Caracterización morfológica de 52 introducciones de la colección nacional de batata *(Ipomoea batatas* (l.) lam.) en la Región Caribe colombiana

Rafael Gutiérrez, Wilson Arrieta y Antonio López M.[1]

RESUMEN

Durante el año 1995, se realizó la descripción sistemática de 52 clones de *Ipomoea* **batatas** (L) Lam de la colección mantenida y conservada por Corpoica en el centro de Investigaciones «El Carmen», ubicado en el municipio El Carmen de Bolívar (Bolívar) Colombia, a 9°51' de latitud norte y 78°18' de longitud 0, a 154 msnm., temperatura media de 28°C, humedad relativa del 70% y precipitación promedio de 1.100 mm.

El tipo de suelo donde se realizó la siembra fue un typic eutropec údico e isohipertérmico de textura arcillosa. Se evaluaron 46 características de raíces tuberosas, tallos, hojas, flores y cápsulas de batata, mediante el uso de descriptores de *I. batatas* aprobadas por el International Board of Plant Genetic Resources (IBPGR). La descripción se hizo utilizando la distribución de frecuencias de las características por grupos y el agrupamiento se realizó basado en un procedimiento de agrupamiento jerárquico multivariado empleando el método de la varianza mínima de ward; se calculó el valor discriminativo «D» para seleccionar descriptores cualitativos.

Se realizaron 2 tipos de agrupamiento. El tipo 1 basado en 46 descriptores seleccionando 8 grupos. El tipo 2 también con 8 grupos, considerando nueve descriptores de importancia agronómica. El valor discriminativo «D» permitió separar descriptores con alto valor discriminativo en el agrupamiento tipo 1, los cuales fueron: Pigmentación del pecíolo, forma del lóbulo central de la hoja, color de la hoja madura, color de la hoja inmadura, forma de raíz tuberosa, defecto de la superficie de la raíz tuberosa, color predominante de la peridermis de la raíz, color secundario de la peridermis de la raíz tuberosa, color predominante de la pulpa de la raíz, color secundario de la pulpa de la raíz tuberosa y distribución del color secundario de la pulpa de la raíz tuberosa.

Palabras claves: Descripción sistemática, agrupamiento jerárquico, valor discriminativo, descriptores, batata, camote, Ipomoea batatas.

INTRODUCCIÓN

Diversos institutos han venido desarrollando planes de colección, caracterización, mantenimiento y evaluación de germoplasma. Dichos estudios han permitido seleccionar materiales con características agronómicos deseables, que se ponen a disposición en programas de mejoramiento genético para la obtención de variedades e híbridos con altos rendimientos que contribuyen a solucionar los problemas alimentarios de la humanidad.

1 Ingenieros Agrónomos particulares e investigador C3 de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria con sede en Turipaná, Cereté-Córdoba, Apartado Aéreo 602 y 603; E-mail:corpoica montería.cetcol.net.co.

Huaman *et al*, 1991 sostienen que la batata está entre los 3 principales cultivos de tuberosas a nivel mundial. Es un alimento importante para países en vía de desarrollo y ha sido largamente ignorado por la investigación en el pasado. Debido a que los esfuerzos de colección han sido escasos, el germoplasma disponible para los mejoradores tenía una base genética muy estrecha; inclusive existe la amenaza de erosión genética en Latinoamérica.

Dada la importancia que representa la batata en el mundo, poco se ha hecho en Colombia a nivel de investigación de esta especie; por ello el presente trabajo tuvo como objetivo realizar la caracterización morfológica de 52 introducciones de *Ipomoea batata* (L) Lam., de la colección mantenida por Corpoica en el Centro de Investigaciones «El Carmen» y conocer los grados de similitud y disimilitud inter e intra grupos de clones como medida a ser utilizada en programas de mejoramiento genético.

METODOLOGÍA

El estudio se realizó en el centro de investigación «El Carmen», propiedad del ICA, ubicado en el municipio del Carmen de Bolívar, departamento de Bolívar, Colombia, a 9°51' de latitud Norte y 78°18' de longitud Oeste; a 154 msnm, temperatura media de 28°C, humedad relativa de 70% y precipitación promedio de 1.100 mm. El tipo de suelo correspondió a un typic eutropec údico e isohipertérmico de textura arcillosa, con mediana fertilidad.

El material clonal correspondió a 52 introducciones de la colección nacional de *Ipomoea batatas,* mantenidas y conservadas por Corpoica en el Centro de Investigaciones «El Carmen» . El material clonal se propagó a partir de raíces tuberosas, las cuales, a los 20 días, produjeron el material de siembra (esquejes). El esqueje con 3 ó 4 raíces se trasplantó al campo definitivo.

El suelo se preparó en caballones de 40cm de alto y separados a 90cm cada introducción se sembró en parcelas únicas de 20 plantas en dos surcos de 10 plantas cada uno, separados a 0.9 m y 1 m entre plantas; entre una parcela y otra se dejó un surco libre.

El control de malezas se realizó con glifósato en dosis 3,4 l/ha antes del trasplante de los esquejes y luego se hicieron 4 deshierbas manuales a machete; no se aplicó fertilizante ni se controló plagas y enfermedades.

Se utilizaron 46 descriptores de raíces tuberosas, tallos, hojas, flores y cápsula de *Ipomoea batatas* aprobados por el International Board of Plant Genetic Resources (IBPGR) (3). El registro del carácter cobertura del suelo se realizó a los 60 días después del trasplante; los caracteres de tallos, hojas, flores y cápsula se registraron a los 120 días después del trasplante y los caracteres de la raíz tuberosa se registraron a los 138 días después del trasplante. Los descriptores relacionados con longitud o tamaño fueron registrados en 5 plantas de cada introducción.

Los datos se procesaron con el software SAS versión 6, utilizando un procedimiento de agrupamiento jerárquico multivariado basado en el algoritmo de Ward, 1963 que define y tipifica grupos de clones; como medida de similitud se utilizó el R^2 semiparcial. El número de grupos se seleccionó utilizando los estadísticos pseudo F y pseudo T^2. El método de Ward une los grupos para minimizar la semejanza en cada nivel de jerarquía bajo los siguientes supuestos: mezcla normal multivariada; matrices iguales de covarianza esférica y probabilidades de muestras iguales.

Se realizaron dos tipos de agrupamiento. El agrupamiento tipo 1 se realizó con 46 descriptores. El agrupamiento tipo 2 se realizó con nueve descriptores relacionados con características de valor agronómico (Tabla 1) (Huaman,1972; López, 1991).

El cálculo de valores discriminativos de los descriptores cualitativos para separar grupos de clones se determinó usando el índice «D» de Pankhurt definido por Engels, 1974, el valor «D» se basa en el número de pares de taxa que puedan ser separados (numerador) y el número total de pares (denominador); para una característica con 2 estados, la fórmula es:

$$\mathbf{D} = \frac{\frac{n_I * n_{II}}{N(N-1)}}{2}$$

Donde **D** es el valor discriminativo del descriptor; n_I es el número de clones mostrado en el estado I; n_{II} es el número de clones mostrados en el estado II y N es el número total de clones. Una fórmula general para una descripción con kestados se utilizó en el agrupamiento tipo 1.

$$D = \frac{\sum_{1=1}^{k} \sum_{j=1+1}^{k} n_1 \, n_1}{N/2}$$

BIBLIOTECA AGROPECUARIA DE COLOMBIA

TABLA 1. Descriptores utilizados en la descripción sistemática en los agrupamientos tipo 1 y tipo 2.

Enroscamiento	Color secundario de la piel
Tipo de planta*	Color predominante de la pulpa de la raíz
Cobertura del suelo	Color secundario de la pulpa
Longitud del entrenudo	Distribución del color secundario de la pulpa de la raíz
Diámetro del entrenudo	Hábito de floración
Color predominante de los tallos	Color de la flor
Color secundario de los tallos	Ancho de la flor
Pubescencia del ápice de los tallos	Largo de la flor
Perfil general de la hoja	Forma del limbo de la flor*
Número de lóbulos de la hoja	Igualdad de longitud de los sépalos
Tipo de lóbulos de la hoja	Número de venas de los sépalos
Forma del lóbulo central de la hoja	Pubescencia de los sépalos
Tamaño de la hoja madura*	Color de los sépalos
Pigmentación de las nervaduras del envésde la hoja*	Color del estigma
Color de la hoja madura*	Color del estilo
Color de la hoja inmadura	Posición del estigma
Longitud del peciolo	Color del estilo
Pigmentación del peciolo	Posición del estigma
Forma de la raíz reservante*	Producción de cápsulas con semillas
Defecto de la superficie de la raíz reservante*	Formación de raíz reservante
Grosor de la corteza de la raíz reservante*	Unión de la raíz reservante con el tallo
Color predominante de la piel de la raíz reservante*	Oxidación de las raíces reservantes
Intensidad del color predominante de lapiel de la raíz reservante	Producción de látex en las raíces

* Descriptores utilizados en el agrupamiento tipo 2.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Valor discriminativo de descriptores cualitativos en el agrupamiento tipo 1

Con base en el valor descriminativo «D», se seleccionaron 12 variables con alto valor «D» (Tabla 2). Estos descriptores fueron los que permitieron obtener mayor diferencia entre grupos de la población en estudio. De las 12 variables seleccionadas, 5 concuerdan con 8 utilizadas por Huaman, 1987, que son imprescindibles para diferenciar cultivares de *I. batatas*. También concuerdan con 11 descriptores de los 20 utilizados por López, 1991, seleccionados por el mismo valor «D». El alto valor «D» está relacionado directamente con el número de estados del descriptor; por tanto entre más estados tenga, mayor es el valor discriminativo del descriptor.

TABLA 2. Descriptores con mayor valor discriminativo «D» en el agrupamiento tipo 1

Descriptor		Estados	«D»
Pigmentación del peciolo	(PIPE)		0.90632
Forma del lóbulo central	(FOLOBC)	10	0.91765
Pigmentación nervadura envés de la hoja	(PIGNEV)	6	0.90632
Color de la hoja madura	(COHOMA)	9	0.90632
Color de la hoja inmadura	(COHOIN)	9	0.90632
Forma de la raíz reservante	(FORR)	9	0.90632
Defecto de la superficie de la raíz.	(DESUPR)	9	0.90632
Color predominante de la piel de la raíz	(COPPR)	9	0.90632
Color secundario de la piel de la raíz	(COSPR)	10	0.91765
Color predominante de la pulpa	(COPPU)	9	0.90632
Distribución del color secundario de la pulpa	(DICOSP)	10	0.91765
Color secundario de la pulpa	(COSPU)	10	0.91765

RELACIÓN ENTRE LOS AGRUPAMIENTOS

Tomando como base el criterio de selección para el número de grupos el estadístico seudo T^2 y la distribución de individuos por grupos, se seleccionaron 8 grupos de clones en los 2 agrupamientos (Tabla 3).

En el agrupamiento tipo 1, el grupo 3 concentró el mayor número de clones (14 individuos), seguido de los grupos 2 y 6 con 8 clones cada uno, el grupo 5 concentró solo 3 clones, la distribución de los clones por grupos no fue equitativa. El agrupamiento tipo 2 por su parte concentró el mayor número de clones en el grupo 2 (11 individuos), seguido de los grupos 1 y 4 con nueve clones cada uno, el grupo 8 concentró solo 3 clones. El agrupamiento fue diferente dependiendo del número y clase de descriptores, lo cual indica que es necesario definir claramente los descriptores que permitirán obtener diferencias claras entre grupos.

La relación existente es que el clon 86-1134 permaneció en el mismo grupo 1 a pesar de estar en diferentes agrupamientos, este mismo fenómeno ocurrió con los clones 861224, 861226, 821236 que ocuparon el mismo grupo 3 y los clones 910010 ubicado en el grupo 6 y el clon 900018 localizado en el grupo 7.

TABLA 3. Clones por grupos en los dos tipos de agrupamiento.

AGRUPAMIENTO TIPO 1							
Grupo 1	Grupo 2	Grupo3	Grupo4	Grupo 5	Grupo 6	Grupo 7	Grupo 8
861120A	910003	861151	861103	871806	900019	900017	861141
900009	861277	861120	861107	910001A	900010	900012	900013
861134	910004	861132	861111	910001	B.R.J.	861245	910002
900009A	861491	900006	900020		861088	900018	861093
	900003	861131	861160		900014		861477
	900007	861129			861083		900005
		861259	861224				910010
		900004	861236				900001
			861226				
			900008				
			961134				
			871807				
			861122				
			861219				
AGRUPAMIENTO TIPO 2							
861120	861093	861224	861277	861134	861103	900010	861132
900008	861141	861088	910004	900009A	900013	B.R.J.	00001
861129	861111	861226	861250	900009	900020	900014	61083
861122	900002	861236	861151	861112A	861160	900019	
861131	900017	871806	900003		861245	900018	
861134	900012		900007		910010		
900006	861107		861491				
861219	861477		910002				
871807	900005		900004				
	910001A						
	910001						

RELACIÓN ENTRE GRUPOS DE CLONES

En el dendrograma obtenido en el agrupamiento tipo 1 (Figura 1), al pasar de 8 a 3 grupos, el R^2 semiparcial pasa de 0,03 a 0,06 lo que demuestra un aumento del 100% la varianza pero en baja magnitud; esta baja magnitud indica que existe poca disimilitud en la formación de los conglomerados, es decir, los grupos difieren muy poco en sus características morfológicas.

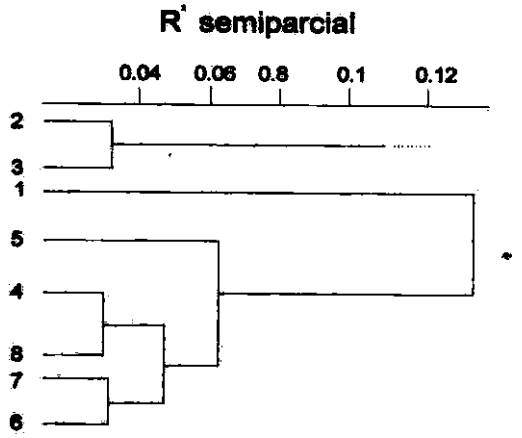

FIGURA 1. Dendograma del agrupamiento tipo 1.

En el dendograma del agrupamiento tipo 2 (Figura 2), al pasar de 3 a 8 grupos, el R^2 semiparcial cambia de 0,145 a 0,025; esta variación es más amplia comparada con la del tipo 1, lo que indica una mayor disimilitud entre los grupos.

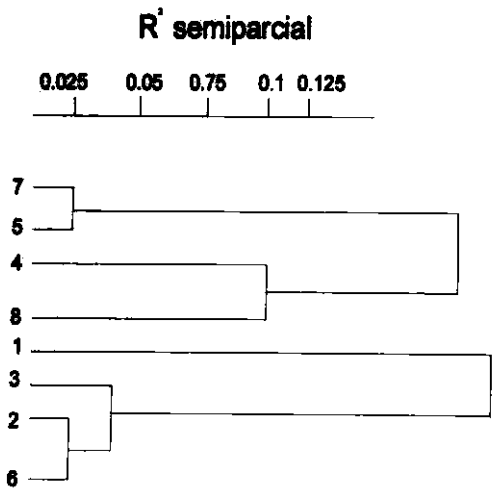

FIGURA 2. Dendograma del agrupamiento tipo 2.

CARACTERÍSTICAS DE LOS GRUPOS

La medida de similaridad R^2 semiparcial, señala el nivel de conformación de los grupos y la variación relativa entre ellos. A medida que aumenta el R^2 semiparcial el número de grupos es menor, lo cual indica menor similitud entre ellos. El dendograma del agrupamiento 1, los ocho grupos fueron conformados a un cambio de R^2 de 0.04, lo cual indica poca variación entre grupos (Figura 3).

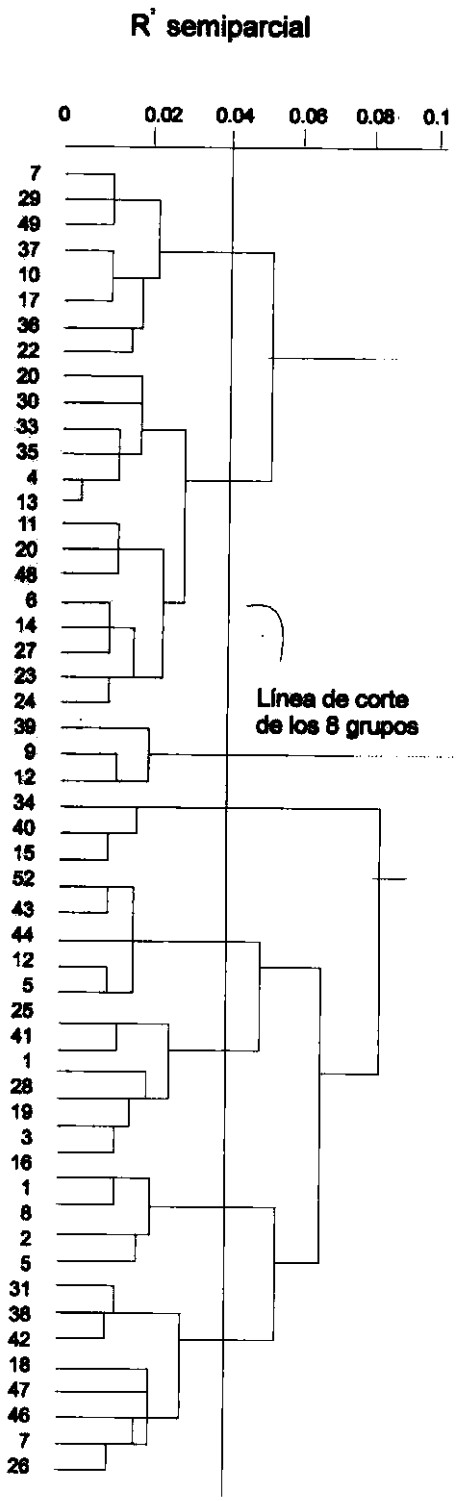

FIGURA 3. Dendograma del agrupamiento tipo 1.

En el agrupamiento tipo 1 se seleccionaron 8 grupos de clones (Tabla 4). El grupo 1 constituido por 4 clones, todos de raíces con peridermis de color mo-

TABLA 4. Porcentajes de clones del agrupamiento tipo 1 según descriptores discriminativo

DESCRIPTORES	GRUPOS							
	1 (4)	2 (8)	3 (14)	4 (5)	5 (3)	6 (8)	7 (4)	8 (6)
PIGMENTACIÓN DEL PECIOLO								
verde								
vermota		87.5(9)	35.7(5)	100(5)	100(3)	50(4)	25(1)	33.3(2)
vermoha		12.5(1)	35.7(5)					
vermotaho			28.5(4)					
vermamopc	75(3)							
total morado	25(1)							
FORMA DEL LÓBULO CENTRAL HOJA								
dentado						25(2)		
triangular		12.5(1)	35.7(5)	40(2).		50(4)	25(1)	
semielíptico	75(3)	50(4)	57.4(8)	60(3)	100(3)	25(2)	75(3)	50(3)
elíptico		12.5(1)						
lanceolado	25(1)	25(1)	7.14(1)					
COLOR DE LA HOJA MADURA								
verde	100(4)	87.5(7)	78.5(11)	100(5)	100(3)	62.5(5)	50(2)	16.6(1)
verde bordes morados		12.5(1)	21.4(3)			37.5(3)	50(2)	83.3(5)
COLOR DE LA HOJA INMADURA								
verde bordes morados					66.6(2)	25(2)		33.3(2)
ligeramente morada		12.5(1)	21.4(3)	100(5)	33.3 (1)	50.4(4)	50(2)	33.3(2)
mayormente morada	100(4)	62.5(5)	78.5(11)			25(2)		33.3(2)
morada en ambas superficies		25(2)						
PIGMENTACIÓN DE LAS NERVADURAS								83.3(5)
verde			21.4(3)	100(5)	100(3)	62.5(5)	75(3)	
moradas en la base de la ppal.						25(2)		
Manchas moradas en varias						12.5(1)	25(1)	
nerv. Ppal. mayormente morada		12.5(1)	71.4(1)					
todas parcialmente moradas	75(3)	87.5(1)	71.4(10)					16.6(1)
todas totalmente moradas	25(1)							
FORMA DE LA RAÍZ								
redonda		25(2)				50(4)	25(1)	
redonda elíptica	25(1)	50(4)	7.14(1)	60(3)		12.5(1)		16.6(1)
elíptica	25(1)		7.14(1)					
ovada		12.5(1)	64.2(9)			25(2)		16.6(1)
abovada	50(2)	12.5(1)					25(1)	16.6(1)
larga oblonga					66.6(2)			
larga elíptica			7.14(1)	40(2)				
larga irregular			14.2(2)		33.3(1)	12.5(1)	25(1)	50(3)
							25(1)	
DEFECTOS DE LA SUPERFICIE RAÍZ								
ausente	25(1)	50.0(4)				12.5(1)		16.3(1)
piel de cocodrilo			7.14(1)	80(4)	33.3(1)	12.5(1)		66.6(4)
venas		37.5(3)	78.5(11)	20(1)	33.3(1)	62.5(5)	25(1)	16.6(1)
constric. Horizontales superfi							50(2)	
constricc. Horizontales profund			7.14(1)					
hendiduras longitud. superficie	75(3)	12.5(1)	7.14(1)		33.3(1)	12.5(1)	25(1)	
COLOR PREDOMINANTE PERIDERMIS RAÍZ								
blanco						37.5(3)		
crema					33.3(1)	12.5(1)	25(1)	
amarillo					33.3(1)		75(3)	66.6(4)
anaranjado				80(4)				33.3(2)
rosado		37.5(3)		20(1)		25(2)		
rojo		50.0(4)	14.2(2)					
rojo morado		12.5(1)	35.7(5)		33.3(1)	25(2)		
morado oscuro	100(4)		50.0(7)					
COLOR SECUNDARIO PERIDERMIS RAÍZ								
ausente	100(4)	100(8)	78.5(1)1		100(3)	100(8)	100(4)	83.3(5)
blanco			21.4(3)	60(3)				16.6(1)
rojo				40(2)				
COLOR PREDOMINANTE DE LA PULPA								
blanco		37.5(3)	92.8(3)		33.3(1)	25(2)		
crema		50(4)	7.14(1)		66.6(2)	37.5(3)	50(2)	50(3)
crema oscuro		12.5(1)		40(2)		25(2)		33.3(2)
amarillo pálido				60(3)			25(1)	
amarillo oscuro						12.5(1)	25(1)	16.6(1)
fuerte pigmentación con antocianinas	100(4)							
DISTRIBUCIÓN COLOR SEC. DE LA PULPA			85.7(1)2		33.3(1)	12.5(1)		
ausente								16.6(1)
anillo delgado en la corteza								16.6(1)
anillo ancho en la corteza		80(8)	14.2(2)	40(2)	33.3(1)	50(4)	75(3)	
manchas esparcidas				20(1)				
anillo delgado en la pulpa						12.5(1)		
anillo ancho en la pulpa	50(2)					12.5(1)		66.6(4)
anillo y otras áreas pigmentadas	50(2)			40(2)	33.3(1)		25(1)	
en secciones longitudinales						12.5(1)		
en la mayor parte de la pulpa								
en la totalidad de la pulpa								

NOTA: Número entre paréntesis, representa el número de clones.

rado oscuro y pulpas fuertemente pigmentadas con antocianinas, se presentaron 3 formas de raíces: redonda elíptica, elíptica y abovada.

Todos los clones de este grupo tienen las hojas inmaduras de color mayormente moradas y hojas maduras con color verde. El 87,8% de los clones del grupo 2 tienen el peciolo y la hoja madura de color verde en igual proporción, de 8 clones del grupo el 50% tuvo raíz de forma redonda-elíptica, el 25% de forma redonda y el 25% restante dividida entre ovada y abovada. El 50% de los clones no presentaron defecto en la superficie de la raíz, con igual proporción la raíz de piel color roja y la pulpa de color crema.

El grupo 3 concentró el mayor número de clones (14 individuos). El 78,5% de sus clones mostró hojas maduras de color verde. El 71,4% de los clones presentaron todas las nervaduras del envés de las hojas parcialmente moradas. El color de la piel se registró morado oscuro en un 50% de los clones, rojo-morado en el 5,7% y rojo en el 14,2%. El 92,8% de los individuos son de pulpa blanca y el 78% de los clones tienen venas en la superficie de la raíz. La bondad de este grupo es su alta variabilidad morfológica en sus raíces, lo que a su vez ofrece mayores oportunidades en el uso de sus individuos.

El grupo 4 presentó sus 5 clones con peciolo de color verde y hojas inmaduras de color ligeramente moradas, hojas maduras de color verde y nervaduras del envés también verdes. El 80% de los clones mostraron raíces con peridermis parecido a la piel de cocodrilo y con igual proporción el color anaranjado de la peridermis. El 60% de los individuos tienen la pulpa de color amarillo pálido y el mismo 60% de sus clones con forma redonda elíptica en la raíz tuberosa. Este grupo puede tener mucha utilidad en programas de selección, ya que poseen individuos con raíces tuberosas de buena calidad comercial, como es la forma, el color de la peridermis y de la pulpa.

El grupo 5, concentra el menor número de clones (3 individuos), los clones presentaron peciolo, hojas maduras y nervaduras del envés de color verde. El color de la peridermis varió entre crema, amarillo y rojo morado; dos clones con pulpa de color crema y uno de color blanco.

El grupo 6 tuvo 8 clones de los cuales el 62,5% mostraron venas como defecto en la superficie de la raíz y hojas maduras de color verde en igual proporción. La forma de la raíz fue variable entre redonda, redonda elíptica, ovadas y largas irregulares. EL color de la peridermis de la raíz también fue muy variable, al igual que el color de la pulpa. Este grupo se caracterizó por su alta variabilidad morfológica.

Al grupo 7 pertenecen 4 clones, el 75% de ellos presentaron hojas con el lóbulo central semielíptico. EL 75% de los clones mostraron raíz tuberosa de color amarillo en la peridermis, la pulpa de la raíz fue de color crema y amarillo. Los 4 clones del grupo son de interés en mejoramiento, tomando como criterios de selección el color de la peridermis y el de la pulpa por tener estos altos contenidos en beta caroteno (2).

Grupo 8, las hojas maduras de los clones del grupo fueron verdes en 83% y con igual proporción, hubo individuos con pigmentación verde en las venas en el envés. La forma de la raíz fue muy variable y la peridermis de la raíz tuberosa mostró 2 colores, amarillo y anaranjado con un 66,6% y 33,3% de los clones respectivamente. EL 50% de los clones mostraron raíz con pulpa de color predominante crema y como color secundario amarillo en un 83% de los clones. El grupo 8 es otro de los que tienen utilidad en mejoramiento por las cualidades aceptables de sus raíces.

Agrupamiento tipo 2. Este agrupamiento se realizó con base en 9 descriptores y debido a la similitud por estos caracteres, los clones se agruparon muy tempranamente en el proceso de unión y conformación de los grupos (Figura 4). La similitud entre los grupos de este agrupamiento es mucho mayor que la del tipo 1; es decir las variaciones reducidas del R^2 semiparcial de éste agrupamiento, muestran un alto grado de similitud inter e intra grupo de clones. La Tabla 5 contiene el porcentaje de cada uno de los grupos con relación a los estados de dichos descriptores.

Al grupo 1 correspondieron 9 clones; el 55,5% de ellos tuvieron ramas principales extremadamente dispersas el 33,3% con ramas principales semierectas y el 11,1% restante con ramas principales erectas, estos clones pertenecientes a los dos últimos porcentajes tienen importancia en mejoramiento como materiales excelentes en cultivos asociados. El 88,8% de los clones del grupo tiene raíz de forma ovada . El color de la peridermis de la raíz fue principalmente rojo - morado y morado oscuro, ambos con un 44,4% de los clones, todos los individuos del grupo tienen la corteza muy gruesa en la raíz tuberosa y la pulpa blanca. Batatas con corteza gruesa en la raíz tuberosa son resistentes al manipuleo y transporte, por ello esta característica es importante en programas de selección.

El grupo 2 se caracterizó por ser el más numeroso, con 11 clones; el 63,3~ de ellos con ramas princi-

pales dispersas. La raíz tuberosa fue muy variada destacándose la forma larga elíptica con un 54,4% de los clones, la peridermis de la raíz con colores amarillo y anaranjado fueron las más predominantes en los clones con 54,5% y 36,3% respectivamente; todos los clones tuvieron corteza muy gruesa en la raíz.

El color de la pulpa fue muy variado encontrándose cremas, crema oscuro, amarillo pálido, amarillo oscuro. El color de la raíz amarillo y anaranjado en la pulpa y peridermis así como la corteza muy gruesa son las características más sobresalientes de este grupo, que pueden ser utilizadas como recurso genético en programas de mejoramiento.

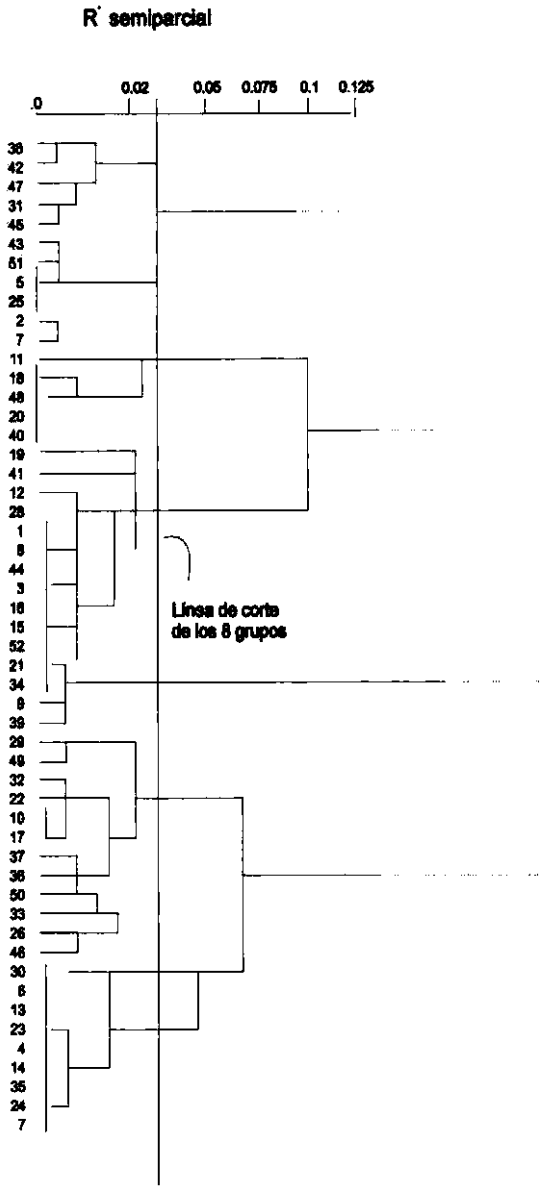

FIGURA 4. Dendograma del agrupamiento tipo 2.

Grupo 3. El 60% de los 5 clones del grupo [illegible] ramas principales semierectas y el 40% dispers[illegible] El 80% de los clones tienen raíces tuberosas de fo[illegible]ma largas irregulares. EL 60% de los clones presen[illegible]taron color rojo morado en la peridermis de la raíz y el 40% restante de color morado oscuro. Todos los clones presentaron raíz reservante con corteza muy gruesa y pulpa de color blanco sin color secundario en ella.

El 55,5% de los clones del grupo 4 registraron ramas principales semirectas y el 44,4% dispersas. El grupo mostró 4 formas de raíces ovada, abovada, redonda y redonda elíptica, siendo esta última forma la más predominante con el 55% de los clones. El color rojo de la peridermis predominó en el 55,6% de los clones, se encontraron 3 groseros diferentes en la corteza de la raíz. En los 9 clones del grupo, intermedia, gruesa y muy gruesa, así como también 3 colores diferentes en la pulpa: Blanco, crema y crema oscuro, con predominio del crema en el 55,6% de los clones.

El grupo 5 concentró 4 clones, 3 de ellos (75%) presentaron ramas principales semierectas de gran interés en cultivos intercalados. El % de los clones tuvieron raíces tuberosas de forma abovada y el 50% restante dividido entre clones con raíces de forma redonda elíptica y elíptica. Todos los individuos del grupo presentaron peridermis en la raíz de color morado oscuro y la pulpa de color pigmentado con antocianina.

Seis clones concentró el grupo 6, el 83,3% de ellos presentaron hojas con lóbulos superficiales y el 66,6% mostraron hojas maduras de color verde. El 50% de los clones tienen ramas principales semierectas, la raíz tuberosa mostró 3 formas diferentes en los clones abovada (50%), elíptica (25%) y redonda elíptica (25%). El color de la peridermis de la raíz fue amarillo, anaranjado y rosado, cada estado con 2 clones, 3 clones presentaron corteza gruesa y los otros 3 corteza muy gruesa en la raíz tuberosa. El 50% de los individuos mostraron pulpa de color crema en la raíz.

Grupo 7. caracterizado por presentar todos sus 5 clones con hojas maduras y nervaduras del envés de color verde. Las raíces tuberosas presentaron formas redonda (40%), ovada (40%) y abovada (20%) en los clones, estas formas son deseables ya que según Huaman, 1991, facilitan el empaque y transporte y además son determinantes de una aceptable calidad comercial. El 40% de los individuos tienen color blanco en la peridermis y también un 60% con individuos de pulpa de color crema en la raíz tuberosa.

El grupo 8 con solo 3 clones fue el menos numeroso, 2 de ellos presentaron ramas principales semierectas y otro con ramas dispersas. Todos los clones del grupo mostraron raíz tuberosa con corteza muy gruesa, cualidad que le da a la raíz resistencia al manipuleo y transporte. La forma redonda en la raíz tuberosa se encontró en el 66,6% de los clones, la forma ovada en el 33,33% restantes, los colores encontrados en la peridermis fueron rosado, remojado y morado oscuro. Dos clones mostraron pulpa de color crema.

TABLA 5. Porcentaje de clones del agrupamiento Tipo 2 según nueve descriptores.

Descriptores	GRUPOS							
	1(9)	2(11)	3(5)	4(9)	5(4)	6(6)	7(5)	8(3)
TIPO DE PLANTA								
erecta	11(1)						20(1)	
semierecta	33.3(3)	27.3(3)	60(3)	55.6(5)	75(3)	50(3)	60(3)	66.7(2)
dispersa		63.4(7)	40(2)	44.4(4)	25(1)	16.7(1)	20(1)	33.3(1)
Extremedamente dispersa	55.5(5)	9.1(1)						
TIPO DE LÓBULOS DE HOJA								
sin lóbulos								33.3(1)
muy superficiales			20(1)				40(2)	33.3(1)
superficiales	100(9)	45.5(5)	80(4)	33.3(3)		83.3(5)	60(3)	33.3(1)
moderadamente profundos		45.5(5)		44.4(4)	100(4)	16.7(1)		
profundos				22.2(2)				
muy profundos		9.1(1)						
PIGMENTACIÓN NERVADURAS								
verde		90.9(10)	80(4)			66.7(4)	100(5)	33.1(1)
moradas la banc de la N. ppal.				11.1(1)		16.7(1)		33.1(1)
manchas moradas en varias		9.1(1)		73.8(7)	75(3)			
nerv. Ppal. Mayormente morada	100(9)		20(1)		25(1)			
todas parcialmente moradas								
todas totalmente moradas.								
COLOR DE LA HOJA MADURA								
verde	77.8(7)	45.5(5)	60(3)	88.9(8)	100(4)	66.7(4)	100(5)	66.7(2)
verde con bordes morados	22.2(2)	54.5(6)	40(2)	11.1(1)		33.3(2)		33.3(1)
FORMA DE LA RAÍZ								
redonda				22.2(2)		16.7(1)	40(2)	66.7(2)
redonda elíptica				55.6(5)	25(1)	83.3(5)		
elíptica	11.1(1)				25(1)			
ovada	88.9(8)	9.1(1)		11.1(1)			40(2)	33.3(1)
abovada		9.1(1)		11.1(1)	50(2)		20(1)	
larga oblonga		18.2(2)						
larga elíptica		54.5(6)	20(1)					
larga irregular		9.1(1)	80(4)					
COLOR PREDOMINANTE PULPA								
blanco							60(3)	
crema		9.1(1)					40(2)	
anaranjado		54.5(6)						
rosado		36.4(4)		33.3(3)		33.3(2)		33.3(1)
rojo	11.1 (1)			55.9(5)		33.3(2)		
rojo morado	44.4(4)		60(3)	11.1(1)		33.3(2)		33.3(1)
morado oscuro	44.4(4)		40(2)		100(4)			33.3(1)
GROSOR DE LA CORTEZA								
intermedia (2-5 mm)				22.2(2)			20(1)	
gruesa (3-4 mm)				55.6(5)	25(1)	50(3)	40(2)	
muy gruesa (>4 mm)	100(9)	100(11)	100(5)	22.2(2)	75(3)	50(3)	40(2)	100(3)
COLOR PREDOMINANTE PULPA								
blanco	100(9)		100(5)	33.3(3)				66.7(2)
crema		45.5(2)		55.6(5)		16.7(1)	60(3)	33.3(1)
crema oscuro		18.2(2)		11.1(1)		50(3)	20(1)	
amarillo pálido		18.2(2)				33.3(2)		
amarillo oscuro		18.2(2)					20(1)	
fuertemente pigmentada					100(4)			
COLOR SECUNDARIO PULPA								
ausente	88.9(8)		100(5)					33.3(1)
blanco				44.4(4)		16.7(1)	80(4)	33.3(1)
crema	11.1(1)	27.3(3)		33.3(3)		33.3(2)		33.3(1)
amarillo		72.7(8)		22.2(2)		33.3(2)		
anaranjado					25(1)	16.7(1)	20(1)	
rosado					75(3)			

NOTA: Número entre paréntesis, representa el número de clones.

CONCLUSIONES

1. El valor discriminativo «D» permitió separar descriptores con alto valor discriminativo en el agrupamiento tipo 1. Los descriptores con mayor valor «D» fueron: Pigmentación del peciolo, forma del lóbulo central, de la hoja, pigmentación de las nervaduras del envés de la hoja, color de la hoja madura e inmadura, forma de la raíz tuberosa, color predominante y color secundario y distribución del color secundario de la pulpa de la raíz tuberosa.

2. El agrupamiento tipo 2 presentó mayor rango de varianza en la conformación de los conglomerados comparados con el agrupamiento tipo 1, pero tuvo mayor similitud dentro de sus grupos de clones, lo que indica homogeneidad en sus grupos debido al menor número de caracteres morfológicos utilizados.

3. En el agrupamiento tipo 1, los grupos con mayor diversidad morfológica entre sus clones fueron el 2,3,6,7, y 8 los grupos más homogéneos fueron el 1,4 y 5.

4. La población presentó alta variabilidad en las siguientes características: Pigmentación del peciolo, pigmentación de las nervaduras del envés de la hoja, forma de la raíz reservante, color predominante de la peridermis de la raíz reservante, color secundario y distribución del color secundario de la pulpa de la raíz reservante.

5. Teniendo en cuenta el agrupamiento tipo 2 que esta basado en descriptores de alto valor agronómico, todos sus grupos poseen varios clones con características deseables en fitomejoramiento de batata, pero se destacan los grupos 1,2,4 y 5.

LITERATURA CITADA

Engels, J.M.N. 1974. A systematic description of cacao clones. 1 the discriminate valve of quantitative characteristics. Euphytica (Holanda) 32: 377 - 385.

Huaman, Z. 1987. Notas sobre recursos fitogenéticos de *Ipomoea batatas* y especies afines. **En:** Curso internacional sobre introducciones y mantenimiento in vitro de recursos fitogenéticos de *I. batatas* y especies afines (Julio, 6 - 17, 1987) Cip a Fonaiap.

——— **et al.** 1991. Descriptores de batata (*Ipomoea batatas)* aprobados por el IBPGR. Lima (Perú) Cip Aurdc.

———1991. Colección de germoplasma de batatas en Latinoamérica. En Revista Diversity. Vol. 7 n 1 y 2 p50 - 51.

López, A.J. 1991. Descripción sistemática y parámetros genéticos para características cualitativas y cuantitativas en la colección de batatas (*Ipomoea batatas* (L) J Lam.) del CATIE. Turrialba, (Costa Rica) CATIE p.128 Tesis (Magister Scientiae).

Ward J.H. 1963. Hierarchical grouping to optimize and objetive function. **En:** Journal of the American Statistical Association, p.236 - 244.