

**CARACTERIZACION MORFOLÓGICA DE 39 GENOTIPOS DE LA COLECCION DE LULO  
*Solanum quitoense* Lam. DE LA UNIVERSIDAD DE NARIÑO EN EL MUNICIPIO DE  
BUESACO- NARIÑO**

**MORPHOLOGICALLY CHARACTERIZED OF 39 INTRODUCTION OF LULO *Solanum  
quitoense* Lam. OF THE NARIÑO'S UNIVERSITY COLLECTION ON THE MUNICIPALITY  
OF BUESACO- NARIÑO**

Marcela Riascos<sup>1</sup>, Adriana Santacruz<sup>2</sup>, Tulio César Lagos<sup>3</sup> y Oscar Checa Coral<sup>4</sup>

**RESUMEN**

Se caracterizaron morfológicamente 39 introducciones de la colección de Lulo (*Solanum quitoense* Lam.) de la Universidad de Nariño en el municipio de Buesaco (Nariño) a 1959 msnm, provenientes de los departamentos de Cauca, Nariño, Valle del Cauca, Risaralda y Antioquia. El Análisis de Componentes Principales para variables cuantitativas indica que los cinco primeros factores explican el 80,39% de la variación total y la Clasificación Jerárquica identificó cinco clases que junto con el ACP revelaron una alta contribución de las variables relacionadas con el fruto a la variación observada. El Análisis de Correspondencias Múltiples para caracteres cualitativos indica que los primeros cinco factores explicaron el 51,27% de la variabilidad total. Las características que más aportaron a la conformación de los factores estuvieron relacionadas con presencia, forma, densidad y color de espinas en el tallo; presencia y forma de espinas en las hojas; presencia y color de pubescencia en las hojas; color de la pulpa; color de la baya y porte de planta. En el Análisis de Clasificación para atributos cualitativos se determinaron cuatro grupos identificados principalmente por características relacionadas con fruto y espinas.

**Palabras claves:** variabilidad, ACP, ACM, Análisis de Clasificación, introducciones, clases.

---

Artículo para optar el título de Ingeniera Agrónoma

<sup>1</sup> Ingeniera Agronómica. Universidad de Nariño. marcer1303@hotmail.com

<sup>2</sup> Ingeniera Agronómica. Universidad de Nariño. adriana.santacruz@hotmail.com

<sup>3</sup> I. A. PhD. Profesor Asociado Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño. tclagosb@udenar.edu.co

<sup>4</sup> I. A. PhD. Profesor Asociado Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño. cicagrarias@hotmail.com

## ABSTRACT

Morphological characterization 39 genotypes Lulo (*Solanum quitoense* Lam.) Collection at the University of Nariño in the municipality of Buesaco (Nariño) to 1959 masl, from the departments of Cauca, Nariño, Valle del Cauca, Risaralda and Antioquia. Principal Component Analysis for quantitative variables indicates that the first five factors accounted for 80.39% of the total variation and hierarchical classification identified five classes attached to the ACP revealed a high contribution of variables related to fruit to the observed variation. Multiple Correspondence Analysis for qualitative characters indicates that the first five factors accounted for 51.27% of the total variability. The features that most contributed to the formation of the factors were related to presence, shape, density and color of spines on the stem, presence and shape of spines on the leaves, presence and color of pubescence on the leaves, color of pulp; color of berry and plant size. In the classification analysis for qualitative attributes identified four groups by characteristics related to fruit and thorns.

**Keywords:** variability, ACP, ACM, classification analysis, introductions, classes.

## INTRODUCCIÓN

Por mucho tiempo el lulo *Solanum quitoense* Lam, ha sido una fruta popular en Colombia y el Ecuador. Su origen es andino, cuyo centro primario de diversidad y variabilidad genética está ubicado en Colombia, Ecuador y Perú. Crece en Guatemala, Panamá, Costa Rica y África. Esta especie ha tomado importancia como un cultivo potencial y promisorio debido a su valor nutritivo y a sus propiedades organolépticas que lo hacen apetecible en los mercados nacionales e internacionales. El país cuenta con ofertas ambientales óptimas para su cultivo, pero aún no se ha hecho uso de su variabilidad genética (Charry, 2003).

La mayoría de los agricultores nariñenses siembran el genotipo Castilla, con el cual han obtenido un rendimiento promedio de 6,8 t/ha, se ven enfrentados a problemas bióticos, muchos de los cuales son altamente limitantes para el cultivo, tales como *Fusarium oxysporum*, *Meloidogyne incognita* y *Neoleucionodes elegantalis*. El desconocimiento de los recursos genéticos de lulo hace que actualmente no haya soluciones efectivas a los problemas mencionados (Cárdenas, 2009), por lo anterior, es necesario buscar estrategias de producción que logren el nivel de calidad y consistencia del producto que demanda la industria, siendo

necesario avanzar con las investigaciones que permitan evaluar diferentes genotipos de lulo e implementarlos en la región para determinar su producción y su rendimiento.

Los trabajos de fitomejoramiento en lulo son escasos, hasta ahora se ha avanzado en la producción de cruces interespecíficos buscando incrementar la base genética y la resistencia a *Meloidogyne incognita*. En Colombia trabajos de retrocruzas entre *S.quitoense* x *S.hirtum* dieron origen a la variedad lulo La Selva con resistencia al nematodo (Segovia, 2002).

El estudio de la diversidad genética se apoya en la caracterización por medio de descriptores morfológicos, isoenzimáticos o marcados moleculares. Los marcadores morfológicos son de fácil acceso y su información es indispensable para los trabajos de mejoramiento. La caracterización morfológica pretende mostrar atributos que diferencien o relacionen las plantas estudiadas. Se basa en variables cualitativas y cuantitativas de alta heredabilidad (Checa, 2009).

En Corpoica La Selva, se realizaron estudios sobre la variabilidad morfológica de 116 accesiones de la colección de lulo y especies de la sección *Lasiocarpa*, encontrándose una alta variabilidad cualitativa y en los atributos cuantitativos. Posteriormente, realizaron trabajos de caracterización molecular de 159 accesiones. (Fory, 2005; Lobo et. al., 2007). En el 2009 se evaluaron 11 híbridos interespecíficos pertenecientes al programa de mejoramiento de frutales andinos de Colombia usando marcadores moleculares COSII (Cárdenas, 2009).

En Colombia el banco de germoplasma del estado, custodiado por Corpoica, en Rionegro (Antioquia) conserva una colección de lulo *S. quitoense*, y especies relacionadas de la sección *Lasiocarpa*, con 159 accesiones de lulo. En el Valle del Cauca (Darién), Carmona (2003) de la Universidad Nacional, Palmira realizó una colección de 12 especies de *Solanum* relacionadas con el lulo.

En el año 2007, el grupo de Producción en Frutales Andinos de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad de Nariño recibió del CIAT una colección de 53 genotipos de lulo pertenecientes a una colecta realizada en el Valle del Cauca, Nariño, Huila, Cauca, Risaralda, Antioquia (Lagos, 2010).

Es necesario iniciar los estudios de caracterización de la colección mencionada para conocer

su diversidad genética, tener la información básica para la implementación de un programa de mejoramiento genético, que contribuya a la obtención de soluciones sostenibles de los problemas de producción comunes en el cultivo de lulo.

Los objetivos del presente trabajo fueron caracterizar morfológicamente 39 introducciones de lulo (*Solanum quitoense* Lam.) de la colección de la Universidad de Nariño en el municipio de Buesaco y formación grupos para las variables cualitativas y cuantitativas; contribuyendo al conocimiento de la diversidad genética de esta especie.

## **MATERIALES Y METODOS**

**Localización.** Este trabajo se llevó a cabo en el municipio de Buesaco-Nariño, vereda Veracruz, finca la Brigada ubicado a una altura de 1800 msnm, 1°28'LN y 77°2'LO con una temperatura promedio de 18°C y una precipitación promedio anual de 1400 mm (IDEAM, Laboratorio de suelos de la Universidad de Nariño, 2009).

**Material genético.** Las 39 introducciones caracterizadas se describen en la Tabla 1. Las introducciones del uno al 30 fueron donadas por el Centro Internacional de Agricultura Internacional (CIAT) al grupo de Producción de Frutales Andinos (GPFA) en noviembre del año de 2007. Esta colección es uno de los resultados del proyecto “Lulo con valor agregado: alternativas para el pequeño productor”, liderado por el CIAT. Estas introducciones se colectaron en la zona cafetera y de clima medio de Antioquia, Risaralda, Cauca y Valle del Cauca. El resto de introducciones, pertenece a la colección de trabajo del programa de mejoramiento genético de lulo del GPFA (Lagos, 2010).

**Descriptor morfológicos.** La información se registró en cuatro plantas de cada introducción. Para determinar las variables a utilizar se tomó como referencia un listado de descriptores desarrollados por investigadores de la Universidad Nacional de Colombia y CORPOICA-La Selva (Lobo *et al.*, 2007). Para los datos cuantitativos, se tomaron del promedio de las cuatro plantas y los datos cualitativos corresponden a la moda obtenida de las cuatro plantas. A continuación las variables utilizadas:

**Tabla 1.** Origen de 39 introducciones de *S. quitoense* L. pertenecientes a la colección de la Universidad de Nariño.

No.	Introducción	Origen	No.	Introducción	Origen
1	JS-E1	D(VC)	21	AG-E1	SRC(R)
2	OR-E1	SRC(R)	22	JS-E2	D(VC)
3	YD-S1	Tu(VC)	23	SGR-7	D(VC)
4	FG-E1	D(VC)	24	PH-E1	P(C)
5	DP-E1	P(C)	25	120044	RN(Ant)CORPOICA
6	VM-E1	P(C)	26	PL-11	RN(Ant)CORPOICA
7	PH-S1	P(C)	27	PL-19	RN(Ant)CORPOICA
8	SS-E1	T(VC)	28	PL-24	RN(Ant)CORPOICA
9	AG-E2	SRC(R)	29	PL-35	RN(Ant)CORPOICA
10	OJV-E1	T(VC)	30	PL-8	RN(Ant)CORPOICA
11	OR-E2	SRC(R)	31	LA SELVA	RN(Ant)CORPOICA
12	ER-10	Da(VC)	32	Sibundoy	UDENAR
13	SEC-31	Da(VC)	33	03 Castilla	UDENAR
14	SER-9	Da(VC)	34	Valle	UDENAR
15	VME-E2	P(C)	35	LS-Matituy	UDENAR
16	EC-28	Da(VC)	36	04 Castilla	UDENAR
17	SEC-27	Da(VC)	37	05 Castilla	UDENAR
18	JY-E1	T(VC)	38	La Unión (N)	UDENAR
19	SER-15	Da(VC)	39	Valle 2	UDENAR
20	YD-E2	T(VC)			

Darién -Valle del Cauca D(VC), Santa Rosa de Cabal – Risaralda SRC(R), Rio negro – Antioquia RN(Ant), Tuluá - Valle del Cauca Tu(VC), Pescador – Cauca Tierradentro – Cauca T(VC), Dapa - Valle del Cauca Da(VC).

Las variables cuantitativas correspondieron a la longitud del tallo (LT), longitud espigas tallo (TET), longitud hojas (LH), ancho hojas (AH), número lóbulos hoja (NLH), longitud pecíolo (LP), número de flores / inflorescencia (NFINF), eje polar del fruto (EJP), eje ecuatorial del fruto (EJE), grosor de la cascara (DEPI), pH pulpa (PH), grados brix (°Bx), longitud del pedúnculo fruto (LPF), peso de cinco frutos (PF), peso de 100 semillas (PCS), peso semillas/ fruto (PSF), contenido de jugo de cinco frutos (VJF).

Las variables cualitativas fueron el porte de la planta (PP), pubescencia del tallo (PT), color pubescencia del tallo (CPT), espinas en el tallo (EP), forma espinas tallo (FET), densidad de espinas tallo (DET), color de espinas tallo (CET), espinas en hojas (EH), forma de espinas en hojas (FEH), densidad de espinas haz (DeHaz), color pubescencias hojas (CPH), tipo de margen foliar (MFH), forma base hoja (FBH), forma del ápice (FAH), color peciolo (Cpe), color epicarpio baya (FcEpi), color pulpa (FcMeso), color de semillas (Csem).

**Análisis Estadístico.** El análisis de los datos se hizo mediante la utilización del software Spad 3,5 (CISIA–CERESTA, 1998). Para la información de los descriptores cuantitativos se trabajó con el Análisis de Componentes Principales (ACP) con el fin de reducir el volumen de variables que discriminan los genotipos (Pla, 1986). Las variables cuantitativas se interpretaron mediante el Análisis de Correspondencia Múltiple (ACM), esta herramienta estadística permite analizar una matriz de individuos por variables que son categorizadas y reducidas a un pequeño número de nuevas variables o factores que sintetizan la información original (Morineau y Aluja, 1994).

Para el Análisis de Clasificación de ACP se tomó una distancia de agrupación de cinco y en el Análisis de Clasificación de ACM una distancia de agrupación de cuatro. Tenido en cuenta para ambos casos, la varianza de Ward como criterio de agrupamiento.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Análisis de componentes principales (ACP)

De las 18 variables cuantitativas registradas se seleccionaron 10 para el ACP, descartándose las 8 restantes con base en el bajo coeficiente de variación (<20) y la variable peso de cinco frutos (PCF) se descartó por presentar una alta correlación de Pearson ( $r > 0,70$ ) con relación al peso de fruto (PF). Las variables seleccionadas fueron: longitud del tallo (LT), longitud espinas tallo (TET), número de flores / inflorescencia (NFINF), grosor de la cascara (DEPI), pH pulpa (PH), longitud del pedúnculo fruto (LPF), peso de frutos (PF), peso de 100 semillas (PCS), peso semillas/ fruto (PSF) y contenido de jugo de cinco frutos (VJF).

Las variables descartadas del análisis fueron longitud hojas (LH), ancho hojas (AH), número lóbulos hoja (NLH), longitud del fruto (EJP), diámetro del fruto (EJE), grados Brix ( $^{\circ}\text{Bx}$ ), peso de cinco frutos (PF) y longitud peciolo (LP). El coeficiente de variabilidad de los 10 atributos

cuantitativos seleccionados osciló entre 24,87% para el NFINF y 84,01% para la LPF. Es importante tener en cuenta que el proceso de domesticación puede dar origen a la uniformidad genética (Lobo, 2006). Lo anterior justifica la baja variación o uniformidad de la información para algunas variables cuantitativas, estrechando su rango y reduciendo su contribución dentro de la variabilidad genética de la colección estudiada.

Según el ACP, el 80,39% de la variación total evaluada está explicada en cinco factores. En la Tabla 2 se muestran las estimaciones de los valores propios y proporción de la variación total explicada por cada uno de los componentes principales.

**Tabla 2.** Valores propios de la matriz de correlación y la varianza explicada, resultante del ACP realizado para las características cuantitativas.

<b>Nº</b>	<b>Valor propio</b>	<b>Varianza explicada (%)</b>	<b>Varianza acumulada (%)</b>
<b>1</b>	2,34	23,34	23,34
<b>2</b>	2,11	21,08	44,42
<b>3</b>	1,39	13,88	58,30
<b>4</b>	1,30	13,04	71,35
<b>5</b>	0,90	9,05	80,39

El primer componente (Tabla 2) explica el 23,34% de la variabilidad total. Como se observa en la Tabla 3, este componente está formado principalmente por las variables TET, NFINF y LPF, con valores de correlación variable-factor ( $r_{v-f}$ ) que oscila entre -0,81 y 0,62.

El segundo componente explica el 21,08% de la variabilidad total observada. Fue conformado básicamente por PF ( $r_{v-f}=0,89$ ), PCS ( $r_{v-f}=0,62$ ), PSF ( $r_{v-f}=0,69$ ) y VJF ( $r_{v-f}=0,54$ ). Las variables que más aportan al tercer factor, que explica el 13,88% de la variabilidad total, fueron la LT ( $r_{v-f}=0,60$ ), DEPI ( $r_{v-f}=0,69$ ) y pH ( $r_{v-f}=0,59$ ) (Tablas 2 y 3).

El cuarto componente explica el 13,04% de la variabilidad total. Los que más aportaron LT ( $r_{v-f}=0,55$ ), el PCS ( $r_{v-f}=0,65$ ) y PSF ( $r_{v-f}=0,58$ ). En el quinto factor el mayor aporte lo hicieron las variables de LT ( $r_{v-f}=0,37$ ), DEPI ( $r_{v-f}=0,51$ ) y VJF ( $r_{v-f}=0,45$ ).

El ACP reportó que la variabilidad está concentrada en las características relacionadas con el fruto (PF, PCS, PSF, pH, DEPI y VJF). Seguido de tallo (LT y TET) y la inflorescencia (NFINF). Lo anterior concuerda con lo mencionado por Lobo *et al.* (2007) en la caracterización morfológica de la colección colombiana de lulo y especies relacionadas, donde determinó que para los caracteres cuantitativos hay una alta contribución de las variables del fruto a la variabilidad total.

La variable pH aporta a la formación del tercer factor, no obstante tiene un rango de variación limitado puesto que los valores oscilan entre 2,6 y 3,6 con un promedio general de 3,16. Por lo anterior los frutos de la colección en su gran mayoría son agridulces, ya que el sabor de la pulpa puede tener esta característica cuando valores de pH cercanos a 3 o dulce con pH próximo a 6 (Marín y Hernández, 1988). Los genotipos de frutos ácidos son los más recomendables, debido a que tienen mejor aceptación en el mercado (García, 1967).

### **Análisis de clasificación de variables cuantitativas**

El dendrograma del Análisis de Clasificación generado a partir del ACP, permitió establecer cinco grupos formados a una distancia de 5 (Figura 1). En el primer grupo se encuentran 11 introducciones. Estas son La Selva Matituy, AG-E1, PL-35, PL-11, 03-Castilla Matituy, JY-E1, OJV-E1, FG-E1, OR-E2, PL-19 y 04-Castilla Matituy, que corresponden al 28,21% de la población estudiada. Este grupo se destaca por tener un promedio superior en peso de semillas/fruto (0,4 mg) en comparación con el promedio general de 0,2 mg. La accesión más representativa para esta variable fue PL-19 (0,7 mg). Otra variable que aportó a la conformación del grupo fue la longitud de espinas en el tallo con 4,7 mm comparado con el promedio general de menor valor (2,6 mm). Dentro de este ítem las accesiones FG-E1, PL-35 y AG-E1 mostraron mayor longitud de espinas en el tallo 0,8 y 0,6 cm. Otras variables que contribuyeron fueron peso de fruto (PF) con un promedio de 40,1 g que no supera al promedio general de 49 g y contenido de jugo (VJF) inferior al general de 46,9 ml (promedio general 74,5 ml).

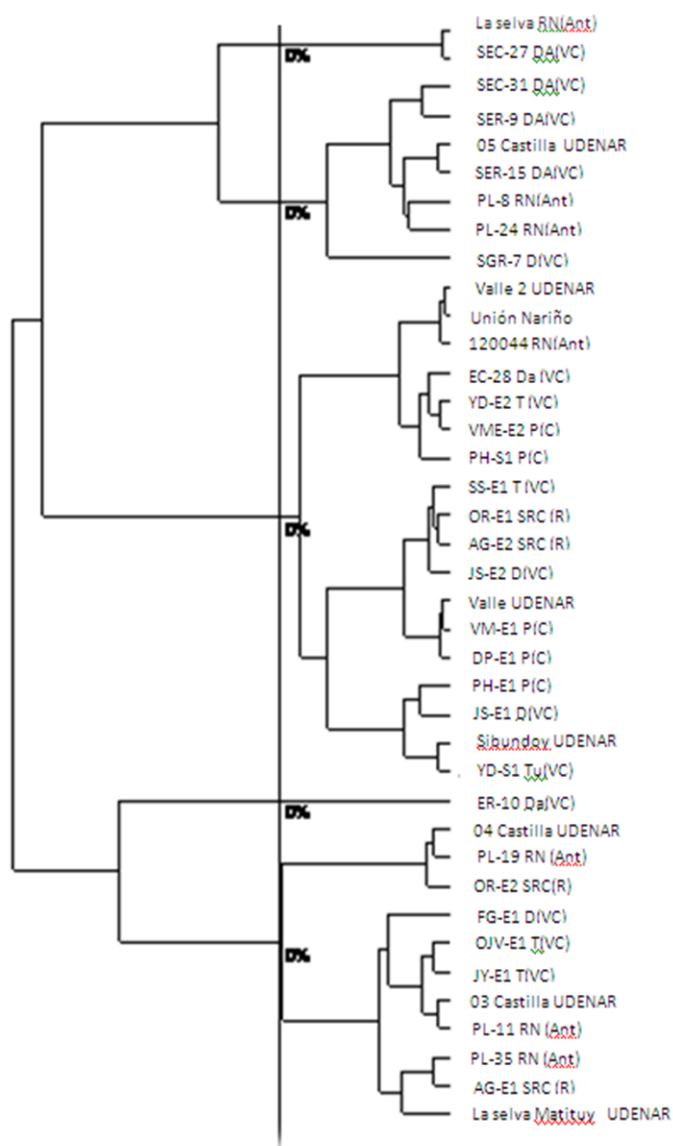
**Tabla 3.** Vectores asociados a los cuatro primeros componentes principales y a la matriz de correlación entre el factor componente principal y 10 variables cuantitativas de la colección de Lulo de la Universidad de Nariño.



IDENTIFICACION	COMPONENTES				
	1	2	3	4	5
<b>Longitud del tallo (LT)</b>	0,28	0,13	0,60	-0,55	-0,37
<b>Longitud de espinas tallo (TET)</b>	-0,81	-0,19	0,04	-0,12	0,23
<b>Número de flores/ inflorescencia (NFIN)</b>	0,65	-0,15	0,23	-0,07	0,08
<b>Grosor de la cascara (DEPI)</b>	-0,24	-0,14	0,69	0,29	0,51
<b>pH pulpa (pH)</b>	-0,54	-0,06	0,59	0,34	-0,40
<b>Longitud del pedúnculo (LPF)</b>	0,62	-0,26	0,32	0,08	-0,07
<b>Peso de frutos (PF)</b>	-0,26	0,89	0,15	0,05	-0,05
<b>Peso de 100 semillas (PCS)</b>	-0,25	0,62	0,06	-0,65	0,15
<b>Peso semillas/fruto (PSF)</b>	-0,14	0,69	0,11	-0,58	0,23
<b>Volumen de jugo de cinco frutos (VJF)</b>	0,55	0,54	0,14	0,13	0,45

El segundo grupo está representado por un solo genotipo ER-10, que representa el 2,56% de la colección. Esta introducción presentó una longitud de espinas en el tallo (TET) de 6,0 mm y un grosor de cascara de 3 mm superior al promedio general. La característica que sitúa al genotipo ER-10 alejado de las demás grupos es pH de la pulpa (pH=6,8), puesto que es muy alto con respecto al promedio general (3,16).

El tercer grupo es el más numeroso. Tiene 18 introducciones, que componen el 46.15% de la población caracterizada. Está formado por YD-S1, Sibundoy, JS-E1, PH-E1, DP-E1, VM-E1, Valle, JS-E2, AG-E2, OR-E1, SS-E1, PH-51, VM-E2, YD-E2, EC-28, 120044, Unión, Valle 2. Se destacan por presentar un peso de fruto (65 g) superior en comparación con el promedio general (49 g). Se destacan JS-E1, YD.E2, Valle por representar el mayor peso de frutos, 83,3, 82,7 y 93,2 g. De igual forma, la variable peso de 100 semillas (1,9 mg) supera al promedio general de 1,7 mg, destacándose PH-E1 (0,27), SS-E1 (0,24), YD-S1 (0,21) y Valle 2 (0,21), También contribuyó la variable peso semillas/ fruto en menor proporción. La variable que agrupo a estos genotipos fue el peso de fruto mayor al promedio general está variable fue exclusiva del grupo. Estos promedios superiores en fruto son una característica favorable para la comercialización (García, 2009).



**Figura 1.** Dendrograma del Análisis de Clasificación jerárquica de 39 introducciones de *S. quitoense* L, con base en el ACP.

Uno de los grandes inconvenientes en los programas de fitomejoramiento de lulo que se adelantan en el país es el tamaño y peso reducido del fruto. Los genotipos del tercer grupo pueden ser una buena alternativa para adelantar procesos de selección y mejoramiento que permitan obtener cultivares mejorados con atributos agronómicos y organolépticos deseables como frutos de mayor peso.

El cuarto grupo (17,94%) fue conformado por siete individuos SGR-7, PL-24, PL-8, SER-15, 05 Castilla Matituy, SER-9 y SEC-31. Los descriptores que más aportaron en su formación fueron número de flores/inflorescencia (16,14) superando al promedio general (13,38). La variable longitud de espinas aportó en menor porcentaje con 0,3 mm con mayor valor al promedio general (0,26 mm).

Finalmente, el quinto grupo lo conforman dos genotipos SEC-27 y la Selva que corresponden al 5,13%. Se caracterizan por presentar una longitud de pedúnculo de fruto (4,2 cm) superior al general (2,5 cm).

Las variables significativas que definen a los grupos son semillas/fruto (grupo 1), pH de pulpa (grupo 2), peso de fruto (grupo 3), número de flores/inflorescencia (grupo 4) y longitud de pedúnculo (grupo 5). Estas variables permiten la agrupación de algunos individuos y el conjunto de ellas permite ver las diferencias de los individuos de un grupo con los de otro. Sin embargo, la variabilidad se expresa en pocos caracteres y puede representar un limitante en el proceso de mejoramiento sobre otras características.

### **Análisis de Correspondencia Múltiple (ACM)**

Se descartaron aquellas variables que representaban un descriptor común en todos los genotipos, tales como color de corola y color de flor que en toda las plantas fueron de color morado y blanco, respectivamente.

En la Tabla 4 se presenta la contribución de cada uno de valores propios del ACM, a la variabilidad de la población estudiada, con base en 18 variables cualitativas. Se observa que los cinco primeros factores explican el 51,27% de la variabilidad total. El primer factor explica el 20,74% de la variabilidad total, mientras que el segundo, tercero cuarto y quinto, contribuyen con el 10,33, 7,62, 7,09 y 5,49%, en su orden.

**Tabla 4.** Valores propios de la matriz de correlación y la varianza explicada, resultante del ACM realizado para las características cualitativas.

Nº	Valor propio	Varianza Explicada (%)	Varianza Acumulada (%)
1	0,4955	20,74	20,74
2	0,2467	10,33	31,07
3	0,1819	7,62	38,69
4	0,1694	7,09	45,78
5	0,1311	5,49	51,27

En la Tabla 5, se consigna la contribución acumulada de las variables cualitativas a la formación de cada uno de los ejes factoriales del Análisis de Correspondencia Múltiple.

En el factor uno las variables que contribuyeron fueron espinas en el tallo (EP=10,6%), forma espinas del tallo (FET=9,3%), densidad de espinas en el tallo (DET=10,6%), color de espinas en el tallo (CET= 10,7%), espinas en hojas (EH=10,6%), densidad de espinas en el haz (DeHaz= 10,6 %). El factor dos está definido principalmente por color de pubescencia en las hojas (CPH= 12,9 %), color pulpa (FcMeso= 17,9%) y color semilla (Csem= 16,7%).

El tercer factor está representado por porte de planta (PP=11,3%), pubescencia del tallo (PT= 9,7%), color pubescencia tallo (CPT = 10,4%), forma espinas del tallo (FET=9,7%), densidad de espinas en el tallo (DET=14,3%) y color pulpa (FcMeso= 10,6%).

En el cuarto factor aportaron las variables porte de planta (PP=14,2), forma espinas del tallo (FET=13,00%), forma de espinas en las hojas (FEH=15,5%), color epicarpio baya (FcEpi= 12,1%). El quinto factor porte de planta (PP=11,2%), forma espinas en el tallo (FET=13%), color epicarpio baya (FcEpi=18,3%) y color pulpa (FcMeso=12,5%) contribuyeron a la variabilidad.

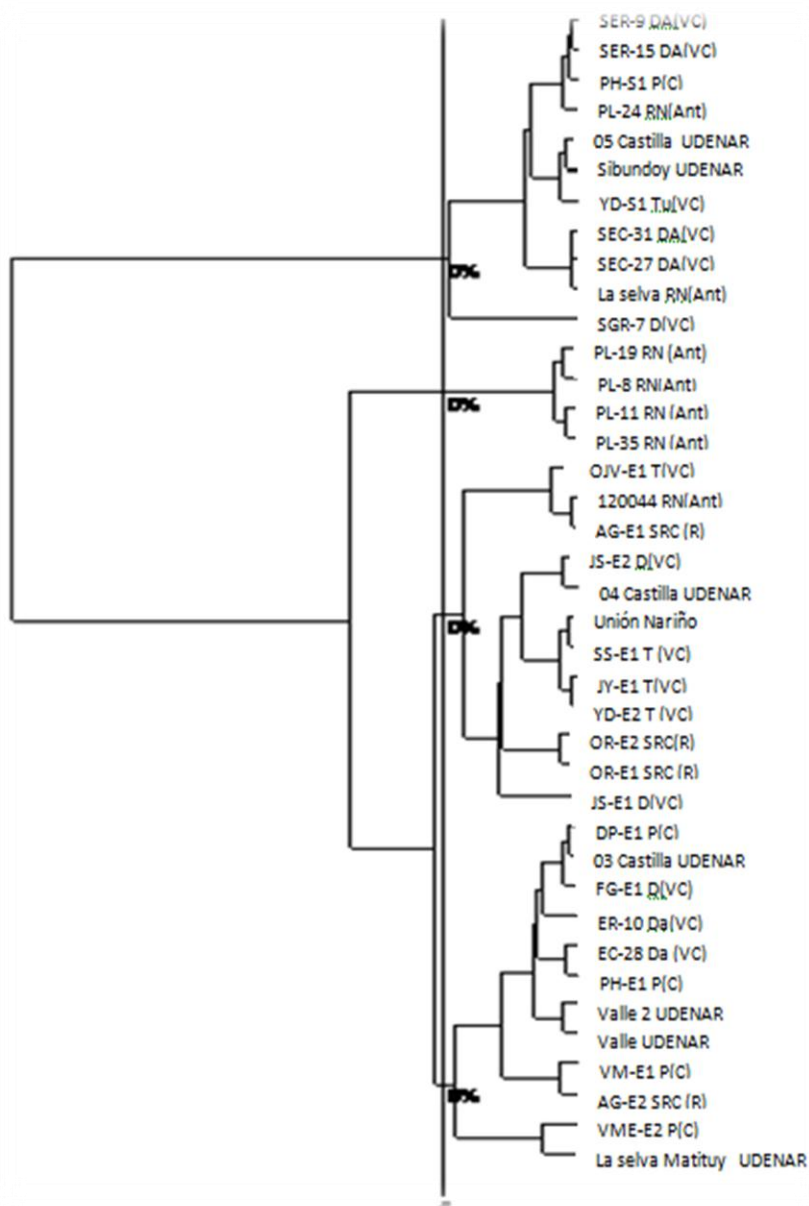
**Tabla 5.** Contribución de las variables cualitativas evaluadas en la colección de Lulo a la conformación de los primeros cinco ejes factoriales.

Variables	Correlación variable – factor ( $r_{v-f}$ )
-----------	---

	1	2	3	4	5
Porte de planta (PP)	0,3	0,8	11,3	14,2	11,2
Pubescencia del tallo (PT)	1,1	2,0	9,7	4,7	2,2
Color pubescencia tallo (CPT)	1,3	5,1	10,4	2,4	5,3
Espinas en el tallo (EP)	10,6	0,3	0,2	0,0	0,6
Forma espinas del tallo (FET)	9,3	6,1	9,7	13,0	9,9
Densidad de espinas en el tallo (DET)	10,6	0,3	14,3	1,8	1,4
Color de espinas en el tallo (CET)	10,7	9,9	6,4	1,1	4,1
Espinas en hojas (EH)	10,6	0,3	0,2	0,0	0,6
Forma de espinas en las hojas (FEH)	8,4	9,0	8,0	15,5	2,3
Densidad de espinas en el haz (DeHaz)	10,6	0,4	4,5	5,5	3,2
Color pubescencia en las hojas (CPH)	1,4	12,9	2,2	1,7	7,3
Tipo de margen foliar (MFH)	5,9	2,5	1,7	0,5	3,8
Forma base Foliar (FBH)	4,7	3,1	0,7	2,9	1,9
Forma ápice de la hoja (FAH)	4,1	3,0	3,5	6,3	0,9
Color peciolo (Cpe)	0,4	2,5	0,1	1,4	5,6
Color epicarpio baya (FcEpi)	2,5	7,5	4,5	12,1	18,3
Color pulpa (FcMeso)	5,5	17,9	10,6	9,2	12,5
Color semilla (Csem)	1,8	16,7	2,0	7,8	8,8

### **Análisis de clasificación para las variables cualitativas**

De acuerdo con el Análisis de Clasificación Jerárquica las 39 introducciones de lulo se clasificaron en cuatro grupos a una distancia de 4 (Figura 2). El primer grupo lo conforman Selva-Matituy, PH-E1, ER-10, 03 Castilla- Matituy, EC-28, VM-E2, Valle2, VM-E1, FG-E1, AG-E2, DP-E1 y Valle que son el 30,76 % de la colección. El 45,45% de estos se caracteriza por presentaron Fcmeso verde, siendo esta característica exclusiva del grupo. Además, el 66,67% de las introducciones mostraron FcEpi anaranjado. CET, café fue observado en el 50% de las accesiones; de igual forma se presentó DeHaz, baja densidad en el 50% de los integrantes del grupo.



**Figura 2.** Dendrogramas del Análisis de Clasificación jerárquica de 39 introducciones de *S. quitoense* L, con base en el ACM.

El segundo está integrado por los genotipos JS-E1, 120044, 04-Castilla Matituy, SS-E1, YD-E2, Unión, OR-E1, JY-E1, OR-E2, AG-E1, OJV-E1 y JS-E2 que representan el 30,76% de la población estudiada. Todos los genotipos (100%) que conforman este grupo presentan EH, y EP; además, DET alta densidad y FBH profundamente acorazonada. El 84,62% de los individuos del grupo registraron MFH doble aserrado y el 69,23% tuvieron espinas agudas en el tallo y hojas FEH aguda. La presencia de espinas en todos los individuos de este grupo, pueden ser un indicativo de la domesticación incompleta que presenta el lulo (Lobo, 1991), lo

anterior se debe a que la especie aun se encuentra en un proceso de selección y mejoramiento y corresponde a una característica heredada de los parentales silvestres. Segovia (2002) expresa al respecto, que las características indeseables heredadas de los parentales es una consecuencia del cruce sexual.

El tercer grupo está conformado por cuatro genotipos que corresponden al 10,26% y que se identifican como PL-11, PL-8, PL-35 y PL-19. Los integrantes del grupo se caracterizan por presentar FcMeso verde anaranjado, Csem amarillo, y CPH verde. Por otra parte tres (PL-8, PL-35 y PL-19) de los cuatro integrantes del grupo mostraron CET café claro.

Finalmente el grupo cuatro está conformado por los individuos SER-15, SGR-7, PL-24, YD-S1, Sibundoy, La Selva, SEC-27, PH-51, 05 Castilla Matituy, SER-9 y SEC-31 que representan el 28,21% del total analizado. Todos los integrantes mostraron ausencia de EP y EH, lo cual impide la manifestación de otras características relacionadas con la presencia de espinas como color y forma. El 81,82% de los genotipos del grupo observaron ápice obtuso de la hoja FAH, obtuso y el 72,73% FBH, acorazonada.

Contrario al segundo grupo lo genotipos del cuarto no tienen espinas, es posible que, algunos puedan proceder genealógicamente de *Solanum quitoense* var, *quitoenese* o son el resultado de un mejor proceso de selección. Cabe resaltar que la selva es una variedad sin espinas obtenida de la selección de retrocruzas entre *S. quitoense* x *S. hirtum* (Segovia, 2002).

Las nueve accesiones de la colección de trabajo de la Universidad de Nariño identificadas como Sibundoy, 03 Castilla, Valle, La Selva Matituy, 04 Castilla, 05 Castilla, La Unión y Valle 2 se encuentran dispersas en los dendrogramas del Análisis de clasificación tanto para las variables cuantitativas como para las cualitativas. La dispersión de estos materiales indica que no existen en ellos suficiente número de características comunes que permitan la conformación de un grupo que pueda diferenciarse de las demás accesiones. Lo anterior, sugiere variabilidad en las accesiones de la colección Nariño, la cual puede estar relacionada con las diferentes procedencias de los materiales que la conforman.

Los agrupamientos conformados por las variables cuantitativas y cualitativas señalaron una baja coincidencia a nivel de taxa, esto se puede atribuir a que los patrones evolutivos son diferentes para los dos tipos de atributos, Algunas variables cuantitativas pueden ser afectadas

en algún grado por el ambiente mientras que la mayoría de las variables cualitativas como lo expreso Lobo, *et. al.* (2007) no muestra efecto de interacción con el ambiente, lo cual supone caracteres altamente heredables. Lo anterior, puede afectar de alguna manera la conformación de los grupos y explicar parcialmente las diferencias observadas entre las accesiones que los conforman. Por otra parte, no todos los caracteres son objeto de selección antrópica y es posible que las características de interés que el hombre selecciona no sean proporcionalmente iguales entre los conjuntos de rasgos cualitativos y cuantitativos, lo cual produce diferencias en la conformación de los grupos y consecuentemente reduce las coincidencias de los dos dendrograma.

### CONCLUSIONES

En el Análisis de Componentes Principales, las variables longitud de espinas en el tallo, número de flores/inflorescencia y longitud del pedúnculo del fruto, fueron las que más aportaron a la variabilidad total. Cinco grupos se formaron a partir del Análisis de Clasificación Jerárquica mostrando una alta contribución de las variables del fruto a la variabilidad total.

En el Análisis de Correspondencias Múltiples, el mayor aporte a la variabilidad estuvo definido por espinas en el tallo, forma de espinas en el tallo, densidad de espinas del tallo, color de espinas del tallo, espinas en las hojas y densidad de espinas en el haz.

La Clasificación Jerárquica con base en la caracterización de las variables cualitativas, mostró diferenciación entre los grupos dos y cuatro. En el grupo dos todos sus genotipos presentan espinas y en el grupo cuatro ninguna de sus accesiones tiene espinas.

### BIBLIOGRAFIA

Cárdenas, E. Z. 2009. Identificación de híbridos de lulo y tomate de árbol (*Solanum betaceum Cav*) mediante marcadores moleculares Cos II. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá p.40-43.

Carmona, R. 2003. El cultivo del Lulo (*Solanum quitoense* Lam), En: Memorias Curso de Actualización Manejo del Cultivo de Lulo. Chía. 28 de Noviembre de 2003. P 65.

Charry, L. El tiempo. Febrero, 2003.



Fory, S. P. 2005. Caracterización y análisis molecular de la diversidad genética de la colección colombiana de lulo (*Solanum quitoense* L.) y seis especies relacionadas de la sección *Lasiocarpa*. Tesis M.Sc. Universidad Nacional de Colombia-Palmira. 89 p.

García, R. F. 1967. El cultivo del lulo en la zona cafetera colombiana. Federación Nacional de Cafeteros. Revista cafetera de Colombia. V3 N°2 p.17

Lagos, B.T. 2010. Comunicación personal.

Lobo, M. 1991. Perspectivas de la siembra del lulo o naranjilla (*Solanum quitoense* Lam.). Bol. Téc. Universidad Nacional de Colombia, Fac. Cien. Agro. Palmira. 2(2):125-130

Lobo, M. 2006. Recursos genéticos y mejoramiento de Frutales Andinos, una visión conceptual, Revista Corpoica ciencia y tecnología agropecuaria (7)20, Citado por: Cárdenas, E. Z. 2009, Identificación de híbridos de lulo y tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav) mediante marcadores moleculares Cos II, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá p.40.

Lobo, A. M; Medina, C.I; Delgado, P.A y Bermeo, G.A, 2007, Variabilidad morfológica de la colección colombiana de lulo (*Solanum quitoense* Lam,) y especies relacionadas de la sección *Lasiocarpa*, Medellín, Revista Facultad Nacional de Agronomía, vol. 60 no.2

Morineau, A y Ajula, T. 1994. Análisis de correspondencias. Bogotá, 67p citado por: Hejeile, R.H y Ibarra, S.A. 2001. Colección y caracterización de recursos genéticos de uvilla (*Physalis peruviana* L,) en algunos municipios del sur del departamento de Nariño, Pasto 74p.

Marin, P y Hernández, M.1988. Colección. Descripción preliminar u montaje de banco de germoplasma de materiales de lulo (*Solanum quitoense*, Lam) y especies relacionadas. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. Colombia. Citado por: Gamboa, F. R y Morera. V.S. 2002. Caracterización morfológica de tres introducciones de naranjilla (*Solanum quitoense* Lam) enuacimo. Costa Rica. P.6

Pla, L.E. 1986. Análisis multivariado: método de componentes principales,OEA, Washington. Citado por: Hejeile, R.H y Ibarra, S.A. 2001. Colección y caracterización de recursos genéticos

de uvilla (*Physalis peruviana* L.) en algunos municipios del sur del departamento de Nariño. Pasto p. 52

Segovia, B.V. 2002. Optimización de la regeneración de lulo (*Solanum quitoense*) orientado a la transformación genética de la planta. Universidad Internacional de Andalucía y el CIAT. P15.