

**CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE ACCESIONES DE  
*Physalis peruviana* L. DEL BANCO DE GERMOPLASMA DE LA  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE PALMIRA**

**CARLOS EDUARDO MADRIÑAN PALOMINO**



Foto: Tupac Otero, (2007).

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
COORDINACION GENERAL DE POSTGRADOS  
PALMIRA  
2010**

**CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE ACCESIONES DE  
*Physalis peruviana* L. DEL BANCO DE GERMOPLASMA DE LA  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE PALMIRA**

**CARLOS EDUARDO MADRIÑAN PALOMINO**

**Tesis de grado presentada como requisito para optar por el título de  
Magíster en Ciencias, línea de investigación en Recursos Fitogenéticos  
Neotropicales**

**DIRECTORA  
NANCY BARRERA MARIN  
ASESOR  
JAIME EDUARDO MUÑOZ FLOREZ**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
COORDINACION GENERAL DE POSTGRADOS  
PALMIRA  
2010**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA  
SEDE PALMIRA

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ACTA DE JURADO DE TESIS

MAESTRÍA EN CIENCIAS  
LINEA DE INVESTIGACIÓN  
RECURSOS FITOGENETICOS NEOTROPICALES

En Palmira a los 02 días del mes de Junio de 2010, se reunió en esta Sede el Jurado Calificador de Tesis, integrado por los doctores CREUCI MARIA CAETANO y GABRIEL DE LA CRUZ

Para calificar la Tesis de Grado de:

**CARLOS EDUARDO MADRIÑAN PALOMINO**

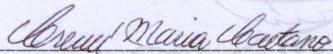
Titulada:

“Caracterización Morfológica de Accesiones de *Physallis puruviana* L del Banco de Germoplasma de la Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira” bajo la dirección de Nancy Barrera Marín, Ph.D.

Después de oír el informe del jurado evaluador compuesto por los doctores CREUCI MARIA CAETANO y GABRIEL DE LA CRUZ, y de haber cumplido con el proceso de evaluación, la tesis fue calificada como:

APROBADO  X

REPROBADO

  
\_\_\_\_\_  
CREUCI MARIA CAETANO

  
\_\_\_\_\_  
GABRIEL DE LA CRUZ

**“La Facultad y los jurados de tesis, no serán responsables de las ideas emitidas por el autor de las mismas”. Art 24/Res 04 de 1994.**

## CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	12
1. MARCO CONCEPTUAL	14
1.1. Clasificación taxonómica	14
1.2. Origen y distribución de la uchuva <i>Physalis peruviana</i> L.	17
1.3. Consumo	18
1.4. Biología floral y citogenética de <i>Physalis peruviana</i> L.	19
1.5. Importancia de la especie <i>Physalis peruviana</i> L.	20
1.6. Importancia de la evaluación y caracterización de los bancos de germoplasma	24
1.6.1. Inventario de recursos genéticos del género <i>Physalis</i> en América	27
1.7. Caracterización del germoplasma	29
17.1. Descriptores morfológicos o fenotípicos	30
1.8. Caracterización morfológica de <i>Physalis peruviana</i> L.	30
1.9. Trabajos de caracterización morfológica de <i>Physalis peruviana</i> L.	31
2. OBJETIVOS	33
2.1. Objetivo general	33
2.2. Objetivos específicos	33
3. METODOLOGÍA	34
3.1. Localización	34
3.2. Procedencia de las introducciones	34
4. FASES DEL PROCESO	37
4.1. Primera fase	37
4.1.1. Selección de las introducciones	37
4.1.2. Establecimiento del ensayo	37
4.2. Segunda fase	38

4.2.1. Evaluación fenotípica	39
4.2.1.1.Cualitativas	39
4.2.1.1.1.Características vegetativas	39
4.2.1.1.2.Características reproductivas	39
4.2.1.2.Cuantitativas	40
4.2.1.2.1.Características de la hoja	40
4.2.1.2.2.Características de flor	40
4.2.1.2.3.Características del fruto	41
4.3. Tercera fase	41
4.3.1. Análisis	41
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	43
5.1. Caracteres cualitativos	43
5.2. Caracteres cuantitativos	46
6. CONCLUSIONES	51
BIBLIOGRAFÍA	52
ANEXOS	58

## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Clasificación taxonómica de <i>Physalis peruviana</i> L.	14
Tabla 2. Algunas especies del género <i>Physalis</i>	16
Tabla 3. Composición nutricional por cada 100g de pulpa	24
Tabla 4. Directorio de colecciones de germoplasma en América Latina y el Caribe 2000	27
Tabla 5. Accesiones seleccionadas y datos de pasaporte de <i>Physalis peruviana</i> L.	36
Tabla 6. Introducciones con las mejores características en las condiciones evaluadas	46
Tabla 7. Ecuaciones de regresión para estimar el área foliar con base en el producto del largo por el ancho de la hoja de algunas introducciones evaluadas	50

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Área y producción nacional de uchuva entre 1.994-2008	22
Figura 2. Englacinación de flores de <i>Physalis peruviana</i> L.	35
Figura 3. Panorámica del ensayo.	38
Figura 4. Dendrograma obtenido a partir del análisis de conglomerado de la varianza mínima de Ward.	44
Figura 5. Ubicación espacial de las introducciones de acuerdo con las variables promedio de madurez del fruto y promedio de sólidos solubles.	47
Figura 6. Comparación de grado de madurez vs. grados Brix, para la introducción UNPU 211.	48



## LISTADO DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Selección, conteo y empaque de semillas de <i>Physalis peruviana</i> L.	59
Anexo 2. Descriptores cualitativos seleccionados para evaluar las 29 introducciones de <i>Physalis peruviana</i> L.	60
Anexo 3. Descriptores cuantitativos seleccionados para evaluar las 29 introducciones de <i>Physalis peruviana</i> L.	61
Anexo 4. Formas de la hoja de uvilla <i>Physalis peruviana</i> L.	62
Anexo 5. Formas del cáliz acrescente de uvilla <i>Physalis peruviana</i> L.	63
Anexo 6. Formas de las bayas de <i>Physalis peruviana</i> L.	64
A. Forma ovoide	
B. Forma elipsoide	65
C. Forma globosa	66
Anexo 7. Características reproductivas de color (Carta de colores de Munsel).	67
Anexo 8. Norma técnica 4580 de uchuva (grados de madurez)	68
Anexo 9. Peso y medida de frutos de <i>Physalis peruviana</i> L.	69
Anexo 10. Evaluación de los grados Brix (refractómetro)	70

## RESUMEN

***Physalis peruviana* L.** (uchuva, uvilla, tomatillo), de la familia *Solanaceae*, es una de las frutas más importantes en términos de exportaciones para Colombia debido a sus propiedades nutricionales y medicinales. En nuestro país la caracterización morfológica y evaluación de los bancos de germoplasma ha comenzado a implementarse. El objetivo de la presente investigación es la caracterización morfológica mediante descriptores discriminantes de un grupo de Introducciones de uchuva representativas de la colección de trabajo de la Universidad Nacional de Colombia sede Palmira, ubicadas bajo condiciones adecuadas para este cultivo, con el fin de ajustar los descriptores existentes y establecer un grupo de atributos que permitan una identificación precisa y una selección eficiente.

La investigación se realizó en la Reserva Natural “La Albecia”, vereda Regaderos, corregimiento de Aují, Municipio de el Cerrito – Valle del Cauca, a una altura de 1945 m.s.n.m, a una temperatura de 18-20°C, humedad relativa 70-80 % y precipitación anual de 900-1200 mm.

La investigación se desarrolló en tres fases. En la primera se seleccionaron 29 introducciones representativas de la colección de trabajo de uchuva (CTU), y se elaboraron los semilleros. En la segunda se estableció el ensayo bajo un diseño experimental de bloques completos al azar con tres (3) repeticiones y en la última fase se recopiló la información mediante descriptores cuantitativos y cualitativos previamente seleccionados. Se obtuvo un dendrograma a partir del análisis de conglomerado de la varianza mínima de Ward, que determinó cinco grupos para las variables cualitativas. El tercer grupo explica el mayor grado de similitud entre las 29 introducciones evaluadas, con un porcentaje del 27.58%. El análisis de varianza para los descriptores cuantitativos: Brix, peso del fruto con y sin cáliz y los diámetros ecuatoriales y polares, explican la mayor variabilidad, ya que estos fueron altamente significativos para todas las introducciones.

**Palabras Clave:** *Physalis peruviana* L, caracterización morfológica, descriptores, colección de trabajo de uchuva (CTU), introducciones.

## ABSTRACT

*Physalis peruviana* L. (cape gooseberry, uvilla, tomatillo), Solanaceae family, is one of the most important fruits in terms of exportation to Colombia because its nutritional and medicinal properties. In our country the morphological characterization and evaluation of germplasm banks has begun to implement. This research aims the morphological characterization by using descriptors able to discriminate uchuva introductions, from Work's collection of National University of Colombia at Palmira, grown under right conditions for this crop. In addition, to adjust existing descriptors and establish a set of attributes able to accurate identification and efficient selection.

The study was conducted in the Natural Reserve "The Albecia", vereda Regaderos, district of Aují, Municipality of El Cerrito - Valle del Cauca, at 1945 m at level, temperature of 18-20°C, relative humidity 70-80% and annual precipitation 900-1200 mm. It was developed in three phases. In the first, 29 introductions were selected, representing the Work's collection of cape gooseberry (CTU) and then prepared seedbeds. In the second was established under a design experimental of block complete randomized with (3) three repetitions, in the last phase, information was collected through quantitative and qualitative descriptors previously selected. A dendrogram was obtained from cluster analysis by using Ward minimum variance, which identifies five groups for qualitative variables. The third group explains the higher degree of similarity among the 29 introductions evaluated, with a rate of 27.58%. The analysis of variance for quantitative descriptors, Brix, fruit weight with and without calyx, and the equatorial and polar diameters of the fruit, explains the higher variability, that were highly significant for all introductions.

**Key words:** *Physalis peruviana* L, morphological characterization, descriptors, work collection (CTU) cape gooseberry.

## INTRODUCCIÓN

*Physalis peruviana* L (uchuva), perteneciente a la familia de las Solanáceas, durante muchos años fue considerada planta asociada a cultivos y en algunos casos como “maleza” (Bernal, 1986). Actualmente es ampliamente cultivada y es una de las frutas más importantes en términos de exportaciones para Colombia, con 6.305 toneladas anuales, convirtiéndolo en el mayor productor de uchuva del mundo seguido por Sudáfrica (MinAgricultura, 2009).

El género *Physalis*, incluye más de ochenta especies entre hierbas perennes y anuales, varias comestibles y cultivadas, muchas silvestres y poco conocidas. La especie *Physalis peruviana* L., es originaria de los Andes Suramericanos principalmente de Perú, Colombia y Ecuador (Medina, 1991). Es la más conocida de su género. Se caracteriza por su fruto anaranjado (baya carnosa), cubierto por un cáliz que lo protege de patógenos, insectos y condiciones ambientales adversas. Presenta sabor dulce y alto contenido de vitaminas A y C además de hierro y fósforo (Fischer y Almanza, 1993), que le pueden conferir las propiedades nutricionales y medicinales que se le atribuyen.

La Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira en su colección de trabajo de uchuva (CTU), conserva 222 entradas de *Physalis peruviana* L., desde el año 2003, como parte del programa de investigación en Diversidad Biológica. En nuestro país la caracterización y evaluación de estas colecciones de trabajo ha comenzado a implementarse como una estrategia de valoración, utilización, mejoramiento y conservación de los recursos fitogenéticos.

Bonilla *et al* (2008) escogieron al azar 24 introducciones de la colección de trabajo de uchuva (CTU), para probar los descriptores morfológicos propuestos por Lagos *et al* (2003). En el presente trabajo se propone caracterizar morfológicamente 29 introducciones de *Physalis peruviana* L., seleccionadas de la colección de trabajo de uchuva (CTU), de la Universidad Nacional de Colombia

Sede Palmira, procedentes de los departamentos del Valle, Cauca, Nariño, Quindío y Caldas, lo que contribuirá con el conocimiento y la evaluación de la diversidad de semillas conservadas, y además identificar grupos de genotipos con características favorables para un programa de fitomejoramiento.

## 1. MARCO CONCEPTUAL

La uchuva es una fruta originaria de América y se conocen más de 50 especies en estado silvestre. Aunque se utiliza desde épocas precolombinas como alimento silvestre tradicional en zonas andinas, fue descrita en tiempos modernos en la región de Tierradentro, departamento del Cauca, Colombia y su primer cultivo en la zona fue a escala semicomercial. Actualmente se cultiva en los departamentos de Nariño, Cauca, Huila, Antioquia, Cundinamarca y Boyacá, siendo este último el mayor productor de uchuva en Colombia con 36.3% de la producción nacional. (MinAgricultura, 2009).

### 1.1 Clasificación taxonómica

La clasificación taxonómica de *Physalis peruviana* L., según la National Plant Center USDA (2000) es:

**Tabla 1. Clasificación taxonómica de *Physalis peruviana* L.**

REINO	Plantae
SUBREINO	Tracheobionta
DIVISION	Angiospermae
CLASE	Magnoliopsida
SUBCLASE	Asteridae
ORDEN	Solanales
FAMILIA	Solanaceae
GÉNERO	<i>Physalis</i>
ESPECIE	<i>Physalis peruviana</i> L.
Nombres comunes	uchuva, uvilla, tomatillo, aguaymanto, capulí

La familia Solanaceae, está integrada principalmente por herbáceas pero con algunos árboles y arbustos. Económicamente es una de las más importantes para el hombre. La familia se encuentra ampliamente distribuida por las regiones tropicales y templadas de todos los continentes, pero se puede decir que están concentradas especialmente en Australia, América Central y América del Sur. Las solanáceas tienen hojas muy variables, sus inflorescencias están en cimas axilares o en combinaciones de cima, aunque en algunas especies se encuentra una flor solitaria, esta tiene cinco sépalos, generalmente persistentes (cáliz), una corola formada por cinco pétalos unidos formando un tubo, cinco estambres y un gineceo formado por un pistilo bicarpelar. Los frutos pueden ser de diferentes tipos como bayas o cápsulas. Entre las plantas alimenticias más conocidas se encuentran. La papa *Solanum tuberosum*, base de la alimentación de muchos pueblos en el mundo, berenjena *Solanum. melongena*; el jitomate o tomate rojo *Lycopersicon esculentum*; diversos pimientos y chiles picantes del género *Capsicum*; el tomatillo o tomate verde de diversas especies (Tabla 2) como *Physalis pubescens*, *P. ixocarpa* y el alquequenje *P. angulata* (Rosette et al., 2001).

Las plantas del género *Physalis* son hierbas anuales o perennes, algunas de estas con rizomas, con menos frecuencia arbustos, glabros o más comúnmente pubescentes con pelos simples o ramificados, a menudo glandulares. Hojas alternas o por parejas, pecioladas, la lámina simple, a menudo ovada, entera o gruesamente dentada. Las flores solitarias y fasciculadas, axilares, pediceladas; cáliz 5-lobado, el tubo acrescente, inflado y rodeando el fruto en la madurez; corola plegada, raramente tubular-expandida generalmente rotado-campanulada, usualmente amarillenta, a menudo con 5 máculas oscuras en el tubo; 5 estambres, los filamentos insertos en una zona pubescente del tubo de la corola, las anteras con dehiscencia longitudinal, amarillas, violetas o azul verdosas; ovario-2 carpelar, los óvulos numerosos, el estilo filiforme, el estigma capitado. El fruto es una baya, el pericarpio delgado, jugoso o algunas veces algo seco;

semillas numerosas, orbiculares a reniformes, foveoladas a irregular-reticuladas (Nee, 1986).

**Tabla 2. Algunas especies del género *Physalis*.**

ESPECIES	ESTADO	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN	USOS
<i>P. angulata</i>		Alquequenje, capulí cimarrón, sacabuche, sapito, tomate, tomatillo, topotopo	Estados Unidos a través de México hasta Panamá.	Fruta comestible.
<i>P. peruviana</i> L.	Cultivada	capulí, cereza del Perú, cuchuva, Antillas, sacabuche, tomate silvestre, tomate verde, topotopo, yuyo y uchuva	Sudamérica y las Sureste de Andes de Venezuela a Chile	Fruta comestible.
<i>P. pruinosa</i>	Cultivada	Husk tomato	Oriente Norteamérica	de Fruta en conserva.
<i>P. pubescens</i> L.	Cultivada	Alquequenje, mullaca, huevo de sapo, muyaca, peludo, saposarapo, topotopo, miltomate, tomate, tomatillo	bolsa Desde el Este de los Estados Unidos a través de México hasta Panamá y Sudamérica; Antillas introducida en el Viejo Mundo	Comestible (condimento)
<i>P. viscosa</i> (Recurso genético)			América tropical y subtropical	Fruta comestible.

Fuente: [www.ciat.cgiar.org](http://www.ciat.cgiar.org). Fruits from América. An ethnobotanical inventory.

Al género *Physalis* pertenecen más de 80 especies incluidas anuales, perennes y herbáceas, casi todas en estado silvestre y muy pocas en estado semisilvestre,



cuatro de estas son cultivadas por sus frutos. *P.pruinosa* L., es utilizada para frutos en conserva; *P.aikekengi* L., como ornamental; *P. peruviana* L., la más utilizada por su fruto azucarado. También los frutos de las especies *P. angulata*, *P. mínima* y *P. ixocarpa*, son comestibles (Quiros, 1984).

## **1.2 ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN DE LA UCHUVA *Physalis peruviana* L.**

Legge (1974) considera que el centro de origen de la especie *Physalis peruviana* L. fue los Andes Peruanos. También es reportada como nativa en Perú y Chile, donde los frutos son comestibles y ocasionalmente comercializados, pero aún no es un cultivo importante. Esta especie fue introducida por los españoles en Sudáfrica hace más de 200 años como especie antiescorbuto y distribuida a Kenia, California, Gran Bretaña, Australia, Zimbabwe, Nueva Zelanda, Hawai y la India.

Las plantas fueron cultivadas y establecidas por primera vez, en el Cabo de la Buena Esperanza antes de 1807. También es cultivada en el sur de África a pequeña escala en Gabón y en otras partes de África Central. Poco después fue llevada a Australia, donde es una de las pocas frutas frescas de las primeras establecidas en el sur de Nueva Gales. Allí ha sido cultivada a gran escala y naturalizada, como también en Queensland, Victoria, sur de Australia, occidente de Australia y norte de Tasmania. Esta fruta logró un amplia acogida en Nueva Zelanda, China, la India y Malasia es comúnmente cultivada pero a menor escala.

En Inglaterra la uchuva fue por primera vez reportada en 1774, donde ha sido cultivada en caminos y en jardines de las casas. En las islas del Caribe esta fruta es poco conocida, aunque naturalizada. Las plantas fueron cultivadas abundantemente a lo largo de orillas y bordes de caminos en las montañas azules de Jamaica antes de 1913. Es cultivada en Florida y en el oeste de las Indias. Las semillas han sido repetidamente adquiridas de Stanford y Nursey (Mc Cain, 1983).

### 1.3 CONSUMO

La uchuva en la actualidad ha conquistado importantes mercados en la Unión Europea y Estados Unidos. Sus principales consumidores son Inglaterra y Alemania. Actualmente se cultiva en Colombia, Ecuador, California, Sudáfrica, Australia, Kenya, India, Egipto, Caribe, Asia y Hawai (Wikipedia, *Physalis peruviana*, 2010).

El valor de las exportaciones de las frutas frescas colombianas excluyendo el banano y el plátano alcanzó los 28 millones de dólares en el 2006, donde *Physalis peruviana* L., participó con 16.6 millones de dólares equivalentes al 59%, lo que indica que es catalogada como una fruta importante en las exportaciones nacionales. El volumen exportado de uchuva fresca se mantuvo constante con un promedio de 6305 toneladas entre los años 2005-2008, con entradas por un valor de 24.2 millones de dólares (Minagricultura, agenda 04 nov 2009).

Se puede consumir fresca, sola o en ensaladas, le confiere un sabor agridulce a las comidas. En algunos países como Colombia y Perú ya se está procesando para obtener productos como mermelada, yogurt, dulces, helados, conservas enlatadas y licores. También sirven de elemento decorativo (de la misma forma que una cereza) para adornar tortas y pasteles (CCI Uchuva, 2001).

La uchuva por su crecimiento robusto y expansivo (porte), actúa como cobertura del suelo y lo protege de la erosión.

En Bolivia en las comunidades andinas se le conoce como “poga poga” se consume en forma fresca como fruta silvestre y además se utiliza con fines nutritivos por su contenido en proteínas, vitaminas y minerales (Wikipedia, *Physalis peruviana*, 2010).

#### 1.4 BIOLOGÍA FLORAL Y CITOGENÉTICA DE *Physalis peruviana* L.

Las flores son solitarias, pedunculadas y bisexuales, se originan en las yemas axilares de las hojas y están constituidas de una corola amarilla en forma tubular, originada de cinco pétalos soldados y con cinco puntos morados en su base. En un estudio floral en la India, la floración inició 70 a 80 días después de la siembra y el tiempo entre iniciación de botones florales y la antesis fue de 19 a 23 días. Durante la floración (3 a 4 días) la corola abrió en la mañana y cerró en la noche (Gupta y Roy, 1981). En el mismo estudio, la mayor cantidad de frutos (85% de cuajado) se desarrolló con una polinización abierta (no artificial). El National Research Council (1989), afirma que las flores son fácilmente polinizadas por insectos y por el viento, y que la autopolinización también es común (Fischer *et al.*, 2000). En el 85% de las flores la primera antera fue dehiscente al día siguiente de la apertura floral y los granos de polen tuvieron 97% de viabilidad a los 35 días. El polen maduro de uchuva antes de la antesis y el estigma fue receptivo antes de la apertura de la flor. Tanto el polen como el pistilo maduraron a los 35 días de desarrollo, dos días antes de la apertura floral; la receptividad del pistilo se presentó dos días antes de la antesis, fenómeno que restringe la autopolinización. En invernadero *Physalis peruviana* presentó polinización mixta con 54% de polinización cruzada (Lagos et al; 2008).

Se determinó, con base en las observaciones de campo y de acuerdo con la inserción de las estructuras a lo largo de las ramas, que la duración aproximada del estado de botón floral está entre 18 a 21 días y de flor de dos a tres días, contados a partir de la aparición de un primordio floral de 2 mm de longitud por 1 mm de diámetro. Durante este periodo, el botón muestra un crecimiento externo que alcanza dimensiones aproximadas de 1,4 cm de longitud por 1.0 cm de diámetro, antes de pasar al estado de *post antesis*, donde se observa aún la corola sobresaliendo del cáliz (Mazorra et al., 2006).

Quiros (1984), en un estudio reporta que el número básico de cromosomas del género *Physalis* es  $x=12$ , y la mayoría de las especies es diploide. De las especies cultivadas, solamente *Physalis peruviana* es un tetraploide.

Un estudio reciente del comportamiento meiótico de algunos genotipos de *Physalis peruviana* L. concluye que la especie no tiene problemas de esterilidad, lográndose corroborar con unos índices meióticos que oscilaron entre 97 y 100% y la viabilidad del polen de 89 a 93%. También indica que para las introducciones evaluadas se presentó más de un número cromosómico (NC) y distintas asociaciones cromosómicas (AC). Los números cromosómicos más frecuentes fueron 24, 36 y 48 y en baja frecuencia se observaron  $NC = 32, 38$  y 40. En pocas células se observó mixoploidía. Finalmente se concluye que *P. peruviana* está en evolución y con un número básico de  $x=12$  (Lagos, 2005).

### **1.5 IMPORTANCIA DE LA ESPECIE *Physalis peruviana* L.**

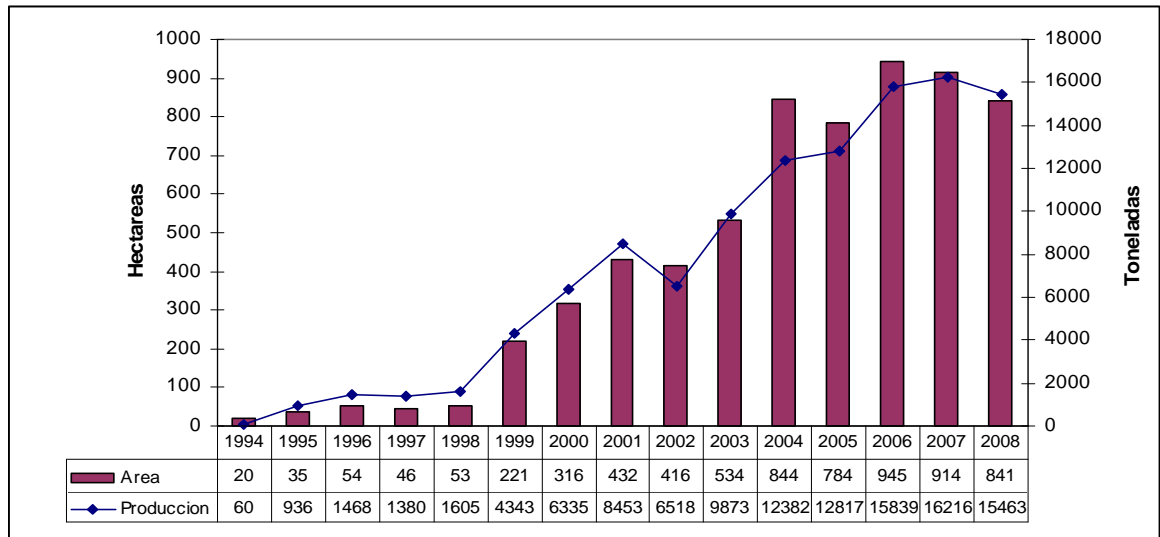
La utilización plena del potencial genético de cualquier cultivo, incluso de los frutales, depende de la disponibilidad de una base genética amplia para poder aplicar procesos de selección. Así mismo, se relaciona con la existencia de colecciones representativas de la diversidad, tanto de la especie problema como de los taxa relacionados, así como de un buen conocimiento de los atributos presentes en los materiales de las colecciones (Lobo, 2006).

Con base en los recursos genéticos se pueden seleccionar genotipos, con amplia distancia genética o con atributos previamente identificados, desarrollando actividades de pre-mejoramiento y perfeccionando los trabajos de clonación y multiplicación masiva de los individuos portadores de las características deseadas o de sus combinaciones (Ligarreto *et al.*, 2005).

La uchuva es una de las especies más promisorias para el desarrollo del Altiplano Colombiano. Sin embargo, muchos de los materiales silvestres han desaparecido y los que aún existen en diferentes regiones de nuestro país están en peligro de

desaparecer. La colección, evaluación fenotípica y molecular de poblaciones de esta especie se ha comenzado a realizar con algunos estudios sobre diversidad genética en uchuva (Bonilla *et al.*, 2003).

En los mercados nacionales la uchuva era hasta hace poco una fruta escasamente valorada. Debido a que siempre fue conocida como arvense, se ignoraba su valor nutritivo y sus propiedades medicinales y el gran aprecio del que goza en los mercados internacionales. Según datos del Anuario Estadístico de Frutales (2004 – 2008), y el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (1994 – 2003), el cultivo de uchuva en el país ha crecido significativamente. El área sembrada en Colombia aumentó en un 95.8% pasando de 35 hectáreas cosechadas en 1995 a 841 hectáreas en el año 2008. La producción, durante ese mismo periodo, se incrementó en un 93.9% al pasar de 936 toneladas en el año 1995 a 15.463 toneladas en el 2.008 (Figura 1).



**Figura 1. Área y producción nacional de uchuva entre 1994-2008**

**Fuente:** Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Anuario Estadístico de Frutales. Cálculos: Corporación Colombia Internacional, 2009.

Desde 1985 este cultivo se considera promisorio para los departamentos como Nariño, Cauca, Huila, Antioquia, Cundinamarca y Boyacá. A pesar de esto y de su amplia aceptación en los mercados internacionales, la uchuva permanece como un cultivo marginal y son escasos los cultivos establecidos con carácter empresarial y semi-empresarial. En el contexto de la actual problemática agrícola que vive el país, sobre todo en las zonas frías, a la uchuva se le considera como una importante alternativa para el reemplazo de cultivos tradicionales.

A partir del año 2003, los cultivos de uchuva han mejorado. Colombia debe cumplir con las exigencias de los comercializadores europeos para ingresar el producto a estos países a través de la certificación Eurepgap, manejando las buenas prácticas agrícolas. En materia de ventas de estos productos al exterior, el país aún manifiesta una baja presencia y un modesto desempeño, insuficientes para mantener una dinámica de desarrollo y de generación de empleo en el largo plazo. De ahí la importancia de concentrar esfuerzos en desarrollar estrategias que permitan el crecimiento y consolidación del sector (Lagos *et al.*, 2005).

Además de la importancia comercial de esta especie, desde el punto de vista medicinal se le atribuyen diversas propiedades. Sus beneficios se derivan de la composición nutricional del fruto (Tabla 3), el cual se caracteriza por ser azucarado, con buenos contenidos de vitamina A y C, además de hierro y fósforo. Una investigación de la Universidad Nacional – Bogotá, demostró que el capuchón de la uchuva tiene efectos positivos en la salud, concretamente para reducir inflamación. Los mayores beneficios se encontraron en golpes, torceduras o artritis. Esto, porque dos nuevos componentes fueron encontrados en los cálices de uchuva conocidos como glicósidos (moléculas de azúcar), considerados como los principales responsables de la actividad antiinflamatoria. Esta fruta podrá ser empleada ahora con absoluta seguridad como ungüento para reducir la inflamación (Franco *et al.*, 2007).

Según la National Research Council (1989) el jugo de la uchuva madura tiene altos contenidos de pectinasa lo que disminuye los costos en la elaboración de mermeladas y otros preparativos similares. Además, presenta características adecuadas para su transformación. Entre las más importantes están su elevado rendimiento en pulpa, alta estabilidad a los tratamientos térmicos durante el proceso y las atractivas características fisicoquímicas y sensoriales. Debido al creciente interés de los mercados europeos donde pagan altos precios por frutos que pueden utilizarse en diferentes formas como adornos de comidas, postres y tortas, entre otros, las empresas agrícolas dedicadas al cultivo de la uchuva en Colombia, ven que las perspectivas de la producción tecnificada de esta fruta son cada vez mejores (Fischer *et al.*, 2000).

**Tabla 3. Composición nutricional por cada 100 gramos de pulpa.**

FACTOR NUTRICIONAL	CONTENIDO
Calorías	54
Agua	79.6
Proteína	1.1 gr.
Grasa	0.4 gr.
Carbohidratos	13.1 gr.
Fibra	4.8 gr.
Ceniza	1.0 gr.
Calcio	7.0 mg
Fósforo	38 mg
Hierro	1.2 mg
Vitamina A	648 U. I.
Tiamina	0.18 mg
Riboflavina	0.03 mg
Niacina	1.3 mg
Acido ascórbico	26 mg

Fuente: Fischer *et al.*, 2000.

## **1.6 IMPORTANCIA DE LA EVALUACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS BANCOS DE GERMOPLASMA**

El Convenio de las Naciones Unidas sobre diversidad biológica fue uno de los tratados de la conferencia de las Naciones Unidas sobre ambiente y desarrollo (UNCED), en junio de 1992, ratificado por 177 países a la fecha, se ha convertido en ley global de Biodiversidad. Colombia hace parte de este convenio desde 1994, a partir de la expedición de la ley 165 del mismo año, ya que cuenta con una gran diversidad de recursos fitogenéticos poco evaluados (Bonilla *et al.*, 2003).



Este tratado reconoce la soberanía de los estados sobre la biodiversidad, su potestad para explotarla y su obligación de velar porque las actividades en su jurisdicción no afecten la biodiversidad de otros estados. Los objetivos de este convenio son tres: la conservación de la diversidad biológica, la utilización sostenible de sus componentes, y la participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos. Con este convenio Colombia adquiere el compromiso de conservar, conocer y utilizar esta enorme riqueza biológica (Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt, 2000).

Con el apoyo de organismos e instituciones nacionales, internacionales y gubernamentales se han realizado y actualmente se adelantan proyectos para el conocimiento y conservación de los recursos genéticos del país e identificar especies vegetales promisorias de interés agronómico o industrial, que permiten establecer una alternativa a los cultivos tradicionales del país.

*Physalis peruviana* L. es una especie frutícola, sin duda una de las más promisorias para el desarrollo del Altiplano Colombiano. Sin embargo, muchos de los materiales silvestres han desaparecido y los que aún existen en diferentes regiones de nuestro país están en peligro de desaparecer. La colección, caracterización y evaluación de germoplasma de esta especie es escasa.

Actualmente el ICA mantiene una colección de frutales de 854 introducciones distribuidas en diferentes centros de investigación. En Palmira, se conservan en campo 220 introducciones de cítricos, 47 de frutas tropicales menores, 36 de papaya, 32 de uva, 28 de guayaba, 16 de guanábana y unas pocas de atemoya, macadamia, inchi y carambola. Producto de la exploración y colección de germoplasma silvestre de frutales efectuada en 1983 se recolectaron en el país 258 materiales correspondientes a lulo, curuba, granadilla, guayaba, mora, tomate de árbol, uchuva, papaya y frambuesa. Semillas de estas especies se mantienen a mediano plazo en el banco base de CI-Tibaitatá (Reyes *et al.*, 2000). La

Universidad de Nariño cuenta con una colección de 50 materiales regionales de uchuva caracterizada morfológicamente (Hejeile e Ibarra., 2001). En el Centro de Investigación la Selva de Corpoica se tiene una colección de 88 materiales de los cuales sólo 39 corresponden a *Physalis peruviana*, y en Palmira en el CEUNP, se cuenta con una colección de trabajo de 222 introducciones de uchuva (Bonilla *et al.*, 2003).

### 1.6.1 Inventario de Recursos Genéticos del Género *Physalis* en América

**Tabla 4. Directorio de colecciones de germoplasma en América Latina y el Caribe, 2000.**

INSTITUCIÓN	COORDENADAS			ESPECIES COLECTADAS	CONSERVACIÓN
	Lat	Lon	Alt		
Centro de investigación La Selva-corpoica. Km 7 via Llanogrande, A.A. 100/470 Rionegro, Antioquia, Colombia. Dr. Mario Lobo	0520N	7520W	2120	<i>Physalis ixocarpa</i> (35) <i>Physalis peruviana</i> (39) <i>Physalis</i> spp (14)	Conservación en el campo, In vitro y de semilla (Temp. -5°C, HR 70%, humedad de las semillas 8-10%)
Estación experimental Santa Catalina, DENAREF, INIAP. Panamericana Sur Km. 14, C.P 17-01-340. Quito, Pichincha, Ecuador. Dr. Jaime Estrella.	0022S	7833W	3050	<i>Physalis peruviana</i> (23 variedades tradicionales, de Ecuador 20, Colombia 1, Bolivia 1)	Conservación en el campo, In Vitro y de semilla (Temp. 4 y 10 °C, HR 40-70%, humedad de las semillas 12-13%)
CIRAD – FLHOR, Station Guadeloupe. Neufchateau – Sainte Marie 97130 Cenesterre Belle – Eau, Guadeloupe, Francia. Dr. Luc De Lapeyre	1603N	6134 O		<i>Physalis peruviana</i> (1 de Francia)	
Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco (UNCAAC/CICA). Granja K'Ayra, casilla postal 973 Cusco, Perú. Ing. Gregorio Mesa.	1332S	7154W	3220	<i>Physalis peruviana</i> (12 especies silvestres del Perú)	Conservación de semilla Temperatura 10-17°C, HR del 60%, Humedad de semilla 13%.

**Continuación Tabla 4. Directorio de colecciones de germoplasma en América Latina y el Caribe, 2000.**

INSTITUCIÓN	COORDENADAS			ESPECIES COLECTADAS	CONSERVACIÓN
	Lat	Lon	Alt		
EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Recursos Genéticos (CENARGEN) Sain Parque Rural Caixa Postal 2372. 70770-900. Brasília, D.F. Brasil. Dr. Alfonso Valois.	1545S	4757W		<i>Physalis</i> spp. 4 variedades mejoradas	
Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile. Sasilla 567 Valdivia, Chile. Profesor Andrés Contreras.	3948S	7314W	9	<i>Physalis</i> spp 2 especies silvestres de Chile	Conservación de semillas – 18 ° C humedad de la semilla 4-8%.
Centro Agronómico y Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) Apartado 7170 CATIE. Turrialba, Cartago, Costa Rica. Dr. Elquin Bustamante.	0953N	8338W	602	<i>Physalis</i> spp, 68 de Guatemala y México	
Facultad de Agronomía Universidad de San Carlos (FA, USAC). Apartado Postal 1545, Ciudad Universitaria zona 12, 01901 Guatemala City, Guatemala. Ing. Cesar A. Azurdia Pérez.	1435N	9030W	1500	<i>Physalis</i> spp 59 especies silvestres/ Variedades tradicionales de Guatemala	

**Continuación Tabla 4. Directorio de colecciones de germoplasma en América Latina y el Caribe, 2000.**

INSTITUCIÓN	COORDENADAS			ESPECIES COLECTADAS	CONSERVACIÓN
	Lat	Lon	Alt		
Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (ICTA). Km. 21.5 carretera hacia Amatitlán, Bárcena, Villa Nueva, Guatemala. Ing. Álvaro Orellana.	1440N	9048W	1400	<i>Physalis</i> sp, 42 especies silvestres de Guatemala	
Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, agrícolas y pecuarias (INIFAP). Serapio Rendón, 83. 06470 Col. San Rafael, México D.F. México. Dr. Alejandro Espinosa Calderón.	1925N	9910W		<i>Physalis</i> spp, 190.	Conservación de semilla 0-5 °C HR 75-80%, humedad de semillas de 6-10%.

**Fuente:** [www.ipgri.cgiar.org/publications/pubfile+asp.com](http://www.ipgri.cgiar.org/publications/pubfile+asp.com)

### 1.7 CARACTERIZACIÓN DEL GERMOPLASMA

El conocimiento de la diversidad es necesario para los programas de conservación ya que es un componente de la biodiversidad que debe ser preservado, pero además, es una herramienta de utilidad especialmente para conocer los procesos que determinan la estructura genética de las especies (Bonilla *et al.*, 2003).

Para estimar la variabilidad de las especies se utilizan descriptores morfológicos o fenotípicos.

### **1.7.1 Descriptores morfológicos o fenotípicos**

Se usan para clasificar los seres vivos mediante un sistema binario, con el fin de caracterizar y describir la variabilidad. Lo que se describe es el fenotipo y este depende del componente genético, ambiental y la interacción genotipo por ambiente (Staub *et al.*, 1996). Los descriptores más usados son los que tienen tendencia mendeliana o están controlados por pocos pares de genes. Esta técnica ha sido utilizada con éxito y es el primer paso para caracterizar la diversidad genética. La cobertura total del genoma se restringe por el reducido número de marcadores morfológicos distintos en un mismo linaje (Bonilla *et al.*, 2003).

### **1.8 CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE *Physalis peruviana* L.**

En los bancos de germoplasma de los países de América del Sur, Centroamérica y el Caribe se encuentran aproximadamente 660.000 introducciones pertenecientes a un rango amplio de géneros y especies de plantas las cuales están solo parcialmente documentadas. En los últimos años se han realizado esfuerzos importantes en el registro y almacenamiento de los datos de pasaporte y la caracterización de estas introducciones, así como el intercambio de la información relacionada (Vallejo, 2003).

Los recursos fitogenéticos se conservan para utilizarlos, y ello sólo es posible si se conocen sus características y posibles usos. La información que permite conocer el germoplasma y determinar su utilidad proviene de tomar y analizar un conjunto de datos sobre el mismo, en diversas etapas de la conservación pero principalmente durante la caracterización y evaluación. La caracterización y la evaluación son actividades complementarias que consisten en describir los atributos cualitativos y cuantitativos de las introducciones de una misma especie para diferenciarlas, determinar su utilidad, estructura, variabilidad genética y relaciones entre ellas, y localizar genes que estimulen su uso en la producción o el

mejoramiento de cultivos. Las dos actividades requieren exactitud, cuidado y constancia e incluyen un componente importante de registro de datos (Jaramillo y Baena, 2000).

A grandes rasgos en vegetales los principales grupos de caracteres utilizables son: morfológico, fisiológico, citológico, bioquímico y molecular (González y Pita, 2001).

### **1.9 TRABAJOS DE CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE *Physalis peruviana* L.**

En Colombia se han realizado algunos avances sobre caracterización morfológica en uchuva, *Physalis peruviana* L., los cuales se relacionan a continuación:

- a) Colección y Evaluación de Recursos Genéticos de Uvilla *Physalis peruviana* L. en algunos municipios del sur del departamento de Nariño (Hejeile e Ibarra 2001).
- b) Colección, Evaluación Fenotípica y Molecular de Poblaciones de Uchuva *Physalis peruviana* L. (Bonilla y Espinosa 2003).
- c) Evaluación Palinológica y Viabilidad Polínica de *Physalis peruviana* L y *Physalis philadelphica* Lam. (Lagos y Caetano 2005).
- d) Caracterización morfológica de 24 introducciones de uchuva de la CTU de la Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira

Se caracterizaron 24 introducciones de uchuva *Physalis peruviana* L. de la colección de trabajo de la Universidad Nacional de Colombia sede Palmira, mediante 27 descriptores morfológicos (10 cualitativos y 17 cuantitativos). Se analizó la correspondencia múltiple (ACM) y clasificación jerárquica ascendente para variables cualitativas y de componentes principales (ACP) para variables cuantitativas (Bonilla y Espinosa, 2003).

e) Caracterización morfológica de 46 introducciones de uchuva (*Physalis peruviana* L.) en Antioquia (Colombia).<sup>1</sup>

Se realizó la caracterización morfológica de 46 introducciones de uchuva provenientes del Banco de Germoplasma de la nación colombiana. Se empleó un listado de 69 descriptores, 40 de ellos cualitativos y 29 cuantitativos, 56 de los cuales (81,16%) fueron útiles en la diferenciación de las introducciones. Para las variables cualitativas se estimaron los coeficientes de disimilaridad de Gower, que fluctuaron desde 0 a 0,20; y para las variables cuantitativas se estimaron los valores de distancia Euclidiana, que fluctuaron entre 0,25 y 1,22 (Trillos *et al.*, 2008).



## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GENERAL**

Contribuir al conocimiento de la diversidad genética y uso potencial de *Physalis peruviana* L. (uchuva) en Colombia.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Evaluar morfológicamente 29 introducciones de uchuva *Physalis peruviana* L. de la CTU de la Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira.
- Identificar grupos de genotipos con algunas características morfológicas favorables para un programa de fitomejoramiento.
- Renovar e incrementar las semillas de las 29 introducciones de uchuva *Physalis peruviana* L. de la CTU.

### 3. METODOLOGÍA

Se utilizaron 29 introducciones de *Physalis peruviana* L., representativas de la colección de trabajo de uchuva (CTU) de la Universidad Nacional de Colombia-Sede Palmira y con base en los descriptores morfológicos propuestos por Bonilla y Espinosa (2003), se seleccionaron los significativamente discriminantes y se procedió a evaluar los caracteres cualitativos y cuantitativos.

#### 3.1 Localización

El trabajo se desarrolló en la Reserva Natural “Albecia”, municipio El Cerrito (vereda Regaderos, corregimiento de Aují, departamento del Valle del Cauca, Colombia), latitud norte 03°38' 55.9”, longitud oeste 076°06' 15.7”, a 1945 msnm, con una temperatura promedio anual de 18°C, humedad relativa del 80% y precipitación promedio anual de 1200mm.

#### 3.2 Procedencia de las introducciones

Las introducciones de uchuva se obtuvieron de la CTU de la Universidad Nacional de Colombia sede Palmira, ubicada en el municipio de Candelaria (vereda El Carmelo, departamento del Valle del Cauca, Colombia), a 927 msnm, con una temperatura promedio anual de 24°C, humedad relativa de 75% y precipitación promedio anual de 1000 mm.

En la CTU se dispone de 222 introducciones de *Physalis peruviana* L. de las cuales se seleccionaron 29 introducciones con sus respectivos datos de pasaporte (Tabla 5).

Para obtener semillas puras (autopolinización), se englacinaron cuatro sitios por planta (cuatro botones florales por bolsa), en todas las introducciones

establecidas en el lote. Debido a las condiciones de fuertes vientos y lluvias permanentes después de varios ensayos se utilizaron bolsas de papelillo transparente con orificios en la parte inferior (**Figura 2**).



Foto: Diego F. Escobar, (2008).

**Figura 2.** Englacinación de flores de *Physalis peruviana* L.

**Tabla 5. Adiciones seleccionadas y datos de pasaporte de *Physalis peruviana* L.**

Acce sión	Fec ha de cole cta	Nom bre com ún	Dept o	Munici pio	Localid ad	Altura msnm	Latitud	Longit ud	Colectores	Donante	Estado del material	Fuent e del materi al	Proce dencia	Usos
UNP U027	16/0 3/00	Uvilla	Nariño	Pasto	Mapachico	274 0	01°14'3 7,1"	77°19' 20"	Ibarra, A.	Vallejo, R.	Arvens e	Huerto	Región	Cons.
UNP U031	15/0 3/00	Uvilla	Nariño	Pasto	Jenoy	250 0	01°17'2 0,2"	77°20' 18,9"	Ibarra, A.	Olarte, J.	Arvens e	Huerto	Región	Cons.
UNP U034	18/0 3/00	Uvilla	Nariño	Pasto	Catambuco	282 5	01°10'0 7,4"	77°17' 35,3"	Ibarra, A.		Arvens e	Borde carr	Región	Cons.
UNP U035	15/0 3/00	Uvilla	Nariño	Pasto	Nariño	245 0	01°17'2 4,2"	77°21' 22"	Hejeile, H.	Gustin, C.	Arvens e	Huerto	Región	Cons.
UNP U037	13/0 4/02	Tochuva	Cauca	Silvia	El Salado	270 0			JEM,MLB, KE,RDC	Ramón	Silvestr e	Huerto	Región	Med.
UNP U101	03/0 4/02	Uchuva	Quindío	Armenia	Pijao	180 0	04°20'1 7"	75°42' 27"	Aranio, J.		Silvestr e	Jardín	Región	Cons.
UNP U104	01/0 2/02	Uchuva	Caldas	Pácora		183 5	05°31'4 7"	75°27' 44"	Valencia, N.		Silvestr e	Campo	Región	Cons.
UNP U110	15/0 4/02	Uchuva	Cauca	Puracé	Coconuco	210 0	02°20'5 3"	76°30' 03"		Vivas, N.	Silvestr e	Campo	Región	Cons.
UNP U112	17/0 3/02	Uchuva	Valle	La Cumbre	La Ventura	180 0	03°39'1 9,5"	77°25' 56,8"	Escobar, L.	Escobar, E.	Silvestr e	Huerto	Región	Cons.
UNP U120	21/0 3/02	Uchuva	Caldas	Manizales	Manizales	201 0	05°04'2 2"	75°30' 22"	JEM,MLB, KE,MAH		Silvestr e	Borde carr	Región	Cons.
UNP U138	23/0 3/00	Uvilla	Nariño	Pasto	El Encano	278 2	01°09'1 2,5"	77°12' 50,2"	Ibarra, A.	Botina, S.	Arvens e	Huerto	Región	Cons.
UNP U145	21/0 3/00	Uvilla	Nariño	Pasto	Buesaquillo	278 0	01°12'5 5,7"	77°14' 39"	Hejeile, H.		Silvestr e	Borde carr	Región	Cons.
UNP U152	25/1 0/02	Uvilla	Nariño	Pasto	La Paz	285 0	01°13'7 8"	77°12' 81"	MB,KE, TL,HC,HV	Botina, E.	Silvestr e	Jardín	Región	Cons.
UNP U155	18/0 3/00	Uvilla	Nariño	Pasto	Catatumbo	285 0	01°11'3 1,1"	77°18' 50"	Hejeile, H.		Silvestr e	Borde carr	Nativa	Cons.
UNP U157	17/0 3/00	Uvilla	Nariño	Pasto	Obonuco	285 7	01°10'2 5,6"	77°17' 20,3"	Ibarra, A.	Maigual, R.	Arvens e	Jardín	Región	Cons.
UNP U176	16/0 9/02	Uchuva	Cauca	Timbio	Platanillo	180 0			Muñoz, H.J.		Silvestr e	Campo	Región	Cons.
UNP U190	11/1 0/02	Uvilla	Nariño	Pasto	Lag. Cocha	261 5			Muñoz, J.E.		Silvestr e	Jardín	Región	Cons.
UNP U191	12/1 0/02	Uvilla	Nariño	Pasto	Lag. Cocha	261 5			Muñoz, J.E.		Silvestr e	Jardín	Región	Cons.
UNP U192	13/1 0/02	Uvilla	Nariño	Pasto	Lag. Cocha	261 5			Muñoz, J.E.		Silvestr e	Jardín	Región	Cons.
UNP U194	15/1 0/02	Uvilla	Nariño	Pasto	Lag. Cocha	267 0			Muñoz, J.E.		Silvestr e	Jardín	Región	Cons.
UNP U195	16/1 0/02	Uvilla	Nariño	Pasto	Lag. Cocha	267 0			Muñoz, J.E.		Silvestr e	Jardín	Región	Cons.
UNP U200	23/0 3/00	Uvilla	Nariño	Pasto	El Encano	278 0	01°09'3 0,8"	77°12' 30,2"	Hejeile, H.	Pachicha na, E.	Arvens e	Jardín	Región	Cons.
UNP U202	09/0 4/00	Uvilla	Nariño	Potosí		266 9	00°48'5 6,4"	77°34' 19,6"	Hejeile, H.		Silvestr e	Borde carr	Región	Cons.
UNP U203	15/0 3/00	Uvilla	Nariño	Pasto	Jenoy	249 0	01°17'2 3"	77°20' 33,7"	Hejeile, H.	Yaqueno, F.	Arvens e	Huerto	Región	Cons.
UNP U211	24/1 0/02	Uvilla	Nariño	Ipiales	San Juan	276 9	00°53'5 1"	77°32' 63"	JM,MB,KE, TL,HC,HV	Ruiz, M.	Cultivad o	Huerto	Región	Cons.
UNP U214	24/1 0/02	Uvilla	Nariño	Ipiales	San Juan	276 9	00°53'5 1"	77°32' 63"	JM,MB,KE, TL,HC,HV	Ruiz, M.	Cultivad o	Huerto	Región	Cons.
UNP U216	24/1 0/02	Uvilla	Nariño	Ipiales	San Juan	277 0	00°53'5 1"	77°32' 63"	JM,MB,KE, TL,HC,HV	Ruiz, M.	Cultivad o	Huerto	Región	Cons.
UNP U217	24/1 0/02	Uvilla	Nariño	Ipiales	San Juan	250 0	00°53'7 5,7"	77°32' 55,9"	JM,MB,KE, TL,HC,HV	Quengua n A	Cultivad o	Huerto	Región	Cons.
UNP U218	24/1 0/02	Uvilla	Nariño	Ipiales	San Juan	254 0	00°53'0 5"	77°31' 15"	JM,MB,KE, TL,HC,HV	Rosales, R.	Cultivad o	Huerto	Bogota	Com.

## 4. FASES DEL PROCESO

El presente trabajo se desarrolló en tres fases:

### 4.1. Primera Fase

#### 4.1.1. Selección de las introducciones

Mediante identificación, datos de pasaporte, porcentaje de germinación y origen geográfico se seleccionaron las 29 introducciones de *Physalis peruviana* L. (uchuva) de la CTU de la Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira.

#### 4.1.2. Establecimiento del ensayo

Se estableció en la Reserva Natural “Albecia” municipio de El Cerrito (vereda Regaderos, corregimiento de Aují, departamento del Valle del Cauca, Colombia), 03° 38'55.9" latitud Norte, 076° 06'15.7" longitud Oeste, a 1945 msnm, temperatura promedio anual de 18°C, humedad relativa de 80% y precipitación anual de 1200 mm. Se sembraron en el campo 18 plantas por surco (8), bajo el diseño de bloques completos al azar con tres (3) repeticiones. La unidad experimental fue de cinco (5) plantas sembradas a 1.5 m entre plantas y 2.0 m entre surcos, para un área total de 432 metros cuadrados. De las cinco plantas sembradas por introducción se evaluaron las tres centrales **(Figura 3)**.



**Figura 3. Panorámica del ensayo.**

Foto: Carlos E. Madriñán P, (2008).

#### **4.2. Segunda fase**

Para obtener semillas puras, se cosecharon los frutos de las flores englacinasadas en las 29 introducciones del lote, se seleccionaron, maceraron en agua y se separaron las semillas por decantación. Se colocaron a secar en papel periódico durante tres días evitando la luz directa, se contaron mediante el uso de estereomicroscopio (Karl Zeis) y se empacaron en tubos plásticos de 1.50 ml, las semillas de los frutos provenientes de polinización cruzada se les aplicó el mismo procedimiento **(Anexo 1)**.

#### 4.2.1. Evaluación fenotípica

Se evaluaron morfológicamente 29 introducciones en una localidad, utilizando los descriptores del género *Physalis*, propuestos por Hejeile e Ibarra (2001). De 48 descriptores propuestos se seleccionaron 17 que corresponden aquellos que más contribuyen a la variabilidad y que son útiles en la discriminación de genotipos contrastantes, ya que son de alta heredabilidad y poco influenciados por el ambiente (**Anexos 2 y 3**).

##### 4.2.1.1. Cualitativas

###### 4.2.1.1.1 Características vegetativas

- Forma de la hoja (FOHO): se evaluaron tres tipos de hojas, triangular (1), cordada (2) y elíptica (3). Se clasificaron de acuerdo a las formas de la hoja de *Physalis peruviana* L. (uvilla) (**Anexo 4**).
- Forma del cáliz acrescente (FMCA): semicampanulado (1), ligulado (2), urceolado (3). Se clasificaron de acuerdo a las formas del cáliz de *Physalis peruviana* L.(uvilla) (**Anexo 5**)
- Forma de la baya (FOBAY): globosa (1), ovoide (2), elipsoide (3). Se clasificaron de acuerdo a las formas de la baya de *Physalis peruviana* L.(uvilla) (**Anexo 6**)

###### 4.2.1.1.2 Características reproductivas

- Color del estilo (COETL): uva claro 5RPR3/2-5RP2/6 (1), lila oscuro 7.5pb/2/6 (2).
- Color del pedúnculo (COPE): morado oscuro M (1), (M)+ verde oscuro en un lado (2), pigmentado (3).

- Color de la baya inmadura (COLBYI): (1) verde claro (7.5 GY 4/4-5GY 4/4), (2) verde intermedio (7.5GY 3/4), (3) verde oscuro (5G 2/6-10GY 3/2)
- Color de la baya madura (COLBYM): (1) amarillo (2.5 Y 8/12-8.75YR-7/4-5YR7/14), (2) naranja (10YR 6/6-7.5YR 6/6)/2 (5Y5/6-2.5Y5/6).

Todas las variables de color se tomaron con referencia a las cartas de colores de Munsell (1996) **(Anexo 7)**, excepto las de fruto maduro que se evaluaron en laboratorio de acuerdo a la NTC 4580 de uchuva **(Anexo 8)**.

#### **4.2.1.2 Cuantitativas**

##### **4.2.1.2.1 Características de la hoja**

- Longitud de la hoja (HLON): se evaluaron 20 hojas por introducción y su medida se expresó en centímetros.
- Ancho de la hoja (HANC): se evaluaron 20 hojas por introducción, se expresó en centímetros.
- Área foliar (AF): se cálculo el área foliar de 30 hojas por introducción; 10 pequeñas, 10 medianas y 10 grandes. Se midió en cm<sup>2</sup> en seis introducciones mediante el programa Adobe Acrobat versión 6.0.

##### **4.2.1.2.2 Características de la flor**

- Diámetro de la flor (DIALF): en cada introducción se midió el diámetro de 20 flores en centímetros.
- Distancia entre flores (DEFL): se evaluaron en centímetros 20 plantas por introducción partiendo de la flor apical hacia la base.



#### 4.2.1.2.3 Características del fruto

- Peso fruto maduro con cáliz (PFMC): se pesaron 30 frutos con capacho por introducción, se empleó una balanza analítica (Mettler Toledo Pb 303-S) y su medida fue en gramos **(Anexo 9)**.
- Peso fruto maduro (PFM): se pesaron 30 frutos por introducción y se empleó una balanza analítica, su medida fue en gramos.
- Tamaño longitud fruto (TLF): se midieron con pie de rey 30 frutos por introducción desde la base hasta el ápice (diámetro polar) del fruto y su medida se expresó en milímetros.
- Tamaño transversal del fruto (TTF): se midieron 30 frutos por introducción y se evaluaron dos tipos de diámetros ecuatoriales, uno mayor hacia el centro y el otro menor hacia la base, y la medida se expresó en milímetros.
- Número de semillas por fruto (NSF): se contaron las semillas de 10 frutos por introducción y para ello se empleó un estereomicroscopio. Se evaluaron 22 introducciones que presentaban frutos maduros.
- **Brix (GBI)**: empleando el refractómetro se evaluaron 30 frutos por introducción **(Anexo 10)**.

### 4.3. Tercera fase

#### 4.3.1. Análisis

El análisis de la información se realizó en dos partes; una conformada por los datos obtenidos de los siete caracteres cualitativos y la otra por las medidas obtenidas de los 10 caracteres cuantitativos para las 29 introducciones evaluadas.

Para los siete caracteres cualitativos seleccionados: formas de las hojas, del cáliz acrescente y de las bayas; colores del estilo, pedúnculo, baya inmadura y baya madura. Se cosecharon frutos maduros de las 29 introducciones y se realizó un análisis complementario de requisitos de madurez en una escala de 0 a 6 según la NTC 4580 de la uchuva.

Los datos originales de los descriptores cualitativos se expresaron en términos de presencia (1) o ausencia (0), matriz binaria para cada introducción (Baena y Estrada, 1.987), y se procedió a realizar el análisis de conglomerado de la varianza mínima de Ward.

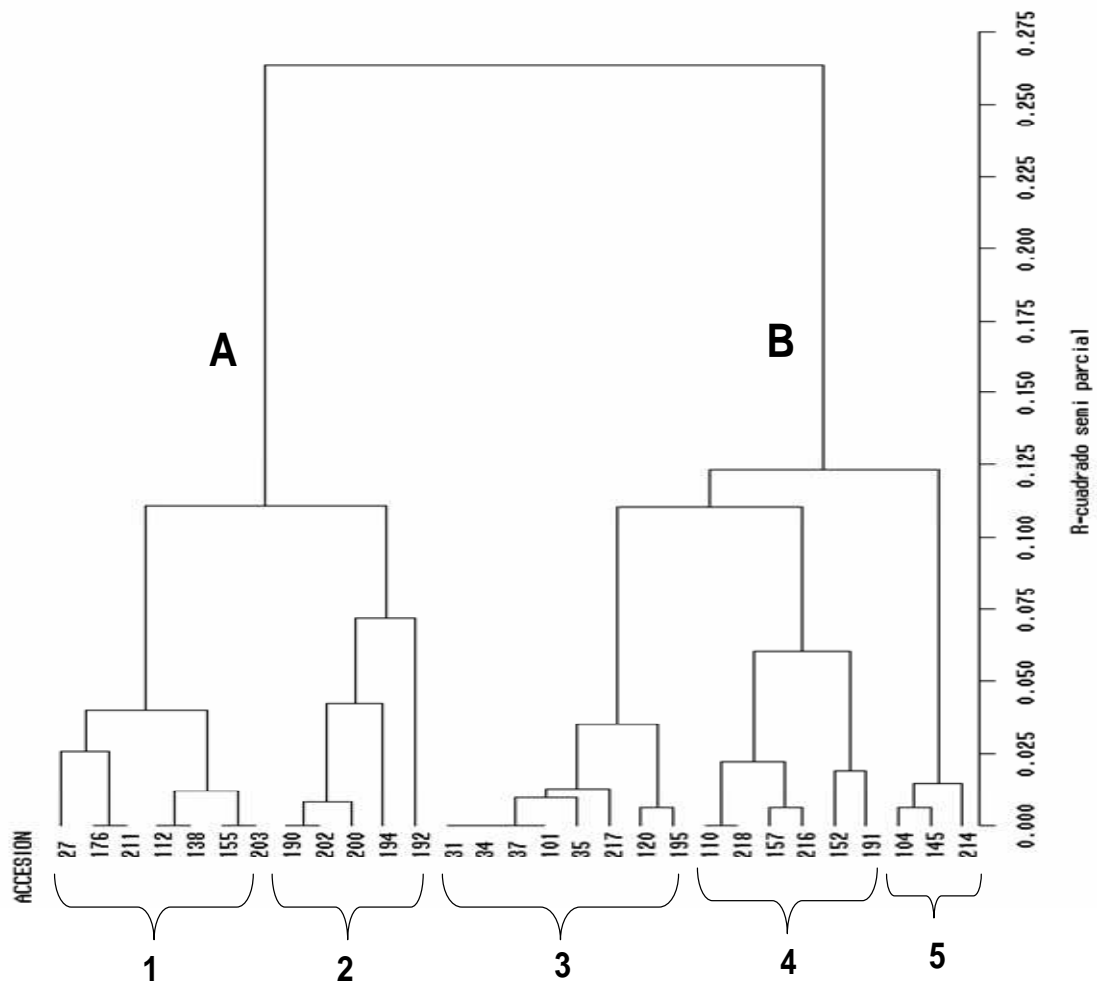
El método utilizado para evaluar los caracteres cuantitativos fue el paquete estadístico SAS<sup>R</sup> (Statistical Analysis System, Versión 9.13) y el análisis de varianza se realizó mediante el procedimiento GLM-SAS. Se determinaron los sólidos solubles en 30 frutos maduros por introducción (con refractómetro BxC 30103 Reichert®).

## 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las flores englacinadas se encontró un amplio porcentaje de formación de frutos 75% (de cuatro flores tres frutos desarrollados) confirmando lo expuesto en la investigación de Lagos (2008), quien afirma: que en auto polinización el estigma de una flor protegida (englacinada) esta rodeado por un ambiente con mayor cantidad de polen que en libre polinización y en flores emasculadas. Estos frutos se seleccionaron y se obtuvieron las semillas, se contaron presentando un promedio de 200 en las 22 introducciones evaluadas. De igual manera se hizo con las semillas provenientes de libre polinización; posteriormente se conservaron en la CTU de la Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira.

### 5.1 Caracteres cualitativos

El dendrograma (Figura 4) muestra cinco agrupamientos de las 29 introducciones de acuerdo a las variables cualitativas. En cuanto al origen proceden de los departamentos de Cauca, Nariño, Caldas, Quindío y Valle del Cauca. En el primer grupo se situaron las introducciones UNPU027, UNPU176, UNPU211, UNPU112, UNPU138, UNPU155, UNPU203, representando el 24.13% del material caracterizado. Estas introducciones presentaron formas de la hoja cordada, cáliz semicampanulado, baya globosa, colores del estilo lila oscuro, pedúnculo pigmentado en un lado, baya inmadura verde oscuro y baya madura naranja, la mayoría procedentes de Nariño, una de Cauca y una del Valle.



**Figura 4. Dendrograma obtenido a partir del análisis de conglomerado de la varianza mínima de Ward.**

En el segundo grupo se localizaron las introducciones UNPU190, UNPU202, UNPU200, UNPU194 y UNPU192, representando el 17.24% del material caracterizado, y un nivel de similitud de 0.71 con respecto al grupo 1, solo

presentaron diferencias en la forma del cáliz ligulado y el color de la baya amarillo. Todas las introducciones fueron originarias del departamento de Nariño.

El tercer grupo lo conformaron las introducciones UNPU031, UNPU034, UNPU037, UNPU101, UNPU035, UNPU217, UNPU120 y UNPU195, representando el mayor porcentaje de las introducciones evaluadas con 27.58%, con un grado de similitud con el respecto al grupo 2 de 0.57 y se diferenció en la forma ovoide de la baya, color de la baya inmadura verde claro y color de la baya madura naranja, siendo originarias de los departamentos de Cauca, Quindío, Caldas y Nariño.

Las introducciones del grupo cuatro fueron UNPU110, UNPU218, UNPU157, UNPU216, UNPU152 y UNPU191, con un 20.68% de representatividad y el grado de similitud con respecto al grupo 3 fue de 0.86. La diferencia estuvo en la forma globosa de la baya. La mayoría son originarias del departamento de Nariño y la UNPU110 es del departamento del Cauca.

Finalmente el grupo cinco agrupó las introducciones UNPU104, UNPU145 y UNPU214, con sólo un 10.34% de las introducciones evaluadas, la primera originaria del departamento de Caldas y las dos últimas del departamento de Nariño, con tan sólo 0.43 de similitud con respecto al grupo 1, y se diferencia en color del pedúnculo verde oscuro en un lado, forma del cáliz ligulado, forma de la baya elipsoide, y color de la baya inmadura verde claro.

El dendrograma (Figura 4) muestra dos grandes conglomerados (A y B), lo que se explica por las diferencias y similitudes de los caracteres cualitativos evaluados en cada grupo de introducciones, presentando una agrupación en el conglomerado A de 41,37%, y del 58,63% en el conglomerado B para el total de las introducciones caracterizadas.

## 5.2 Caracteres cuantitativos

Existen altas correlaciones (Tabla 6), entre peso del fruto con capacho, peso del fruto sin capacho, los diámetros ecuatoriales y polares. Estas variables fueron altamente significativas en todas las introducciones.

En las introducciones caracterizadas los diámetros pueden ser indicadores del desarrollo del fruto y potencialmente importantes para ser sembradas en la zona evaluada.

**Tabla 6. Introducciones con las mejores características en las condiciones evaluadas.**

No. Introducciones	PF con capacho (gramos)	P fruto (gramos)	Brix (GBI)
138	4.51	4.07	13.24
176	3.98	3.49	13.62
157	3.98	3.48	13.59
218	3.92	3.48	17.87
194	3.88	3.44	13.51
211	3.77	3.32	15.12

Para las introducciones se puede utilizar el producto de los diámetros para estimar el peso de los frutos, debido a que el coeficiente de determinación (R<sup>2</sup>) fue mayor al 80%.

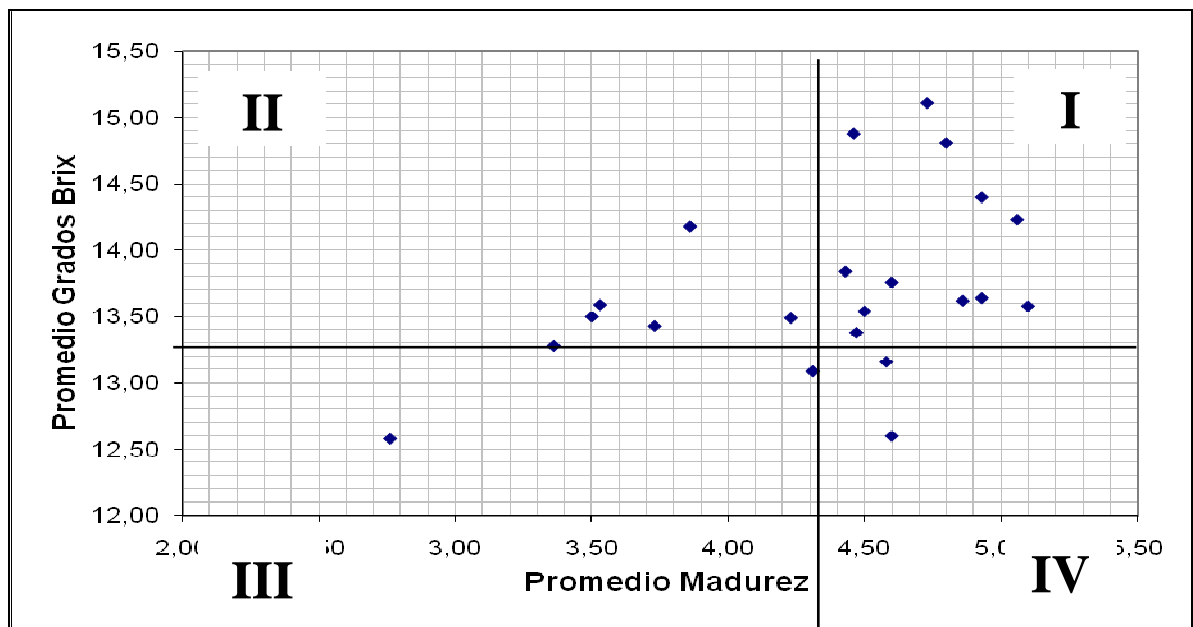
Hubo diferencias altamente significativas entre introducciones para las variables peso del fruto con capacho y peso del fruto solo y para las relacionadas con el peso. Las introducciones de mayor peso del fruto fueron: 138, 176, 157, 218, 194, 211 y mayor contenido de semillas 217 en promedio. Las introducciones que

presentaron mayores grados Brix fueron: 218 y 211. La introducción 218 fue la de mayor tamaño y °Brix (Tabla 6).

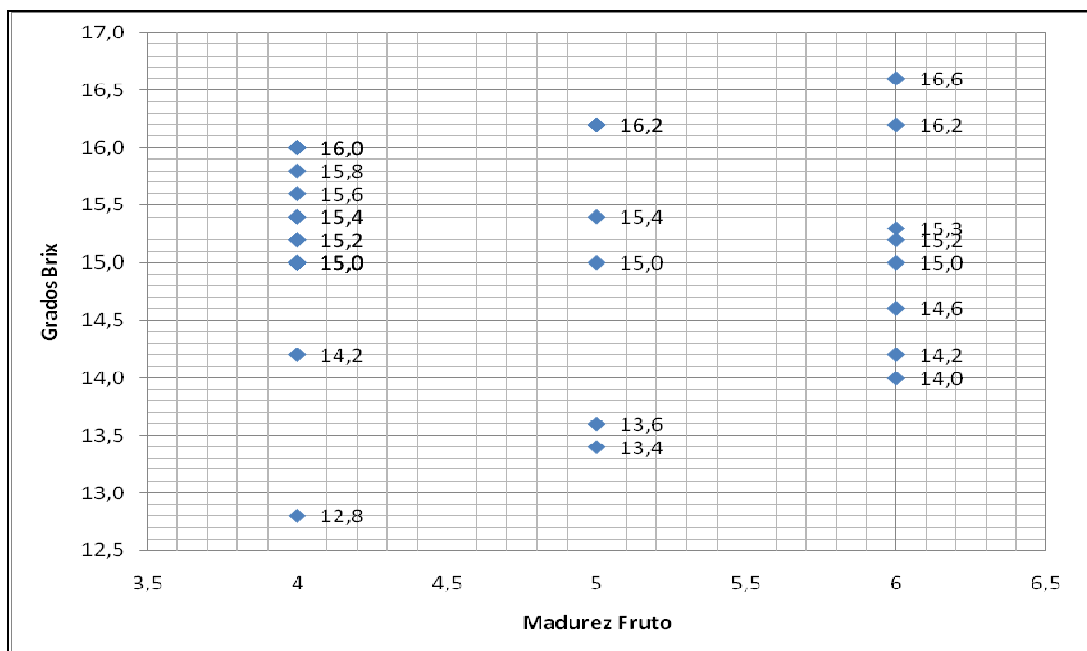
La distribución espacial de las introducciones localizó en el cuadrante I a siete genotipos que presentaron alto contenido de sólidos solubles y mayor grado de madurez (Figura 5). Estas introducciones fueron:

UNPU211 (Nariño), UNPU120 (Caldas), UNPU195 (Nariño), UNPU214 (Nariño), UNPU104 (Caldas), UNPU218 (Nariño), UNPU110 (Cauca).

El grado óptimo de madurez y que alcanzo mayor concentración de sólidos solubles fue la introducción UNPU211 (Nariño) con 4.73 promedio y 15.11 grados Brix promedio (Figura 6). Este parámetro es importante para la elaboración de vino de uchuva, donde en el proceso hay que adicionar azúcar para promover la producción de alcohol, lo cual aceleraría el proceso de fermentación alcohólica y disminuirá la cantidad de azúcar adicionar (Norato, 2004).



**Figura 5. Ubicación espacial de las introducciones de acuerdo con las variables Promedio de Madurez del fruto y Promedio de Sólidos Solubles.**



**Figura 6. Comparación de grado de madurez vs Grados Brix, para la Introducción UNPU 211.**

De la Figura 6 se deduce que la madurez y los contenidos de sólidos solubles no guardan relación, puesto que para valores similares de grados brix existen grados de madurez diferentes de acuerdo a la escala de madurez de la NTC 4580 de uchuva.

La caracterización cuantitativa permitió generar ecuaciones de regresión con alta capacidad de predicción para el área foliar de las introducciones de *Physalis peruviana* L. (uchuva), utilizando para ello longitud de la hoja (cm), ancho de la hoja (cm) y área de la hoja (cm<sup>2</sup>) lo cual se puede confirmar con el coeficiente de determinación (R<sup>2</sup>), que para la mayoría de los casos fue superior al 98% (Tabla 7).

Estas ecuaciones pueden utilizarse para calcular el área foliar de *Physalis peruviana* L. (uchuva), convirtiéndose en una herramienta fundamental en el cálculo del índice de área foliar (IAF), el cual se refiere a la relación entre el área foliar de la planta y el área que ocupa en el sitio del cultivo. Esta medida indica la



capacidad que tiene la planta para captar la radiación que llega a la superficie con respecto a la que se encuentra a su alrededor (Gardner *et al.*, 1985) generalizan que un IAF entre 3 y 5 es usualmente necesario para una máxima producción de materia seca en el caso de la mayoría de las plantas cultivadas.

Cayón (1992) afirma que la tasa de incremento de la productividad en una comunidad de plantas aumenta con el IAF un valor óptimo debido a una captación más efectiva de la radiación, valores por encima de este óptimo hacen caer la productividad por el excesivo gasto energético que demanda la respiración y por la utilización ineficiente de la luz por parte de las hojas inferiores sombreadas, pues estas no reciben la cantidad suficiente de luz para mantener positivo su balance de carbono.

Las producciones de IAF entre 6 y 8 de la uchuva la ubican en un lugar entre el IAF de un bosque (10 a 12) y una pradera (3 a 4) según lo reportado por Gil (1995).

Fischer y Ludders (2002) en siembra de uchuva a 1x1m encontraron que el desarrollo del IAF llegó, después de 16 semanas del cultivo, hasta 15 en el sitio más caliente (17,4°C temperatura promedio, 2.300msnm; Villa de Leyva) comparado con un IAF de solamente 3 en un sitio frío (12.5°C, 2.690msnm; Tunja), lo que subraya la importancia de la temperatura en el desarrollo del área foliar. Sin embargo en ensayos a campo abierto en zonas altas se debe también tener en cuenta el efecto de la mayor luz ultravioleta que suele disminuir el desarrollo de la lamina foliar (Fischer y Angulo, 1999).

Los cálculos de área foliar para cultivos de uchuva contribuyen en gran medida a orientar sobre prácticas agronómicas tales como socas, podas, distancia de siembra, labores fitosanitarias, suministro de agua y nutrientes, establecimiento del cultivo en condiciones de altura y temperatura que favorezcan un buen desarrollo del área foliar y que aseguren una efectiva captación de la radiación solar para una producción de frutos de mayor calidad.

**Tabla 7. Ecuaciones de regresión para estimar el área foliar con base en el producto del largo por el ancho de la hoja de algunas introducciones evaluadas.**

ACCESION	MODELO $\alpha + \beta$	$R^2$	MODELO	AF planta
			TRANSFORMADO $AF_i = AF + \beta (LAI_i - LA)$	
110	$AF = -0.00788 + 0.7081LA$	99.23	$AF = 46.40 + 0.7081(65.54 - 46.40)$	901.6
120	$AF = -2.171 + 0.760LA$	98.97	$AF = 63.98 + 0.760(87.04 - 63.98)$	1493
152	$AF = -1.70 + 0.69LA$	98.88	$AF = 38.368 + 0.69(58.06 - 38.368)$	769.4
176	$AF = -1.2767 + 0.7022LA$	94.45	$AF = 42.109 + 0.7022(61.78 - 42.109)$	842.0
194	$AF = -2.8955 + 0.7157LA$	99.29	$AF = 58.91 + 0.7157(86.35 - 58.91)$	1636
195	$AF = -0.9651 + 0.6853LA$	99.06	$AF = 60.13 + 0.6853(89.15 - 60.128)$	1763
n = 180	$AF = -1.88 + 0.7169LA$	98.35	$AF = 51.65 + 0.7169(74.67 - 51.65)$ $LA_i = AF - (-\alpha) / \beta$	1205

## 6. CONCLUSIONES

- ✓ El dendrograma muestra dos grandes agrupamientos de las 29 introducciones relacionados con la similitud y las diferencias de los caracteres cualitativos evaluados.
- ✓ La caracterización cuantitativa de las hojas permitió generar ecuaciones de regresión con alta capacidad de predicción del área foliar ( $R^2 > 98$ ), con base en el producto del largo por el ancho de la hoja.
- ✓ La relación de los diámetros ecuatoriales y diámetros polares contribuyó a clasificar los frutos en tres de acuerdo a sus características morfológicas: globoso, elipsoide y ovoide.
- ✓ Los materiales potencialmente importantes para ser sembrados en la zona evaluada fueron las entradas UNPU138, UNPU176, UNPU157, UNPU218, UNPU194 y UNPU211 que presentaron en sus frutos los mayores contenidos de sólidos solubles y mayor peso.
- ✓ En la colección de trabajo se presenta variabilidad fenotípica en las 29 introducciones evaluadas, que puede ser utilizada en programas de fitomejoramiento.
- ✓ En la comparación grados de madurez promedio (NTC 4580 de uchuva), con los °Brix promedio no hubo relación debido probablemente a la escala de color de madurez utilizada, convirtiéndose en subjetiva por la dificultad para establecer diferencias en los grados de madurez 4, 5 y 6 de la escala de colores.

## BIBLIOGRAFIA

BAENA, G. D; ESTRADA, S. E. I. 1987. Caracterización de recursos genéticos: Metodologías de análisis de información .p 36.

BAENA, M; JARAMILLO, J; MONTOYA, J.E. 2000. Material de apoyo a la capacitación en conservación in situ de la diversidad vegetal en áreas protegidas y en fincas. IPGRI. Cali, 130 p.

BERNAL, J. 1986. La uchuva (*Physalis peruviana* L.) historia, taxonomía y biología. Pp. 1-5. En memorias primer curso nacional de uchuva. UPTC. Tunja.

BONILLA, M. L. y K. ESPINOSA. 2003. Colección, evaluación fenotípica y molecular de poblaciones de uchuva *Physalis peruviana* L. Trabajo de grado. Facultad de Ingeniería Agronómica, Universidad Nacional de Colombia, Palmira. 75 p.

BONILLA, M.L y ESPINOSA, K. 2008. Caracterización Morfológica de 24 introducciones de uchuva del CTU de la Universidad nacional de Colombia sede Palmira. Acta Agronómica (Palmira). 57(2) 2008. Pág. 101-108.

CAYON, G. 1992. Fotosíntesis y productividad de cultivos. Revista Comalfi.19 (2) 23-31

CCI (Corporación Colombia Internacional).2001. La uchuva (*Physalis peruviana* L). Revista Exótica. 13, 1-12.

CCI (Corporación Colombiana Internacional). 2.004. Cálculos: today Market prices, market new service. Frutas tropicales. Precio promedio mensual. (US \$ Kg), febrero. Bogotá.

FRANCO, Luís A; MATIZ, Germán E. 2007. Actividad Antiinflamatoria de extractos y fracciones obtenidas de cálices de *Physalis peruviana* L, en Biomédica. 2007, 27.1 p 110-115. <http://www.scielo.Org.co/pdf/bio/v27n1/v27n1a10.pdf>

FISCHER, G Y ALMANZA, P. 1993. La uchuva (*Physalis peruviana* L.) una alternativa promisorio para las zonas altas de Colombia. Agricultura tropical 30(1), 70-87.

FISCHER, G. Y R. Angulo. 1999. Los frutales de clima frío en Colombia. La uchuva. Ventana al campo Andino 2(1), 3-6

FISCHER, G.; FLOREZ, R.; ANGEL, D.; SORA, R. 2.000. Producción, poscosecha y exportación de la uchuva (*Physalis peruviana* L). Universidad Nacional de Colombia sede Santafé de Bogotá. Facultad de Agronomía. 175 p.

FISCHER, G. Y P. Ludders.2002. Efecto de la altitud sobre el crecimiento y desarrollo vegetativo de la uchuva (*Physalis peruviana* L.). Revista Comalfi 29 (1), 1-10.

FISCHER, G; PIEDRAHITA, W; MIRANDA, D; ROMERO, J. 2005. Avances en el cultivo, poscosecha y exportación de la uchuva *Physalis peruviana* L. en Colombia. P 221.

FRANCO, T; HIDALGO, R. 2003. Análisis estadístico de datos de caracterización morfológica de recursos fitogenéticos. En Boletín Técnico N°8, Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI). Cali, Colombia 89p.

GARDNER, F.P.; R.B Pearce y R.I Mitchell.1985. Physiology of crop plants. The Iowa State University Press, Ames.327p.

GIL, F.1995. Elementos de fisiología vegetal. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid. 1147p.

GONZALES, F y PITA, J.M. 2001. Conservación y Caracterización de Recursos Filogenéticos. Madrid: I.N.E.A. 279 p.

GUPTA; S.K y ROY; S.K. 1981, The floral biology of cape goosberry (*Physalis peruviana* L. Solanaceae). En Indian journal of agricultural science vol. 51. N°5.

HEJEILE, H. E IBARRA, A. 2.001. Colección y evaluación de los recursos genéticos de la uvilla (*Physalis peruviana* L.) en algunos municipios del sur del departamento de Nariño. Tesis Ingeniería Agronómica Pasto, Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas. 123 p.313-355.

IPGRI (International Plant Genetic Resources Institute). 2000. KNUDSEN, H. Directorio de colecciones de Germoplasma en America Latina y el Caribe. Roma. 350 p.

LAGOS, T.C; VALLEJO, F.A; CAETANO, C.M. Comportamiento Meiotico de Algunos Genotipos de *Physalis peruviana* L. En: Revista Fitotecnia Colombiana. Volumen 5 N°1, enero-junio de 2005, p 1-12.

LAGOS, T. C. 2.006. Biología reproductiva, citogenética, diversidad genética y heterosis en parentales de uvilla o uchuva (*Physalis peruviana* L). Trabajo de grado. Universidad Nacional de Colombia, Palmira. 129 p.

LAGOS, T.C; VALLEJO, F.A.; CRIOLLO, E.H; MUÑOZ, F.J.E. 2008. Biología reproductiva de la uchuva. Acta Agron (Palmira). 57(2) 2008. P 81-87.

LEGGÉ, A. P. 1.974. Notes on history cultivation and uses of *Physalis peruviana* L. Journal of the Royal Horticultural Society 99(7): 310 – 314.

LIGARRETO, G.; LOBO, M. y CORREA, A. 2.005. Recursos genéticos del género *Physalis* en Colombia. En: Fischer, G., Miranda D., Piedrahita, W. y Romero, J. (Editores). Avances en el cultivo, poscosecha y exportación de la uchuva (*Physalis peruviana* L) en Colombia. Bogotá, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Agronomía. 222 p.

LOBO, A.M.2006. Recursos Genéticos y Mejoramiento de Frutales Andinos: Una visión conceptual. Revista Corpoica-Ciencia y Tecnología Agropecuaria (2006) 7(2), p 40-54.

MAGUIÑA E. Estudio citogenético de *Physalis peruviana* L. “capulí de la costa”. En: Revista Universidad Nacional de San Marcos. 1997. Disponible en url: [www.unmsm.edu.pe/biología](http://www.unmsm.edu.pe/biología).

MAZORRA, M.F y QUINTANA, A.P. 2006. Aspectos Anatómicos de la Formación y Crecimiento del Fruto de Uchuva *Physalis peruviana* (Solanaceae). Acta Biológica Colombiana, vol 11 N°1, 2006. P 69-81.

MEDINA, E. El cultivo de la Uchuva tipo exportación. En: Revista Agricultura Tropical. 1991; 28(2): 55-58.

Mc CAIN, R. 1.983. Goldenberry, passionfruit, & White sapote: Potencial fruits for cool subtropical areas. P. 479 – 486. In: Janiek and J.E. Simon (Eds), New Crops. Wiley, New York.

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. 2009. En: [http://www.minagricultura.gov.co/archivos/boletin\\_Agenda\\_004.pdf](http://www.minagricultura.gov.co/archivos/boletin_Agenda_004.pdf).

MUÑOZ, J.E; MORILLO, A.C; MORILLO, Y. 2008. Microsatélites amplificados al azar (RAM) en estudios de diversidad genética vegetal. Acta Agron (Palmira). 57(4) 2008, p 219-226.

MUNSELL. Book of color. Kollmorgen Corporation, Newburgh, New York. 2v. 1996.

NACIONAL RESEARCH COUNCIL. 1.989. Goldenberry (cape gooseberry). Pp. 241 – 251. En: Lost crops of the incas. National Academy press, Washington, D.C. 428 p.

NEE, M. 1.986. Flora de Veracruz. Instituto Nacional de investigación sobre recursos bióticos. Solanaceae I, Fascículo 49. Xalapa, Ver.

NORATO, M. C. A. 2004. Licoroso, Abocado y Suave. En: Revista Universidad y Sociedad .Edición Institucional N°1 Feb 2004.

QUIROS, C. 1.984. Overview of the genetics and breeding of husk tomato. Hort Science. 19(6): 872 – 874.

RODRIGUEZ, N. C. 2.004. Estudio Citogenético en *Physalis peruviana* L uchuva (solanaceae). Trabajo de grado. Bogotá, Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá. 94 p.

ROSETTE, A. R.; ARBIZA, A. 2.001. El mundo de las plantas III. <http://www.correo del maestro.com>.

SANABRIA, S. 2.006. Situación actual de la uchuva en Colombia. En: Fischer, G.; Piedrahita, W.; Miranda, D. y Romero, J. (Editares). Avances en cultivo, poscosecha y exportación de uchuva *Physalis peruviana* L. en Colombia. Bogotá, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Agronomía. 221 p.



TRILLOS, G.O; COTES, T.J.M; MEDINA, C.C.I. 2008. Caracterización Morfológica de 46 accesiones de uchuva (*Physalis peruviana* L.), en Antioquia (Colombia). En: Revista Brasileira de fruticultura. Vol 30 N°3 Jaboticabal Sept 2008.

VALLEJO, C.F.A; ESTRADA, S.E.I. Mejoramiento Genético de Plantas. 2002. Universidad Nacional de Colombia sede Palmira. P 219-226.

WIKIPEDIA\_ *Physalis peruviana*. 2010. En:  
[http://es.wikipedia.org/wiki/physalis\\_peruviana](http://es.wikipedia.org/wiki/physalis_peruviana).

ZEVEN AND DE WET. 1.982. Zeven, A.C., y J.M. J. de Wet (1.982): Dictionary of cultivated plants and their regions of diversity. Centre for Agricultural publishing and documentation, wageningen. 257 p.

## **ANEXOS**

**Anexo 1. Selección, conteo y empaque de semillas de *Physalis peruviana* L.**



Foto: Carlos Hoyos, (2009).

**Anexo 2. Descriptores seleccionados (cualitativos) para evaluar las 29 introducciones de *Phisalys peruviana* L**

<b>A. Características Vegetativas</b>			
1. Forma de la hoja FOHO. 1.Triangular 2. Cordada 3. Elíptica			
<b>B. Características Reproductivas</b>			
2. Forma del Cáliz Acrescente FMCA. 1. Semicampanulado 2. Ligulado. 3. Urceolado.	3. Forma de la Baya FOBAY 1.Globosa. 2. Ovoide. 3. <b>Elipsoide.*</b>	4. Color del Estilo COETL 1. Uva claro 5RP3/2-5RP2/6 2. Lila oscuro 7.5 pb 2/6	5. Color del Pedúnculo COPE. 1. Morado oscuro (M) 2.(M)+verde oscuro en un lado
6. Color de la Baya Inmadura COLBYI 1.Verde claro(7.5 GY4/4-5GY4/4). 2.Verde intermedio (7.5GY3/4) 3.Verde oscuro (5G2/6-10GY3/2)		3. Pigmentado 7. Color de la Baya Madura COLBYM 1.Amarillo (2.5Y8/12-8.75YR-7/4-5YR7/14). 2.Naranja (10YR6/6-7.5YR6/6)/2 (5Y5/6-2.5Y5/6).	
Todas las medidas de las variables de color se hicieron con base en las cartas de colores de Munsell (Munsell,1996).			

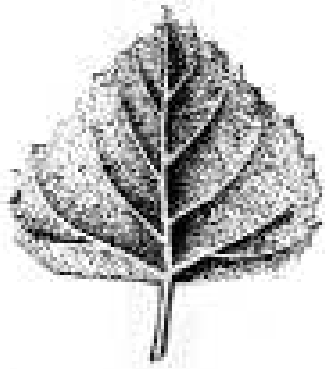
3\*(Forma de baya encontrada en la investigación).

**Anexo 3. DESCRIPTORES SELECCIONADOS (CUANTITATIVOS) PARA EVALUAR LAS 29 INTRODUCCIONES DE *Physalis peruviana* L.**

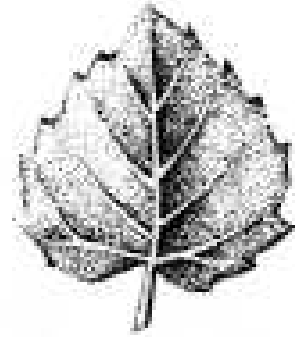
<b>A. Características de la hoja</b>		<b>B. Características de la flor</b>	
1. Longitud de la hoja HLON (cm)	2. Ancho de la hoja HANC (cm)	3. Diámetro de flores DIALF (cm)	4. Distancia entre flores DEFL (cm)
<b>C. Características del fruto</b>			
5. <b>Peso fruto maduro con cáliz*</b> PFMC (g)	6. <b>Peso fruto maduro</b> PFM (g)	7. <b>Tamaño longitud del fruto</b> TLF (mm)	8. <b>Tamaño transversal del fruto</b> TTF (mm)
9. Numero de semillas del fruto NSF (N°)		10. Grados Brix Refractómetro	

\*Implementado por el autor.

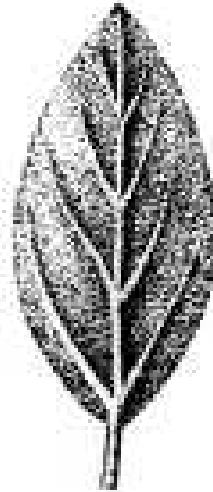
**Anexo 4. Formas de las hoja de uvilla *Physalis peruviana* L.**



**1 . Forma Triangular**



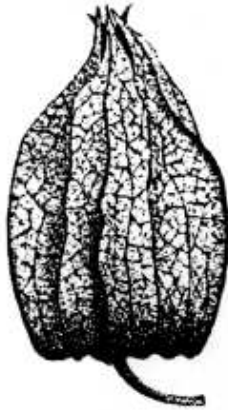
**2 . Forma cordada**



**3 . Forma Elíptica**

**Fuente: Hejeile *et al.*, 2001.**

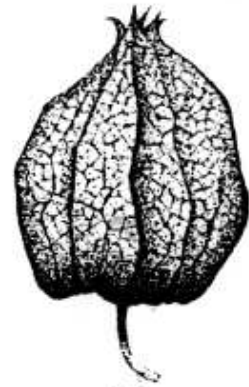
**Anexo 5. Formas del cáliz acrescente de uvilla *Physalis peruviana* L.**



1. Semicampanulado



2. ligulado



3. Urceolado

**Fuente: Hejeile *et al.*, 2001.**

**Anexo 6. Formas de las bayas de *Physalis peruviana* L.**



Foto: Luis M. Madriñan Ch, (2009).

A. Forma ovoide





Foto: Carlos E. Madriñan P, (2009).

B. Forma Elipsoide



Foto: Luis M. Madriñan Ch, (2009).

C. Forma globosa

**Anexo 7. Características reproductivas de color (carta de colores de Munsell).**

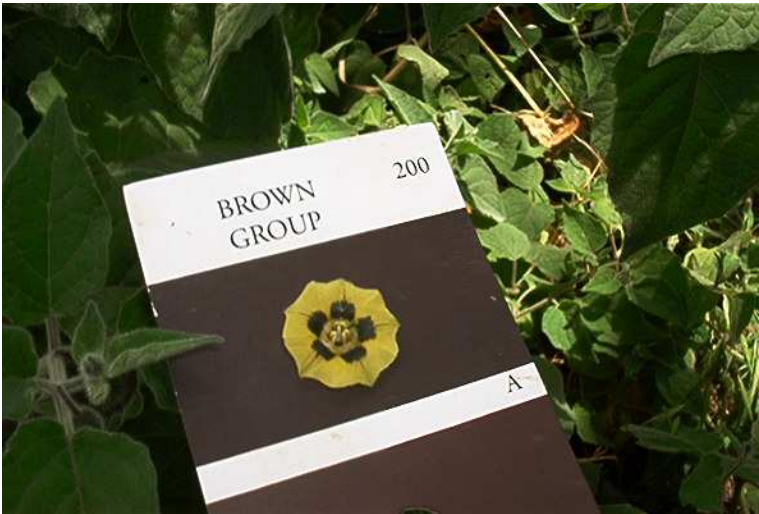
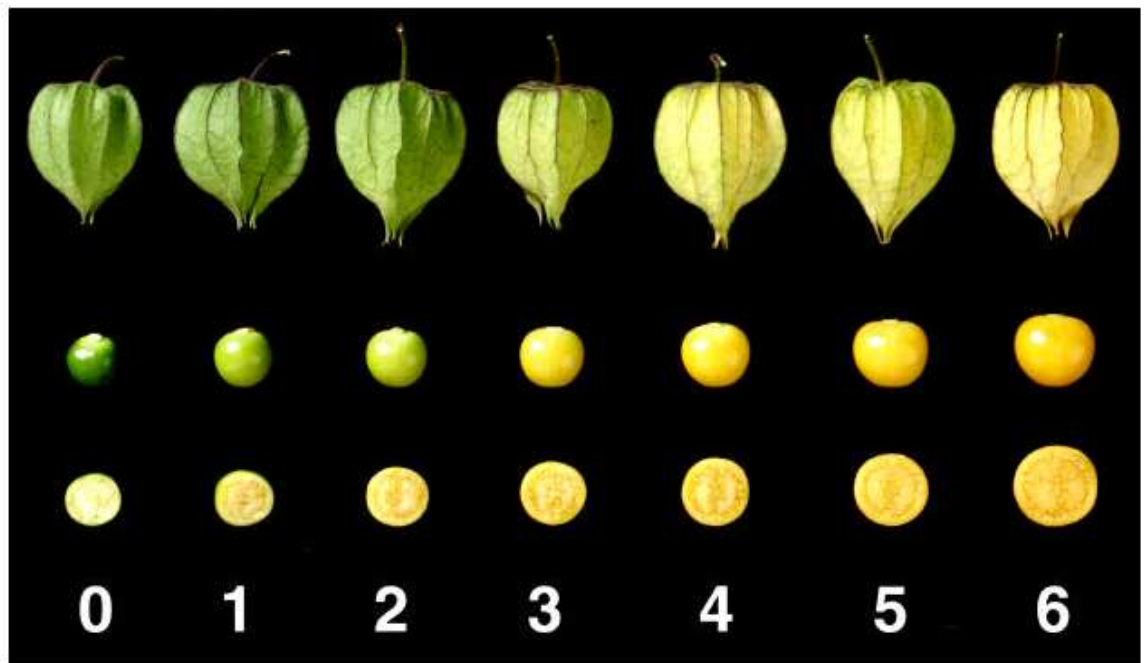


Foto: Diego F. Escobar, (2008).

**Anexo 8. Norma Técnica 4580 de uchuva (grados de madurez).**



Fuente: Norma Técnica Colombiana NTC 4580, (1999).

**Anexo 9. Peso y medida de frutos de *Physalis peruviana* L.**



Foto: Carlos Hoyos, (2008).

## Anexo 10. Evaluación de los Brix (Refractómetro).



Foto: Reynel García P, (2008).