

**COMPORTAMIENTO MEIOTICO DE LAS ESPECIES DE LULO *Solanum hirtum* Dunal. *Solanum sessiliflorum* Vahl. y *Solanum quitoense* Lam.**

**MEIOTIC PERFORMANCE OF LULO SPECIES *Solanum hirtum* Dunal. *Solanum sessiliflorum* Vahl. AND *Solanum quitoense* Lam.**

Nancy Pareja O<sup>1</sup>. Nazira Santacruz O<sup>2</sup>. y Tulio César Lagos B.<sup>3</sup>

**RESUMEN**

Se realizó un análisis del comportamiento meiótico de las especies de lulo *S. hirtum*, *S. quitoense* y *S. sessiliflorum*, siguiendo la metodología convencional para los estudios de microsporogénesis. Se tomaron botones florales en diferentes estados de desarrollo, fijándolos por 24 horas en una solución de tres partes de etanol por una parte de ácido acético, saturada con trazas de cristales de cloruro férrico. Para la preparación de las placas se siguió la técnica de aplastamiento, liberando las células madres del grano de polen y finalmente realizando las observaciones bajo microscopía de luz. El análisis mostró que la meiosis se presenta en longitudes de antera que van desde los 2,79 mm hasta los 4,45 mm. La normalidad meiótica fue del 100%, tanto para meiosis I, como para la meiosis II. El índice meiótico en las tres especies fue del 99,98% indicando que son buenos parentales y que pueden utilizarse en programas de cruzamiento. Las tres especies evaluadas tienen igual número de cromosomas ( $2n=2X=24$ ). La frecuencia de anomalías, durante el proceso meiótico fue baja para *S. hirtum*, y alta para *S. quitoense*; sin embargo, la viabilidad polínica fue de gran magnitud (91,2-97,3%).

**Palabras clave:** meiosis, variabilidad, microsporogénesis, índice meiótico, normalidad meiótica. Solanaceae.

---

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Agroforestal

<sup>1</sup> Ingeniera Agroforestal. Universidad de Nariño. nancyta.p@hotmail.com

<sup>2</sup> Ingeniera Agroforestal. Universidad de Nariño. kathesantacruz@hotmail.com

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

## ABSTRACT

An analysis of meiotic behavior of lulo species *S. hirtum*, *S. quitoense* and *S. sessiliflorum*, following the conventional methodology for studies of microsporogenesis. Flower buds were taken at different stages of development, fixing them for 24 hours in a solution of three parts of ethanol per one part of acetic acid, saturated with traces of ferric chloride crystals. For the preparation of the plates following the technique of crushing, releasing stem cells from the pollen grain and finally made the observations under light microscopy. The analysis showed that meiosis occurs in anther lengths ranging from 2,79 mm to 4,45 mm. Meiotic normality was 100% for both meiosis I, and for meiosis II. The meiotic index in all three species was 99,98% indicating that they are good parental and for use in crossbreeding programs. The three species have the same number of chromosomes ( $2n = 2x = 24$ ). The frequency of abnormalities during the meiotic process was lower for *S. hirtum*, and high for *S. quitoense*, however, the pollen viability was of great magnitude (91,2-97,3%).

**Keywords:** meiosis, variability, microsporogenesis, index meiotic meiotic normality. Solanaceae.

## INTRODUCCION

Aunque el Lulo es considerado como una especie promisoriosa desde hace 70 años por ser Colombia parte del centro de origen, este cultivo no ha alcanzado el grado de desarrollo esperado, debido a la dificultad de obtener cultivares mejorados con características deseables que puedan competir en el mercado, además, los esfuerzos de la investigación en fitomejoramiento se han canalizado en cultivos tradicionales relacionados con seguridad alimentaria y a cultivos industriales o generadores de divisas (Bernal *et al.*, 2001).

El lulo es una Solanaceae cuyo centro primario de diversidad y variabilidad genética está ubicado entre Colombia, Ecuador y Perú. El lulo del Ecuador es sin espinas y el de Colombia presenta espinas y se conoce como *S. quitoense* Lam. var. *septentrionale* (Dennis *et al.*, 1985). *S. quitoense* es una especie diploide que presenta un número cromosómico somático de  $2n=2x=24$  y un apareamiento cromosómico normal en

meiosis (Vivar y Pinchinat, 1970). Es una especie en proceso de domesticación que al cambiar su hábitat natural a un cultivo bajo plena exposición solar, reduce su periodo vegetativo y presenta un gran número de problemas fitosanitarios que han limitado su desarrollo en aquellas zonas donde la temperatura y la altura no son óptimas para su cultivo (CORPOICA, 2004).

A pesar de la importancia de la especie como un cultivo potencial, las investigaciones en torno a su mejoramiento son escasas, por lo tanto, es necesario establecer las bases genéticas que permitan aprovechar los recursos genéticos de una manera adecuada. En todo programa de mejoramiento genético, ya sea para la selección de genotipos élite o para la reproducción de híbridos, es necesario conocer la base genética y estabilidad meiótica del germoplasma (Huertas *et al.*, 1996).

En ese sentido la citogenética, definida como una ciencia de investigación (citología + genética), que tiene por objeto el estudio de los aspectos genéticos observables en la célula mediante la microscopía Caetano (2003), puede contribuir a un conocimiento más amplio de las colecciones utilizadas para el mejoramiento de las especies vegetales.

De esta manera, las investigaciones citogenéticas permiten caracterizar y establecer las propiedades de los genotipos desde su estructura y comportamiento meiótico y mitótico, logrando no solo utilizar mejor los recursos en programas de mejoramiento sino que también llevan a aclarar una serie de problemas evolutivos, tanto generales como referidos al origen de determinados grupos. Por otro lado, la conducta citológica de una u otra especie refleja en gran medida la estrategia evolutiva de la misma. En este sentido, el número cromosómico y el análisis comparativo de los complementos cromosómicos de diferentes especies, así como de grupos intra-específicos, son la base del estudio de la evolución cariotípica, los cuales pueden proporcionar criterios taxonómicos valiosos y constituyen un instrumento importante para la selección de germoplasma (Talledo y Escobar, 1994).

Desde la perspectiva genética, la meiosis puede considerarse como una diferenciación del núcleo, que tiene como metas producir células germinativas o sexuales (gametos), cuyo núcleo presenta un número haploide de cromosomas y nuevas combinaciones genotípicas, dos características que tienen vital importancia en la existencia de la

diploidia y en los procesos evolutivos de la reproducción sexual en los eucariotes (Singh, 1993; Goicoechea y Giraldez, 1996).

En Colombia no se han realizado trabajos relacionados con la citogenética de las especies de lulo. En especies relacionadas con esta, Lagos (2006) estudio el comportamiento citogenética de la uchuva encontrando que las fases que componen la Meiosis I y II, tanto en *P. peruviana* como en *P. philadelphica*, fueron normales, presentándose en escasa frecuencia, fallas en la segregación cromosómica causada por las ascensiones precoces en las Meiosis I y II y cromosomas retardados en Anafase II, siendo de principal importancia las primeras. La mayor parte de la asincronía en la migración de los cromosomas no tuvo repercusiones en el desarrollo normal de las tétradas. En cuanto a la viabilidad polínica y el índice meiótico fueron altos en las dos especies. En todas las accesiones de *P. peruviana* se presentaron más de un número cromosómico (NC). Los NC más característicos fueron  $2n=24$ ,  $2n=36$ ,  $2n=48$  y  $2n=32$ .

El estudio del comportamiento meiótico, es muy importante para establecer el grado de homología cromosómica entre especies y definir algunos cruzamientos de tipo interespecífico, especialmente con algunas especies que poseen genes de utilidad para el lulo cultivado. Igualmente, el índice meiótico es una variable de importancia para definir los parentales que podrían hacer parte de un esquema de cruzamientos, sin tener que gastar recursos en la siembra y establecimiento del cultivo para probar si este es apto o no para producir suficiente semilla híbrida (Lagos *et al.*, 2001).

Este trabajo se orientó a obtener conocimiento acerca de la citogenética de algunas especies del genero *Solanum*, la cual es importante para resolver problemas de hibridación, reproducción y macho esterilidad y por supuesto, es una herramienta útil en la caracterización de los recursos genéticos de la especie.

## **MATERIALES Y METODOS**

Este trabajo se llevo a cabo en el Laboratorio de Cultivo de Tejidos de la Universidad de Nariño, Sede Pasto, ubicado a una altura de 2488 msnm,  $1^{\circ}14'3''$  LN,  $77^{\circ}17'7''$  L O, con una temperatura promedio de  $28^{\circ}$  C y humedad relativa de 75%. Las especies de lulo utilizadas para el estudio fueron *Solanum hirtum* Vahl, *Solanum sessiliflorum*

Dunal, *Solanum quitoense* Lam., las cuales se encuentran propagadas en el Invernadero de Investigación de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad de Nariño.

Para evaluar el comportamiento meiótico, se siguió la metodología convencional para los estudios de microsporogénesis (meiosis masculina) descrita por Belling (1926) y McClintock (1929) y adaptada por Dempsey (1993). Para ello se tomaron entre las 9 a 11 am, inicialmente botones florales en diferentes estados desarrollo. Estos se fijaron por 24 horas (h) en una solución fresca (solución farmer) de tres partes de etanol por una parte de ácido acético, saturada con trazas de cristales de cloruro férrico. El fijador se cambió, y el material se guardo bajo refrigeración.

Para la preparación de las placas se siguió la técnica de aplastamiento (squash), que consistió en remover las anteras de los botones florales, en un porta objetos con dos gotas de Acetocarmin al 1%, estas se cortaron con bisturí en donde son liberadas las células madres del grano de polen (CMPs). El material fue cubierto con una laminilla (cubre objetos). El conjunto se presionó suavemente entre dos hojas de papel filtro y finalmente se hicieron las observaciones bajo microscopia de luz (Caetano, 2003).

Se determinó además, el índice meiótico (IM) que corresponde al porcentaje de tétradas de microsporas viables sobre la sumatoria de tétradas viables mas tétradas inviables. En *S. sessiliflorum*, se analizaron 43 placas, mientras que en *S. hirtum* y *S. quitoense*, se estudiaron 73 placas en cada una de ellas. En cada placa se observaron cien campos visuales. Se registraron las longitudes de anteras en milímetros y se realizaron los respectivos conteos de células en meiosis y microsporas.

Las fases de la meiosis observadas en cada una de las especies fueron: Meiosis I, formada por la profase I metafase I, anafase I, telofase I. La profase I está constituida por el leptoteno, cigoteno, paquiteno, diploteno y diacinesis. En la Meiosis II se observaron la profase II, metafase II, anafase II y telofase II. La normalidad meiótica (NM) corresponde al relación de células normales en cada fase sobre el total del número de células observadas (células normales + células anormales). Se consideran como células anormales aquellas que presentan ascensiones precoces, células retardadas y microcitos, entre otros. Además, se evaluaron las tétradas de las microsporas y la viabilidad del polen (VP), la cual se observo mediante la tinción con Acetocarmin al 2%

bajo microscopía de luz. Los granos de polen viables, son aquellos que se tiñen de rojo (Dempsey, 1993).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se presenta la relación entre la longitud de antera versus comportamiento meiótico. Se observa que en la clase dos (2,7 - 4,4 mm) se encuentra el mayor número de células en meiosis, mientras que en las clases cuatro y cinco (6,09 - 9,4 mm) se presentaron solo granos de polen viable. Esto indica que longitudes de antera por encima de 6,1 mm contienen microsporocitos que han terminado la fase de meiosis entrando en una fase de maduración y formación de grano polen. Entre los tamaños 1,14 y 6,098 mm se observan las diferentes fases de la meiosis, mostrando una relación entre estas clases de longitud de antera y la actividad meiótica de las CMPS (microesporocitos). Después de que las anteras han alcanzado una longitud mayor a 6,099 mm, la actividad de la meiosis es nula y los esporocitos que rodean las tétradas liberan los granos de polen maduros.

**Tabla 1.** Longitud de anteras y comportamiento meiótico de *Solanum hirtum* Vahl., *S. sessiliflorum* Dunal, *S. quitoense* Lam.

CL	LINF (mm)	LSUP (mm)	MCLASE	LEP	CIG	PAQ	DIP	DIA	MET1	ANA1	TEL1	PRO2	MET2	ANA2	TEL2	TET	PV	PI	TOTAL
1	1,14	2,792	1,966	244	633	56	3	2	1	3	226	0	5	4	63	1723	724	12	3699
2	2,793	4,445	3,619	676	2024	153	57	58	35	74	298	35	11	2	191	701	19669	600	24584
3	4,446	6,098	5,272	154	583	21	7	4	10	14	16	16	3	1	82	1528	25498	1193	29130
4	6,099	7,751	6,925	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6595	585	7180
5	7,752	9,404	8,578	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6970	407	7377

CL= clase, LINF = límite inferior de largo de antera (mm), LSUP = límite superior de largo de antera (mm), MCLASE = marca de clase de largo de antera, LEP = leptoteno, CIG = zigoteno, PAQ = paquiteno, DIP = diploteno, DIA = diacinesis, MET1 = metafase 1, ANA1 = anafase 1, TEL1 = telofase 1, PRO2 = profase 2, MET2 = metafase 2, ANA2 = anafase 2, TEL2 = telofase 2, TET = tétradas, PV = polen viable, PI = polen inviable.

En las clases dos y tres con longitudes de antera que oscilan entre 2,79 y 6,10 mm, se encuentra la mayor actividad meiótica caracterizada por la mayor frecuencia de células en diferentes estados de meiosis, lo que se traduce en un mayor número de granos de polen formados (Tabla 1).

La Tabla 2 describe el número de células encontradas en cada fase de la meiosis de las tres especies de lulo evaluadas. En *S. hirtum* se encontraron un total de 4519, seguido por *S. sessiliflorum* con 1484 células y *S. quitoense* con 734 células. La profase I presentó un mayor número de células, debido a que es la fase más larga y compleja, conformada por las etapas de leptoteno, cigoteno, paquiteno, diploteno y diacinesis (Gardner *et al.*,2000).

**Tabla 2.** Comportamiento meiótico frente a porcentajes de normalidad meiótica (NM).

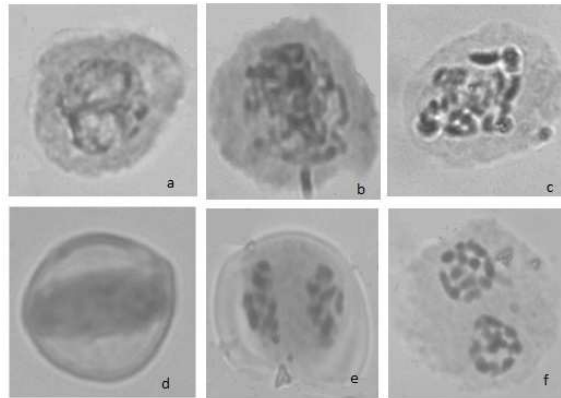
Especie	PRO1	MET1	ANA1	TEL1	PRO2	MET2	ANA2	TEL2	TOTAL	NM%
<i>S. hirtum</i>	2745	86	63	891	40	17	10	667	4519	100
<i>S. quitoense</i>	587	13	8	18	53	9	1	45	734	100
<i>S. sessiliflorum</i>	1343	11	24	14	26	3	4	59	1484	100
<b>Células evaluadas</b>	4675	110	95	923	119	29	15	771	6761	
<b>Normalidad</b>	100	100	100	100	100	100	100	100		

PRO1= profase 1, MET1 = metafase 1, ANA1 = anafase 1, TEL1 = telofase 1, PRO2 = profase 2, MET2 = metafase 2, ANA2 = anafase 2, TEL2 = telofase 2, NM% = porcentaje de normalidad meiótica.

La normalidad meiótica en las tres especies fue del 100% (Tabla 2). No se presentaron anomalías como ascensiones precoces de cromosomas y cromosomas retardados, como las que encontró Lagos (2006) en *Physalis peruviana* y *P. philadelphica*. La normalidad meiótica expresada por *S. hirtum*, *S. quitoense* y *S. sessiliflorum*, les permite formar un gran número de gametos masculinos que permiten la polinización y fecundación para formar un gran número de semillas que garantizan la supervivencia de la especie en la naturaleza, sobresaliendo la especie *S. hirtum*.

La Meiosis I microsporogénica mostrada por *S. hirtum*, comprende la profase I con sus etapas de cigoteno (Figura 1a), diploteno (Figura 1b), diacinesis (Figura 1c), la metafase I con los cromosomas en el plano ecuatorial (Figura 1d), la anafase I donde los cromosomas están migrando a los polos (Figura 1e) y la telofase I hay una reorganización de cromosomas en los polos para continuar con la Meiosis II (Figura 1f). La normalidad que se presenta en las diferentes fases de la Meiosis I fue del 100% en las especies evaluadas.

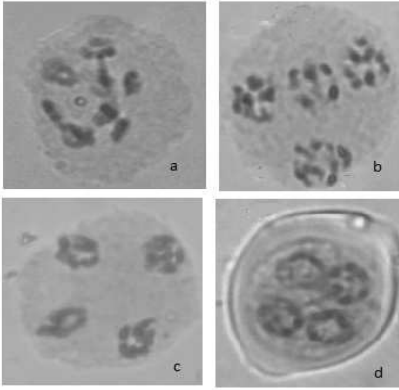
En las Dicotiledóneas, las dos citocinesis ocurren inmediatamente al final de la telofase II (citocinesis simultánea), formando una tétrada de microsporas dentro de la pared de calosa (Figura 2d). Generalmente, el resultado consiste en un arreglo tetraédrico (Da Silva *et al*, 2001). Por otro lado, en las Monocotiledóneas se dan dos citocinesis sucesivas, la primera al final de la meiosis I y la segunda al final de la meiosis II, produciendo una tétrada isobilateral (Figura 3b). Por consiguiente, la forma de la tétrada es un indicador bastante confiable del tipo de citocinesis, a menos que otra reorientación haya tenido lugar en una fase más tardía. Como una regla, cada especie presenta un arreglo típico y único de tétradas de microsporas, sugiriendo un control genético para la característica (Da Silva *et al*, 2001; Lagos, 2006). De igual manera se encontraron otros tipos de tétrada como Tetraédrica (Figura 3ad) y Entrecruzada (Figura 3c).



**FIGURA 1.** Meiosis I en *S. hirtum* L. a, Cigoteno; b, Diploteno; c, Diacinesis; d, Metafase I; e, Anafase I; f, Telofase I.

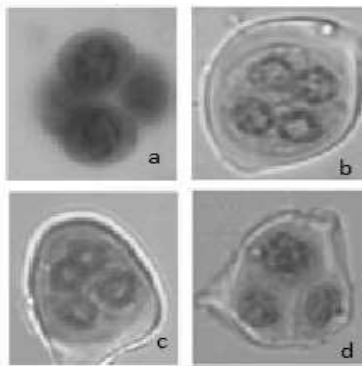
En la Figura 2 se presentan las diferentes fases de la Meiosis II, las cuales corresponden a Profase II (Figura 2a); Metafase II (Figura 2b); Telofase II temprana (Figura 2c) y Telofase II tardía Como en la Meiosis I la normalidad en las diferentes fases de la Meiosis II fue del 100%. (Tabla 2) Los resultados encontrados tanto en la Meiosis I como en la Meiosis II de *S. hirtum*, *S. quitoense* y *S. sessiliflorum* son corroborados por los altos valores de IM (98,68 – 99,17%), NM (100%) y VP (91,98 – 97.33%).



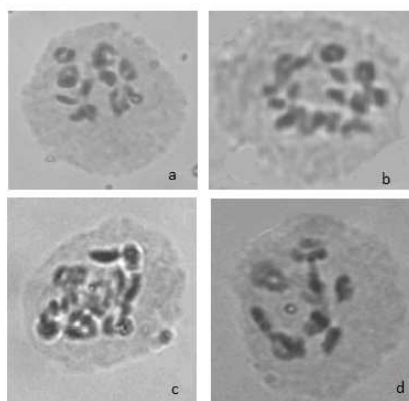


**FIGURA 2.** Meiosis II en *S. hirtum*. a, Profase II; b, Metafase II; c, telofase II temprana y d, Telofase II tardía.

El IM es importante determinarlo para saber si la planta puede ser un buen parental en un programa de cruzamientos. Desde el punto de vista genético, mientras más alto sea el porcentaje de tétradas viables, mejor será el genotipo evaluado (Caetano, 2004). Estos datos demuestran el buen comportamiento de todos los genotipos evaluados, los cuales no presentan barreras de cruzabilidad, siendo una fuente de variabilidad genética, y progenitores potenciales para incluirse en programas de cruzamientos (Lagos *et al*, 2001). En las tres especies evaluadas presentaron igual número cromosómico (NC). De 6761 células evaluadas, el 100% correspondió a un NC  $2n=2x=24$  (Figura 4).



**Figura 3.** Forma de tétradas presentes en las tres especies de *Solanum*. Tetraédrica (a,d), Isobilateral (b), Entrecruzada(c).



**Figura 4.** Diacinesis en *S. hirtum* con un numero cromosómico de  $2n=2x=24$ .

La VP se relaciona directamente con la normalidad de la microsporogénesis (comprendiendo la pre-meiosis, la meiosis y la post-meiosis). La frecuencia de anomalías se registro durante la post-meiosis (Figura 5a) con formación de monadas por fusión de microsporocitos, también existió un degeneramiento cromatínico y citoplasmático correspondiente a la acción de proteasas, según Olaya (2002) que produjo paredes de calosa vacías (Figura 5b).



**Figura 5.** Anormalidades posmeioticas (a monadas, b paredes de calosa vacías).

La Tabla 3 muestra los porcentajes de VP, siendo *S. hirtum* el que presenta el porcentaje mas alto 97,33%, seguido de *S. quitoense* con un 93,7% y *S. sessiliflorum* con el porcentaje mas bajo 91,9%. (Tabla 3) Estos altos porcentajes de VP permiten establecer que estas especies presentan alto grado de adaptación a las condiciones ambientales del altiplano de Pasto. Con respecto al rango de adaptación, la especie crece en zonas altas desde Chile hasta Venezuela como planta silvestre y semisilvestre, entre los 1.500 y los 3.000 msnm (Fischer, 2000 y Zapata *et al.*, 2002).

**Tabla 3.** Viabilidad polínica (VP) e índice meiotico (IM) de *S. hirtum*, *S. quitoense* y *S. sessiliflorum*.

ESPECIE	VP%	IM%
<i>S. hirtum</i>	97,33	99,17
<i>S. quitoense</i>	93,71	98,68
<i>S. sessiliflorum</i>	91,98	99,10

### CONCLUSIONES

Las fases que componen la meiosis I y II, tanto en *S. hirtum*, *S. quitoense* y *S. sessiliflorum*, fueron normales.

La viabilidad polínica y el índice meiótico fueron altos en las tres especies. En todas las especies evaluadas se presentó igual número cromosómico (NC). El NC característico fue  $2n=2x=24$ .

El Índice Meiotico para las tres especies fue alto. Las tres especies pueden considerarse como buenos parentales, ya que son fuente de variabilidad genética que pueden incluirse en programas de cruzamientos.

### BIBLIOGRAFIA

BELLIN, J. 1926. The iron acetocarmine method of fixing and staining chromosomes. Bull – Bull. 50: 160 – 162

BERNAL, J., LOBO, M Y LONDOÑO, M. 1998. Documento de presentación del material “Lulo La Selva”. Corpoica. Rionegro, junio de 1998. 77p.

CAETANO, C. M. 2003 La aplicabilidad de la citogenética en *Zea mays L.*: genes mutantes meióticos. Revista de Ciencia Agrícolas Vol. XX. No I – II San Juan de Pasto 27 – 49p.

CAETANO, C.M. 2004. Citogenética: notas de clase. Palmira, Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira.

CORPORACIÓN COLOMBIANA DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA CORPOICA. 2004. Inventario de bancos de germoplasma. C.I. La Selva. Rionegro, Antioquia. Base de datos en medio magnético.

DEMPSEY E. 1993 Tradicional análisis of maize pachytene chromosomes. In: freeling M. and Walbot V. (eds.). the maize Handbook , New York, Springer-Verlag New York Inc., pp. 432-441.

DENNIS, F. G., HERNER, R.C. Y CAMACHO, S. 1985. Naranjilla a potencial cash crop for the small farmer in latinoamerica. Acta Horticultural 158:475-481.

DA SILVA, N., CAETANO, M. C., y PAGLIARINI, M. S. 2001. Cytogenetic characterization of *Pedilanthus tithymaloides* (L.) Poit (Euphorbiaceae). The Nucleus. 44(1, 2): 7 -12.

FISHER, G. 2000. Crecimiento y desarrollo. En: Flores, V., Fisher,G y Sora, A (Editores). Producción, post cosecha y explotación de la uchuva (*Physalis peruviana* L.). Bogotá, Fondo Nacional de fomento hortofrutícola, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. 175p.

GARDNER, J., SIMMONS, M., SNUSTAD, P. 2000. Principios de genética. 4a. Ed. Mexico, Limusa Wiley. 649p.

GOICOECHEA, P. y GIRALDES, R. 1996. Plant chromosomes at meiosis. In Fukui and Nakayama Shigeki (Editors). Plant chromosomes laboratory methods. Boca Raton, Crc 274p.

HUERTAS C, SALAZAR F, VARON F. 1996. Manejo integrado del cultivo del lulo (*Solanum quitoense* Lam.) en el Valle del Cauca. Boletín técnico. Palmira. ICA Mayo 22p.

LAGOS, T. 2006. Comportamiento citogenético de algunos genotipos de *Physalis peruviana* L. Tesis de doctorado en Ciencias Agropecuarias. Palmira, Universidad Nacional de Colombia. 92p.

LAGOS, T.C., CRIOLLO, H. Y MOSQUERA, C. 2001. Evaluación preliminar de cultivares de uvilla o uchuva (*Physalis peruviana* L.) para escoger materiales con base en la calidad del fruto. Revista de Ciencias Agrícolas (Colombia). 18(2): 82-94.

McCLINTOCK, B. 1929. A method for making acetocarmin smears permanent. Stain Technol. 4:53 – 56

OLAYA, C.A. 2002. Primer estudio de la meiosis en *Passiflora tripartita* var. *mollissima* (Kunth) Høll Nielsen & Jørgensen, *Passiflora tarminiana* Coppens & Barney, *Passiflora mixta* L. y tres de sus híbridos. Tesis Ing. Agr. Manizales, Universidad de Caldas. 21 p.

SINGH, R. J. 1993. Plant cytogenetics. Boca Raton, CRC. 391p.

TALLEDO, D. y ESCOBAR, C. 1994 Análisis cariotípico comparativo de nueve especies del género *Solanum* L. Biotempo: 11 -18.

VIVAR, H.E. Y PINCHINAT, A.M. 1970. Viability of seed from interspecific crosses with naranjilla *Solanum quitoense*. Crop Science. 10: 450-451.

ZAPATA, J. L., SALDARRIAGA, A., LONOÑO, M., y DIAZ, C. 2002 Manejo del cultivo de la uchuva en Colombia. Boletín técnico 14. Rionegro, Antioquia, CORPOICA, PRONATTA 40p.