

## CARACTERIZACION MORFOLOGICA DE PLATANO (*Musa paradisiaca* L.) EN LA PROVINCIA NOR YUNGAS DE LA PAZ Y PROVINCIA CHAPARE DE COCHABAMBA, BOLIVIA

Gerónimo F.G., Ibarra Q.R., Navia. M. y Aguirre G.\*

Laboratorio de Biotecnología Vegetal, Facultad de Ciencias Agrícolas, Pecuarias, Forestales y Veterinaria. Universidad Mayor de San Simón. Convenio UMSS-ASDI. Cochabamba, Bolivia. \*Correo de contacto: g.aguirre@umss.edu.bo

### RESUMEN

Para determinar las características morfológicas de ocho variedades de plátano recolectadas en la provincia Nor Yungas de La Paz y en la Provincia Chapare de Cochabamba, se utilizaron los descriptores estandarizados de banano del IPGRI-INIBAP/CIRAD, y se consideraron 65 descriptores correspondientes a caracteres cualitativos y cuantitativos de la planta, hojas, pseudotallo, flores, frutos y otros. Se hizo énfasis en los descriptores altamente sobresalientes. El estudio fue complementado con un análisis físico-químico de los frutos y con encuestas, además de pruebas de degustación realizadas a los productores de plátano para determinar el grado de preferencia. Los datos fueron analizados estadísticamente mediante multivarianzas y Análisis de Grupos de los caracteres cuantitativos y cualitativos más discriminantes. Los resultados mostraron las ocho variedades asociadas en diferentes grupos, de acuerdo al grado de similitud de los descriptores. En el análisis físico-químico resaltó V7 con los valores promedios más altos, además fue la variedad con mayor aceptación al paladar, la cual presentó mejor color, sabor, aroma y dulzor, como características apetecibles. El estudio evidenció también la diversidad de plátano en las regiones estudiadas.

**Palabras claves:** *musácea, descriptores, clúster*

### ABSTRACT

In order to determine morphological characteristics of eight plantain varieties collected in Nor Yungas (La Paz) and Chapare (Cochabamba) provinces, banana standard descriptor from IPGRI-INIBAP/CIRAD were used. Sixty-five qualitative and quantitative descriptors related to the plant, to the leaves, to the flower and to the fruits were studied. Outstanding descriptors were observed

in detail. Moreover, a physicochemical analysis of fruits was done, also surveys to the farmers and testing tests to evaluate the degree of preference. Data was analyzed through multivariate and cluster analysis to group the varieties, regarding qualitative and quantitative descriptors. Results showed different groups according to descriptors similarity. The physicochemical analysis showed the variety V7 with the higher values; it was also the one with a better acceptance in the taste test; it had the best color, flavor, smell and sweetness. It was also demonstrated the plantain diversity in the evaluated areas.

**Key words:** *musaceae, descriptors, cluster*

### INTRODUCCIÓN

El cultivo del plátano, en las provincias Nor Yungas (La Paz) y Chapare (Cochabamba), es uno de los rubros estratégicos de importancia después del cultivo de la yuca. Según la Cámara Nacional de Exportadores de Bolivia (CANEB, 2008), existían 63.895 hectáreas de banano y plátano cultivadas en el país, siendo la zona de mayor producción el trópico de Cochabamba, producción que se destina al mercado regional, nacional y al mercado internacional en pequeña escala. Asimismo, la FAO (2012) indica que la producción de plátano en Bolivia fue de 350.000 toneladas, frente a 210.000 toneladas de bananas.

Es así que, en las zonas bajas de Bolivia, se ha ido conservando una diversidad de variedades de musáceas, naturalizadas y adecuadamente adaptadas a las condiciones de la región, algunas con alto potencial alimenticio económico, las cuales por falta de conocimiento en el manejo, conservación y uso sostenible, se van perdiendo, erosionando o extinguiendo a causa de factores bióticos y abióticos. El objetivo del estudio fue caracterizar morfológicamente ocho variedades

de plátano (*Musa paradisiaca* L.), según criterios técnicos y locales en la Provincia Nor Yungas del departamento de La Paz y en la Provincia Chapare del departamento de Cochabamba, complementando el estudio con un análisis físico-químico de los frutos y la determinación del grado de preferencia por la gente local.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Localización.** El estudio se realizó en dos regiones, la primera ubicada en el Departamento de La Paz, Provincia Nor Yungas, en las comunidades de Palos Blancos, San Miguel de Huachi y Puerto Carmen, en donde se encuentran suelos muy delicados y susceptibles a la erosión, además presenta un clima cálido y húmedo, con precipitaciones de 1150 a 1650 mm,

temperatura media de 28°C y humedad relativa del 80%. (SENAMHI, 2012); La segunda región se encuentra en el Departamento de Cochabamba, provincia Chapare, en los Municipios de Puerto Villarroel, Bulu Bulu y Chimoré, la temperatura media es de 24°C y precipitación de 4000 a 6000 mm anuales (AMDECO, 2011).

**Material vegetal.** Se seleccionaron las parcelas de los productores y se realizaron visitas y entrevistas a hombres y mujeres para identificar las diferentes variedades establecidas en el lugar. El material vegetal estudiado consistió en plantas de plátano, frutos, inflorescencias, hojas y pseudotallos, recolectados de plantaciones existentes en las dos regiones. Las ocho variedades de plátano (*Musa paradisiaca* L.) *Musa* AAB que fueron evaluadas, se muestran en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Variedades de plátano caracterizadas, provenientes de la Provincia Nor Yungas de La Paz y Provincia Chapare de Cochabamba, Bolivia, 2012.

VARIEDAD	NOMBRE LOCAL	ZONA DE RECOLECCIÓN
V1	Criollo	San Miguel de Huachi, Puerto Villarroel
V2	Postre Normal	San Miguel de Huachi
V3	Postre Rojo	Palos Blancos (Porvenir), San Miguel de Huachi.
V4	Turco o Bellaco	San Miguel de Huachi, Puerto Villarroel
V5	Señorita	Puerto Carmen, San Miguel de Huachi
V6	Tallo Rojo	San Miguel de Huachi, Puerto Villarroel, Bulu Bulu, Chimoré
V7	Tallo Verde	Palos Blancos (Porvenir), Puerto Villarroel
V8	Hawaiana	Palos Blancos (Porvenir), Sapecho

**Caracterización morfológica.** La toma de datos para los descriptores morfológicos de caracteres cualitativos y cuantitativos (Franco e Hidalgo, 2003) de las ocho variedades de plátano (*Musa* AAB), se realizó de acuerdo a los descriptores para el Banano (*Musa* spp.) (IPGRI-INIBAP/CIRAD, 1996), en parcelas implantadas donde existía variabilidad genética. Se tomaron en cuenta 65 caracteres correspondientes a la planta, yema e inflorescencia masculina, hojas, pseudotallo, flores y frutos; se hizo énfasis en los descriptores altamente discriminantes y que demostraron diferencias entre las variedades. La caracterización se complementó con encuestas a productores.

Las variables de respuesta, cualitativas y cuantitativas fueron: características generales de

la planta (altura de la planta; diámetro del pseudotallo; longitud, ancho y número de hojas). Características del pseudotallo y hojas (todas las características del pseudotallo y las hojas según los descriptores específicos para el plátano). Características de la flor y la inflorescencia (longitud y ancho de las brácteas y capota). Características de la primera bráctea (forma, serosidad, color). Características del tépalo libre y compuesto, estambres y estilo. Características del racimo en forma cualitativa y cuantitativa (color, posición y pubescencia, peso, longitud, número de manos y dedos). Características del dedo central (forma del ápice; color de cáscara y pulpa; peso y grosor del dedo central del racimo, grosor y longitud del pedúnculo y del ápice del fruto). Características físico-químicas del fruto según análisis de laboratorio.

**Análisis físico-químico.** En los frutos de cada una de las variedades de plátano se determinaron los siguientes parámetros: Humedad (%), Proteína (%), Grasa (%), Ceniza (%), Hidratos de carbono (%), Valor energético (Kcal/100g), Azúcares totales (%) y Potasio (mg/100g). La humedad, proteínas, grasas y cenizas, se determinaron con el método 14.004 (AOAC, 1984); los hidratos de carbono con el método de TCAB, Bolivia (2005); el valor energético con el método de TCAB, Bolivia (1984); los azúcares totales con el método de Ross (1975); y el potasio con el método 22.030 (AOAC, 1984). Todos los análisis se realizaron en el Laboratorio del Centro de Alimentos y Productos Naturales de la Facultad de Ciencia y Tecnología de la Universidad Mayor de San Simón. También se midió el grado Brix ( $^{\circ}\text{Bx}$ ) de los frutos, en el Laboratorio de Agroindustrias de la Carrera de Ingeniería Agronómica de la UMSS, haciendo uso de un refractómetro de precisión y a diferentes días de maduración.

**Pruebas de degustación.** Para la evaluación del análisis sensorial se preparó un área de exhibición, en la cual se pusieron a disposición las ocho variedades de plátano en estado fresco y maduro para que el público presente saboreara la fruta y así poder determinar, mediante una planilla de evaluación, cuál de las variedades tenía mejor aceptación según características organolépticas como textura, aroma, color, sabor y dulzor.

**Análisis estadístico.** Se realizó un análisis estadístico de multivarianzas, donde se evaluaron los caracteres cualitativos y cuantitativos más importantes para las ocho variedades de plátano estudiadas. Se realizó un análisis de grupos o *clusters*, mediante la opción Proc Cluster del programa SAS, donde se evaluaron todas las variables de estudio con el objetivo de agrupar las variedades de plátano con características similares (Franco e Hidalgo, 2003).

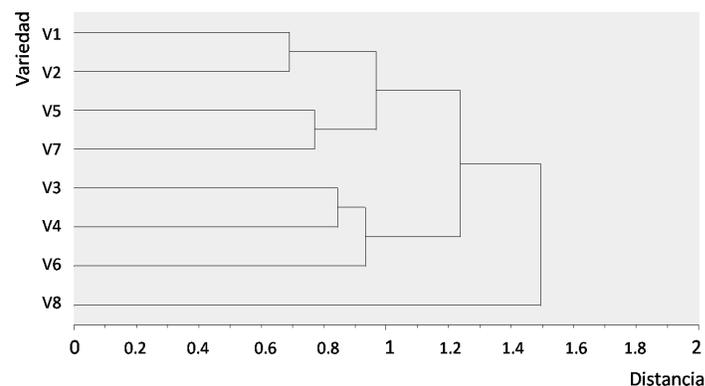
## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Caracterización morfológica de las variedades.

Las variables que más aportaron en la caracterización fueron: forma de la yema masculina, forma del ápice de las brácteas, imbricación de las brácteas,

pigmentación del tépalo compuesto, color de los lóbulos del tépalo compuesto, aspecto del tépalo libre, color del estigma, color y pigmentación del ovario; color del pseudotallo y de la pulpa madura.

El análisis de grupos de los descriptores cualitativos del plátano, separa las ocho variedades en dos grupos principales (Figura 1), un grupo representado por V8 y el segundo grupo compuesto por las demás variedades. Esto sugiere que V8 (Hawaiana) es diferente al resto de las variedades, las cuales se subdividen a su vez en dos grupos. Así, V1, V2, V5 y V7 son similares en la posición de la hoja adulta, color del tépalo libre y el color del estilo. Otro grupo formado por V3, V4 y V6 presentan igual serosidad del pseudotallo, base del peciolo, color del envés, color de la bráctea y pigmentación del tépalo compuesto.

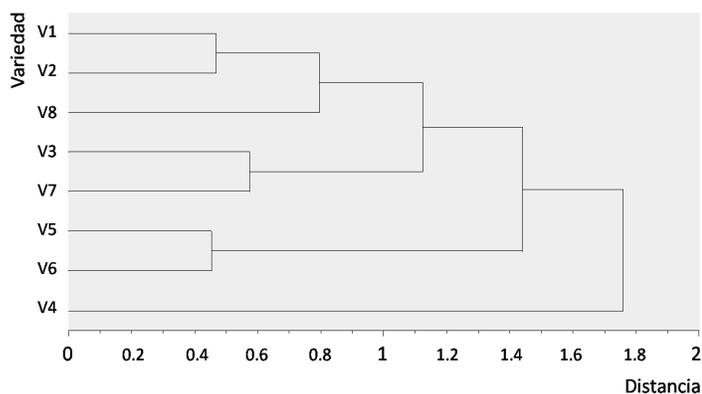


**Figura 1.** Dendrograma de los descriptores cualitativos de ocho variedades de plátano provenientes de la Provincia Nor Yungas de La Paz y Provincia Chapare de Cochabamba, Bolivia, 2012.

Luego, todas las variedades de plátano presentaron el mismo color del tépalo simple, excepto V8, ya que no mostró desarrollo de la flor masculina y no existen datos para su comparación. Además, se encontró gran variabilidad en descriptores como serosidad del pseudotallo, color de vainas internas, forma del canal peciolar, base de la hoja, posición de la hoja, color del haz, envés y nervadura.

Igualmente, se realizó el análisis de grupos según los descriptores de los caracteres cuantitativos (Figura 2) donde sobresalió V4 respecto al resto de las variedades. Las restantes siete variedades se agruparon a su vez en dos subgrupos, V5 y V6 por un lado y V1, V2, V8, V3 y V7 por otro lado.

De igual modo, en la Tabla 2, se observan al detalle las características cuantitativas que contribuyeron a la diferenciación de las variedades de plátano. V2 presentó los valores mayores, 400 cm de altura y 21 cm de diámetro de pseudotallo, por el contrario V3 presentó la menor altura (260 cm) y 14 cm de diámetro de pseudotallo, siendo una planta de menor porte, más fácil para aplicar el manejo y realizar la cosecha. Sin embargo, V8 presentó el menor diámetro de pseudotallo (12 cm), lo cual sugiere una variedad expuesta al acame. Así Franco e Hidalgo (2003) afirman que, la población de individuos que conforman una especie vegetal, está bajo una continua interacción dinámica de adaptación con los factores en los que crece esa población, factores bióticos (microorganismos, otras especies vegetales, animales inferiores y superiores) y factores abióticos (clima y suelo), generando la variabilidad genética de una especie, lo que le permite a ésta adaptarse a los cambios que se pueden presentar en su entorno.



**Figura 2.** Dendrograma de los descriptores cuantitativos de ocho variedades de plátano provenientes de la Provincia Nor Yungas de La Paz y Provincia Chapare de Cochabamba, Bolivia, 2012.

En cuanto al tamaño de las hojas, los valores más altos lo presentó V5 con 240 cm de longitud y 98 cm de ancho, seguido de V6 (224 cm y 87 cm respectivamente), siendo ambas variedades susceptibles a fuertes vientos que podrían romper las grandes hojas y disminuir así la producción de carbohidratos, en desmedro del rendimiento agrícola. Por el contrario, V3 y V7 presentaron hojas más pequeñas, siendo una característica deseable en zonas ventosas. También se observa que, el mayor número de hojas al momento de la floración lo presentaron V2 y V6 con 10 hojas

funcionales (Tabla 2). Al respecto, Nunes de J. y otros (2009), luego de utilizar descriptores morfológicos y moleculares, afirmaron que los descriptores morfológicos son eficaces en la identificación de variedades de banana.

Igualmente, se determinó la presencia o ausencia de agentes patógenos en las plantas evaluadas, así, se encontraron nematodos y Sigatoka en todas las variedades estudiadas sin excepción. En relación, Daniells y otros (2001) afirmaron que de la progenie que se forma de la hibridación de *Musa acuminata* (genoma A) y *Musa balbisiana* (genoma B), como es el caso de AAB, dado que *M. balbisiana* es considerada más resistente a enfermedades y sequías, son características que a menudo se encuentran en cultivares que llevan el genoma 'B'.

La evaluación del racimo de las ocho variedades en estudio se muestran en la Tabla 3, la variedad V1 presentó el mayor peso de racimo (19 Kg), seguido por V5 (16 Kg). Sobresalió V5 con los valores más altos en general, mayor número de dedos por mano (18), mayor número de manos por racimo (9) y mayor número de dedos por racimo (134), datos que sugieren una variedad interesante desde el punto de vista agroproductivo. Por otro lado, V8 presentó los racimos con menos dedos (29) y un peso total de racimo de 7 Kg, siendo esta variedad la que exhibió los racimos más pequeños y más pobres, esto podría tener relación con el número de hojas al momento de la cosecha (tres hojas) (Tabla 2). Llama la atención V4 con el mayor peso del dedo central (336 g), en comparación con V6 que solo pesaba 118 g (Tabla 3). Se conoce que, las buenas cosechas en el cultivo de plátanos dependen de un buen manejo, lo cual influye sobre los rendimientos y la calidad de la producción (Mejía *et al.*, 2000).

**Análisis físico-químico de los frutos.** Los resultados del ensayo físico-químico de las ocho variedades de plátano (Tabla 4), mostraron a la variedad V7 con el valor energético más sobresaliente (152,84 Kcal/100g de fruta) seguido de V1 (146,71 Kcal/100g), en contraposición a V6 que fue la variedad con menor valor energético (135,05 Kcal/100g).

Según el contenido de potasio se destacaron V4 (449,09 mg/100g) y V5 (446,45 mg/100g), siendo V1 (412,21 mg/100g) la de menor contenido de potasio. El análisis de los grados Brix, realizado a diferentes días de maduración, mostró que el proceso de maduración varía entre 14 y 20 días, en ambiente controlado; las variedades V1, V4 y V8 presentaron los valores más altos de azúcar, fundamentalmente sacarosa.

**Tabla 2.** Algunos descriptores utilizados en la caracterización morfológica de ocho variedades de plátano, provenientes de la Provincia Nor Yungas de La Paz y Provincia Chapare de Cochabamba, Bolivia, 2012.

DESCRIPTOR	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8
Altura de planta, cm	350	400	260	368	377	380	300	335
Diámetro de pseudotallo, cm	16	21	14	17	18	16	15	12
Longitud de peciolo, cm	44	55	43	50	54	38	60	45
Longitud de hoja, cm	215	209	175	193	240	224	195	210
Ancho de hoja, cm	80	75	75	75	98	87	73	63
Número de hojas a la floración	4	10	6	7	9	10	8	8
Número de hojas a la cosecha	4	8	3	10	7	8	6	3

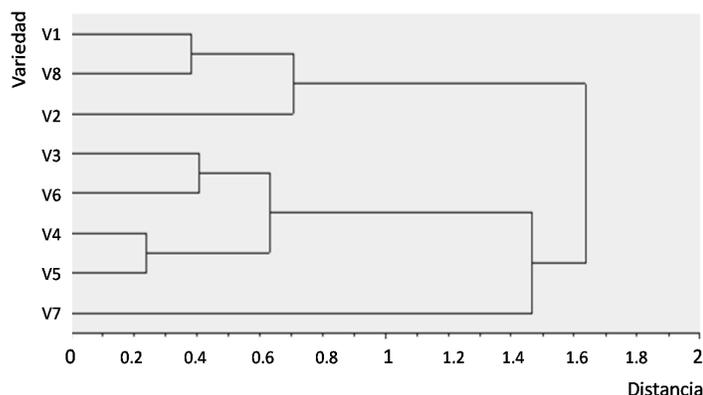
**Tabla 3.** Descriptores utilizados en la evaluación del racimo de ocho variedades de plátano, provenientes de la Provincia Nor Yungas de La Paz y Provincia Chapare de Cochabamba, Bolivia, 2012.

DESCRIPTOR	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8
Peso de racimo, Kg	19,0	14,2	10,5	9,5	16,0	12,5	12,5	7,0
Peso de dedo central, g	181	196	215	336	123	118	267	128
Grosor de raquis, cm	6,0	4,0	5,0	4,7	6,0	6,0	5,0	3,8
Longitud de raquis, cm	117	101	96	102	190	145	100	50
Número de dedos/mano	12	15	12	6	18	14	10	10
Número de manos/racimo	9,0	7,0	6,0	6,5	9,0	7,0	5,0	6,0
Número de dedos/racimo	96	67	60	32	134	94	56	29

**Tabla 4.** Análisis físico-químico de los frutos de ocho variedades de plátano, provenientes de la Provincia Nor Yungas de La Paz y Provincia Chapare de Cochabamba, Bolivia, 2012.

DESCRIPTOR	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8
Humedad (%)	58,03	58,42	59,62	59,68	60,83	61,41	56,54	59,59
Proteína (%)	1,63	1,21	1,26	1,14	1,09	1,22	1,67	0,99
Grasa (%)	0,07	0,06	0,06	0,04	0,05	0,05	0,11	0,07
Ceniza (%)	1,20	1,06	1,10	0,99	1,07	1,06	1,04	0,87
Hidratos de carbono (%)	39,07	37,46	37,96	38,14	36,69	36,26	10,64	38,48
Valor energético (Kcal/100g)	146,71	142,48	141,39	141,47	137,14	135,05	152,84	142,44
Azúcares totales (%)	1,11	7,77	5,04	15,86	14,14	4,30	12,51	1,63
Potasio (mg/100g)	412,21	427,52	438,15	449,09	446,45	444,75	429,65	416,45
°Brix	30	29	28	30	29	27	27	30

El dendrograma de las relaciones entre las ocho variedades de plátano, desde el punto de vista del análisis físico-químico, separa dos grupos principales (Figura 3), un primer grupo que, en general, presenta los valores más altos, compuesto por V7, V5, V4, V6 y V3, en donde sobresale V7; y un segundo grupo, V2, V8 y V1 que muestra valores nutricionales menores.



**Figura 3.** Dendrograma de las características físico-químicas del fruto de ocho variedades de plátano provenientes de la Provincia Nor Yungas de La Paz y Provincia Chapare de Cochabamba, Bolivia, 2012.

**Pruebas de degustación.** La caracterización morfológica y el análisis físico-químico se complementaron con las pruebas de degustación en fruto maduro y fresco, de todas las variedades para determinar el grado de preferencia de las variedades por la gente local. Los resultados mostraron a V7 como la variedad de mayor aceptación, seguida V1 y V8, mientras que el resto fueron las de menor aceptación o grado de preferencia.

## CONCLUSIONES

La evaluación y análisis de los descriptores morfológicos de las ocho variedades de plátano encontradas en las dos zonas, permitió una diferenciación según las características fenotípicas de las variedades. Para la caracterización morfológica, se analizaron 31 descriptores cualitativos y 34 descriptores cuantitativos, siendo estas variables las que más aportaron a la diferenciación de las variedades, además su estudio reveló la formación de grupos de interés. Según las características del racimo, V5 sobresalió en casi todos los descriptores

cuantitativos. También se observó la similitud de las características, sean cualitativas que cuantitativas, entre V1 (Criollo) y V2 (Postre normal), pudiendo tratarse de variedades muy cercanas. De igual modo, el análisis físico-químico diferenció a V7 (Tallo Verde) por su alto valor energético entre otras cosas, además de modo coincidente, ésta fue la variedad con mayor aceptación al paladar por el público evaluado. Finalmente, las formas, colores y sabores de las variedades de plátano encontradas en las regiones en estudio, muestran la gran diversidad morfológica de la zona, y además, la diversidad genética asociada.

## BIBLIOGRAFIA

AMDECO, 2011. Asociación de Municipios de Cochabamba. En línea: <http://www.amdeco.org.bo/>

AOAC, Association of Official Analytical Chemists, 1984. Official methods of analysis. 14th edition. St. Paul, Minnesota, USA

Daniells J., Jenny C., Karamura D. y Tomekpe K., 2001. *Musalogue: a catalogue of Musa germplasm. Diversity in the genus Musa.* International Network for the Improvement of Banana and Plantain (INIBAP), Montpellier, France.

FAO, 2013. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Dirección de Estadística (FAOSTAT), Producción de Cultivos por País, Bolivia. Disponible en: <http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/browse/Q/QC/E>

Franco, T.L. e Hidalgo, R. (eds.), 2003. Análisis Estadístico de Datos de Caracterización Morfológica de Recursos Fitogenéticos. Boletín técnico n°8, Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI), Cali, Colombia. 89 p.

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. Disponible en: <http://www.ipgri.cgiar.org/Publications> using morphological and molecular descriptors. *Crop Breeding and Applied Biotechnology* 9:164-173.
- Mejía, G.A.; Gómez López, J.S.; Soto, E. y Vargas, R., 2000. Carta Informativa del Cultivo del Plátano. *Augura (Col), Spa*, (1), 11-13.
- Ross, K.D., 1975. Estimation of water activity in intermediate moisture foods. *Food Technology*, 29 (3), 26.
- Nunes de J.O., Fortes F.C., Oliveira e Silva S., Rangel C.T., Leila S.T. y Nogueira P.K., 2009. Characterization of recommended banana cultivars
- SENAMHI, 2012. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología. Bases de datos. Disponible en: <http://www.senamhi.gob.bo/sismet/index.php>