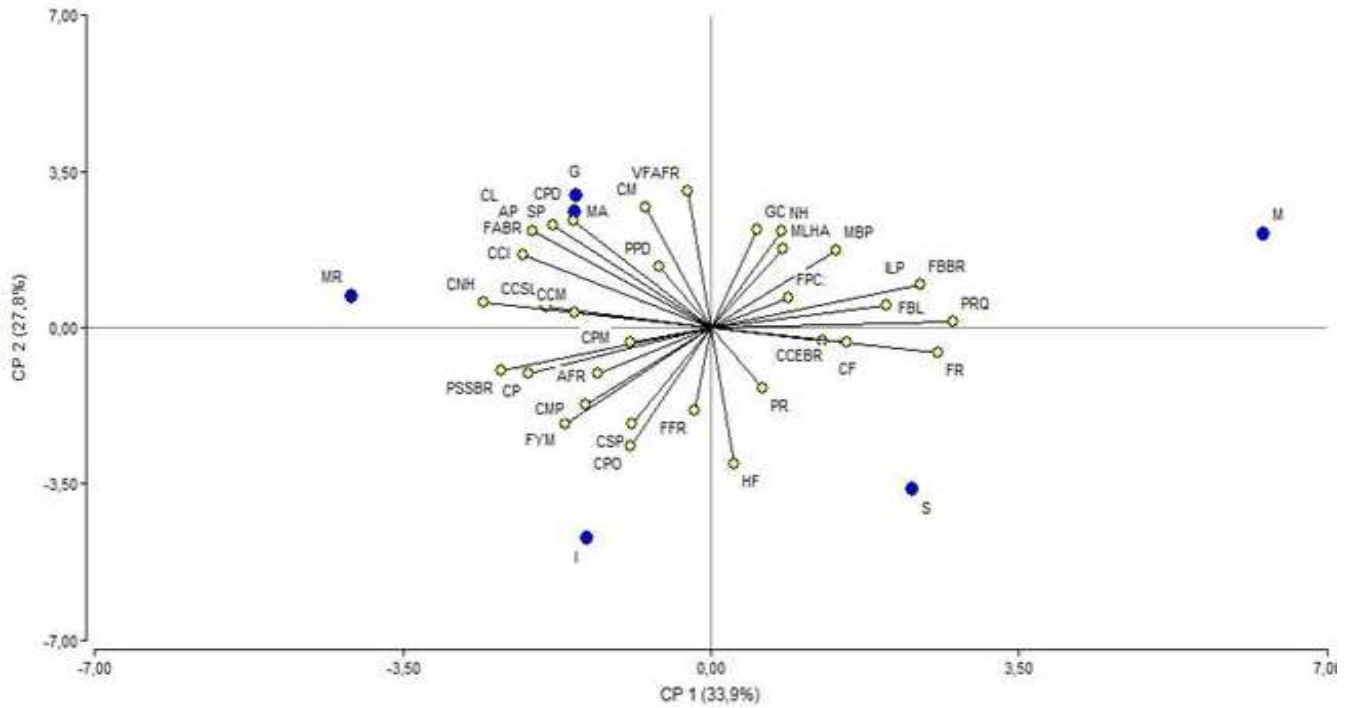


Figura 4. Distribución grafica de las variedades según el análisis de componentes principales basados en las variables cualitativas analizadas.

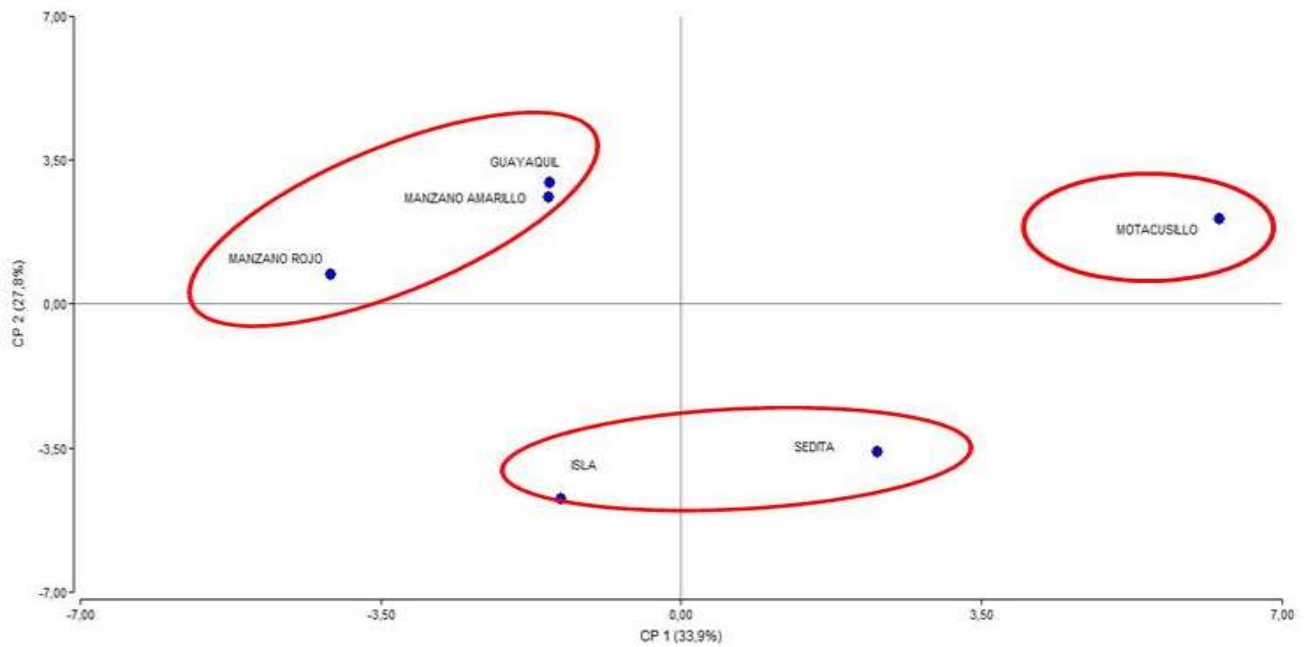


Figura 5. Distribución grafica de las variedades según el análisis de componentes principales basados en las variables cualitativas analizadas.



Se observa la gran dispersión de los datos, lo que hace suponer que existe gran variabilidad fenotípica. De acuerdo con la posición de las variedades en el plano comprendido por ambos ejes se formaron tres grupos.

El grupo 1, reúne a las variedades: Guayaquil (G), Manzano Amarillo (MA) y Manzano Rojo (MR) por presentar similitudes en aspecto del pseudotallo, sabor predominante, color de la nervadura en el haz, color del pedúnculo, color de la lámina.

En el grupo 2, se localizan las variedades Sedita (S) e Isla (I) por poseer las siguientes características, hábito foliar, posición del raquis, CPO, CSP.

El grupo 3, constituido únicamente con la variedad Motacusillo (M) presentando las siguientes

características: posición del raquis, forma de la base de las brácteas, FR, FBL, LP, FPC, MBP.

Según los datos cualitativos se formaron tres grupos, el primer grupo conformado por tres variedades (Guayaquil, Manzano Amarillo, Manzano Rojo) representado por el color rojo, el segundo grupo conformado por dos variedades (Isla, Sedita) representados de color rojo y el tercer grupo solo una variedad (Motacusillo) representado de color verde.

**Análisis de conglomerados jerárquicos**

El dendrograma obtenido a través de la distancia euclidiana presentó el siguiente resultado:

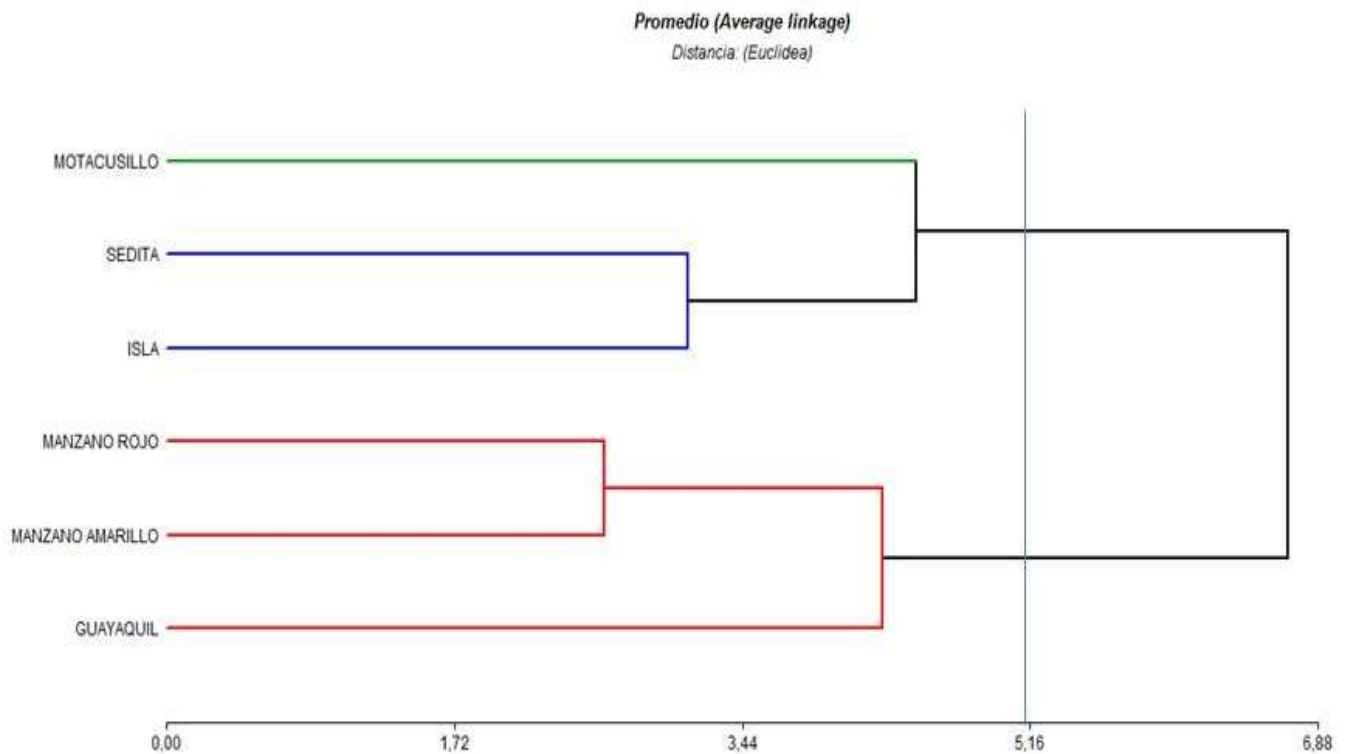


Figura 6. Análisis de conglomerados jerárquicos.

La figura 5 representa el dendrograma que resultó del uso del análisis multivariado utilizado la distancia euclidiana, para un mejor entendimiento de los datos se consideraron todas las variables cuantitativas.

Según los datos cuantitativos se formaron tres grupos, el primer grupo conformado por tres variedades (Guayaquil, Manzano Amarillo, Manzano Rojo) representados por el color rojo, el segundo grupo con dos variedades (Sedita e Isla)



representados de color azul y el tercer grupo representado de color verde, la variedad Motakusillo.

## Rendimiento

Tabla 5. Estadística descriptiva de rendimiento.

	LRC(cm)	PSRC (Kg/Pl)	NM/RC	NFR/M	DFR (cm)
<b>Media</b>	69,2	17,47	7,9	15,13	3,95
<b>D.E.</b>	12,54	7,47	1,26	2,23	0,94
<b>Kurtosis</b>	-0,57	-1,15	0,39	-0,17	-1
<b>Mín</b>	54,6	6,1	6,6	12,3	2,5
<b>Máx</b>	90,3	25,5	10,3	19	5,1
<b>CV</b>	18,12	42,79	16,01	14,71	23,79

La variable peso del racimo (PSRC Kg/Pl.), presento un coeficiente de variación de 42,79%, lo que indica que existe alta variabilidad entre las variedades en estudio.

Tabla 6. Rendimiento de las variedades.

VARIEDAD	PSRC (Kg/Pl)	P Kg/Ha
GUAYAQUIL	24,5	9.800
MANZANO AMARILLO	20,4	8.160
MANZANO ROJO	25,5	10.200
MOTACUSILLO	6,1	2.440
SEBITA	12,5	5.000
ISLA	15,8	6.320

Los resultados indican que la variedad con más alto valor en Kg/ha, es Manzano rojo, Guayaquil, Manzano Amarillo, Isla, Sedita y Motakusillo en orden correspondiente de acuerdo a los datos.

Según datos del Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras (MDRyT, 2015) el rendimiento del cultivo del banano en Bolivia, en la producción agrícola 2014 - 2015 fue de 12,148 Kg/ha.

El rendimiento promedio mundial de banano es de 17,6 t/ha (17,600 Kg/ha), teniendo a los países de mayor rendimiento a Indonesia con 59 t/ha, le siguen Nicaragua y Costa Rica, con 53 y 51 toneladas por hectárea respectivamente. (FAO, 2014)

Los bananos exóticos comparados con variedades muy comerciales como el Gran Enano, William,

Valery tienden a producir racimos más livianos, debido a que presentan características distintas y que no se realizaron muchos estudios a estas variedades para mejorar el rendimiento. (Gonzales, 2005)

Robinson y Galán (2012), menciona que el número de manos por racimo como el número de dedos por mano queda determinado en el momento de la iniciación floral por el número de flores femeninas que se producen en el meristemo transformado, número que es controlado por: (I) el genoma del grupo; (II) el ciclo del cultivo; (III) la temperatura; (IV) el vigor de la planta; y (V) el manejo agronómico del cultivo.

Robinson y Galán, (2012) mencionan, los niveles de rendimiento alcanzados en una plantación de bananos, varían enormemente según el tipo de suelo, el clima predominante, el nivel de manejo de la misma.

## CONCLUSIONES

A partir del análisis de componentes principales y análisis de conglomerados se revelo la formación de tres grupos tanto en el análisis de variables cuantitativas como también con las variables cualitativas, primer grupo conformados por Guayaquil, Manzano Amarillo, Manzano Rojo; segundo grupo donde se constituyen Sedita e Isla y en el tercer grupo la variedad Motakusillo.

## RECOMENDACIONES

Ampliar estos estudios combinando técnicas citogenéticas para la diferenciación de las variedades.

Realizar un germoplasma con la mayor cantidad de accesiones que se encuentren en la región de Alto Beni, ya que en la actualidad no se cuenta con registros de las mismas.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

IPGRI-INIBAP/CIRAD. (1996). *Descriptores para el banano (Musa spp.)*. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos, Roma, Italia. Red Internacional para el Mejoramiento del Banano y el Plátano, Montpellier, Francia y el Centre de Cooperation Internationale en Recherche Agronomique pour le Developpement, Montpellier, Francia.

FAO. (2014). *Producción de cultivos por país, Bolivia*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Dirección de Estadística (FAOSTAT), Disponible en <http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/browser/Q/QC/E>

Gonzales, M. (2008). *Exportaciones del banano ecuatoriano hacia Argentina y Uruguay: situación actual y tendencias*.

Robinson, J. y Galán, V. (2012). *Plátanos y bananas*. Mundi – Prensa.