

Caracterización morfológica de 93 accesiones de *Capsicum* spp del banco de germoplasma de la Universidad Nacional de Colombia – Sede Palmira

Morphologic characterization of 93 accesions of *Capsicum* spp of germoplasm bank of National University of Colombia – Palmira

Shirley Palacios Castro; Mario Augusto García Dávila

Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Colombia, A. A. 237. Palmira, Valle del Cauca, Colombia.
Autor para correspondencia: magarciad@palmira.unal.edu.co

REC.: 31-03-08

ACCEPT.: 24-09-08

RESUMEN

Para la caracterización morfológica de 93 accesiones de *Capsicum* spp, procedentes de 11 países (Bolivia, Brasil, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, Guatemala, Guyana, México, Perú, y El Salvador) y representativas de cuatro especies (*C. annuum*, *C. baccatum*, *C. chinense*, *C. frutescens*), se utilizaron 21 descriptores IBPGR (seis cuantitativos y 15 cualitativos; ocho de caracteres vegetativos, tres de flor y 10 de fruto y semilla). La caracterización morfológica confirmó la variabilidad dentro del género, en especial los descriptores de arquitectura de planta, estructuras reproductivas y producción, que explicaron el 78% de la variabilidad total (análisis de componentes principales- ACP). La distancia Dice permitió formar grupos con base en el origen de las accesiones y caracteres de flor y fruto, pero no discriminó entre especies. Las cortas distancias genéticas resultantes del análisis discriminante entre *C. annuum*, *C. frutescens* y *C. chinense* indicaron que conforman un solo grupo morfológico.

Palabras clave: *Capsicum annuum*; *C. baccatum*; *C. chinense*; *C. frutescens*; cultigrupo; caracterización morfológica.

ABSTRACT

Morphologic characterization of 93 *Capsicum* accessions of *Capsicum* spp., from 11 countries (Bolivia, Brasil, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, Guatemala, Guyana, México, Perú and El Salvador) and representative of four species (*C. annuum*, *C. baccatum*, *C. chinense*, *C. frutescens*), 21 IBPGR's descriptors were used (six quantitative and 15 qualitative; eight of vegetative traits, three of flower traits and ten of fruit and seed traits). Morphologic characterization permitted confirm the presence of intragenetic variability, in special for of plant architecture descriptors, reproductive structures and production, wich explain the 78% of the total variability. Dice's distance permitted groups formation based in their origin and flower and fruit traits, but didn't permit to interespecific discrimination. Narrow genetic distances among *C. annuum*, *C. frutescens* y *C. chinense* can indicate these three species conform only one morphological group.

Keywords: *Capsicum annuum*; *C. baccatum*; *C. chinense*; *C. frutescens*; cultigroup; morphologic characterization.

INTRODUCCIÓN

Colombia presenta alta distribución de formas cultivadas y silvestres de *Capsicum* (ajíes y pimentones), pero como esa diversidad se está perdiendo, se requiere ampliar el conocimiento y valoración para enfrentar los problemas que impiden el aprovechamiento de forma sostenible (García, 2006).

El Programa de Investigación “Mejoramiento Genético, Agronomía y Producción de Semillas de Hortalizas”, de la Universidad Nacional de Colombia – Sede Palmira, cuenta con 720 accesiones de *Capsi-*

cum spp. Teniendo en cuenta las investigaciones previas (García, 2006; Pardey *et al.*, 2006; Vallejo *et al.*, 2006), la diversidad recolectada y conservada en el banco de germoplasma y la necesidad de generar valor agregado a los recursos genéticos, se planteó este trabajo de investigación.

Los objetivos del experimento fueron caracterizar morfológicamente 93 accesiones de *Capsicum* spp, determinar descriptores que muestren la variabilidad de las accesiones, y conformar grupos basados en las características morfológicas más discriminantes en los materiales investigados.

MATERIALES Y MÉTODOS

La fase de campo se realizó en el Centro Experimental de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira- CEUNP, situado en el municipio de Candalaria, departamento del Valle del Cauca (3°24' N y 76°26' W, 24°C, 75% de humedad relativa y 1.000mm de precipitación promedio anual). La colección de trabajo la conformaron 93 accesiones de *Capsicum* procedentes de Colombia (44), Costa Rica (22), Brasil (6), Ecuador (5), México (5), Guatemala (4), Cuba (3), Bolivia (2), Guyana, Perú y El Salvador (1). Las accesiones pertenecieron a cuatro especies: *C. frutescens* (60), *C. annuum* (20), *C. chinense* (10) y *C. baccatum* (3).

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con 12 observaciones por accesión. La unidad experimental constó de una planta sembrada a un metro entre surcos y 0.35 m entre plantas.

Se seleccionaron 21 descriptores IBPGR (1983) calificados como altamente discriminantes en caracterizaciones previas (García, 2006). Se realizó un Análisis de Componentes Principales (ACP) de las seis variables cuantitativas (altura de planta, cobertura de planta, peso por fruto, número de frutos por planta, días a floración, días a fructificación).

Se seleccionaron componentes con valores propios superiores a 1.0 que explican la mayor variabilidad. Se definieron las contribuciones absolutas y acumuladas de cada componente y se denominaron de acuerdo con los descriptores que los conforman.

Para los 15 descriptores cualitativos (color y pubescencia para tallos y hojas de plántulas y plantas, hábito de crecimiento, manchas en la corola, posición del pedicelo en anthesis, forma del margen del cáliz, color del fruto en estado inmaduro y maduro, longitud del fruto, forma del fruto durante y al final de cosecha, color de semillas) se realizó análisis de frecuencias.

La distancia de Dice permitió determinar grupos de accesiones con similitudes genéticas. El análisis discriminante permitió establecer relaciones entre las cuatro especies estudiadas, mientras la distancia de Malahanobis determinó la cercanía genética de las especies.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracteres cuantitativos y variabilidad intraespecífica

Las variables altura y cobertura presentaron el mayor promedio en *C. frutescens* y el menor en *C. baccatum*. El número de frutos fue mayor en *C. baccatum* y menor en *C. annuum*, posiblemente porque

son tipo pimentones. El peso de fruto presentó menor promedio en *C. frutescens*, debido posiblemente a que la especie produce frutos pequeños tipo ajíes, y el mayor promedio se presentó en *C. chinense*. Días a floración presentaron mayor promedio en *C. baccatum* y menor en *C. frutescens*, esta precocidad las hace atractivas para la producción, además de ser importante como mecanismo de defensa contra problemas fitosanitarios. Días a fructificación presentaron mayor promedio en *C. annuum* y menor en *C. frutescens*, variable igualmente importante en producción (Tabla 1).

En las cuatro especies se observó alto coeficiente de variación para caracteres del fruto, lo cual indica la importancia para discriminar variabilidad en una colección. Resultados similares se han reportado indicando que la variabilidad del género se da primero por las características de fruto, seguido por arquitectura de planta y estructura de flores y número de flores por axila (Pardey *et al.*, 2006). Igualmente, García (2006) reportó que las correlaciones mostraron que caracteres como ancho, peso y longitud de fruto fueron las variables que contribuyeron de manera significativa en el primer componente, discriminando la variabilidad encontrada entre y dentro de las especies de *Capsicum*.

Se establecieron correlaciones significativas entre las variables altura y cobertura de planta (Tabla 2) y días a floración y a fructificación. El alto valor de correlación puede indicar redundancia en la información, es decir, que evaluando sólo uno de los caracteres altamente correlacionados no se pierde información global sobre la variación presente en el grupo, economizando tiempo y dinero. Sin embargo, el alto índice de correlación entre caracteres también se puede asociar con elevado grado de relación dentro del grupo (Roa, 1997).

Caracteres cualitativos

La mayoría de las accesiones presentaron color púrpura de hipocotilo en plántulas y pubescencia intermedia del tallo. Para el estado de planta presentaron color verde de tallo y pubescencia intermedia.

En estado de planta hubo mayor frecuencia de hábito compacto, pubescencia de hojas entre esparcida e intermedia, posición del pedicelo en anthesis predominantemente intermedia, manchas en la corola únicamente presentes en *C. baccatum*, forma del margen del cáliz entre intermedio y dentado, color del fruto inmaduro siempre verde, y color del fruto maduro predominantemente rojo con algunos naranjas y pocos amarillos o morados, longitud del fruto medio y largo, pocos muy cortos o muy largos, forma del fruto predominantemente largo y cuadrado, forma del fruto a final

Tabla 1. Descriptores cuantitativos de 93 accesiones de las especies *C. annuum*, *C. baccatum*, *C. chinense* y *C. frutescens*, usadas en el estudio.

Variable	Promedio	Mínimo	Máximo	Rango	Coefficiente de variación	Desviación estándar
<i>C. annuum</i>						
Altura (cm) (A)	59.65	31	102	71	38.41	22.91
Cobertura (cm) (C)	57.8	31	88	57	26.44	15.28
Número de frutos (NTF)	54.2	15	206	191.50	83.62	45.39
Peso por fruto (g) (PPF)	6.94	1.28	206	19.32	77.86	5.40
Días a floración (DFL)	107.75	85	145	60	13.18	14.20
Días a fructificación (DFR)	121.4	93	196	103	19.07	23.15
<i>C. baccatum</i>						
Altura (cm)	50.33	30	84	54	58.34	29.36
Cobertura (cm)	55.33	43	70	27	24.66	13.65
Número de frutos	229.93	11.8	655	643.2	160.11	368.16
Peso por fruto (g)	7.59	0.58	18	17.42	121.13	9.19
Días a floración	109.33	95	117	22	11.36	12.42
Días a fructificación	120	100	135	35	15.02	18.02
<i>C. chinense</i>						
Altura (cm)	56.40	34	89	55	32.97	18.59
Cobertura (cm)	58.5	36	85	49	27.53	16.10
Número de frutos	82.19	6.63	508	501.37	183.41	150.75
Peso por fruto (g)	7.67	1.85	22.2	20.35	84.26	6.46
Días a floración	104.2	93	120	27	8.78	9.15
Días a fructificación	115.5	106	135	32	10.22	11.8
<i>C. frutescens</i>						
Altura (cm)	69.35	20	112	92	31.75	22.02
Cobertura (cm)	66.83	30	113	83	27.30	18.25
Número de frutos	170.51	4	820	424	63.02	107.46
Peso por fruto (g)	3.62	0.13	15.4	21.67	118.65	4.29
Días a floración	102.15	85	145	60	10.31	10.53
Días a fructificación	114.55	97	156	59	9.96	11.42

Tabla 2. Matriz de correlaciones en 93 accesiones de *Capsicum* spp.

	Altura (cm)	Cobertura (cm)	Número de frutos	Peso por fruto (g)	Días a floración	Días a fructificación
Altura (cm)	-	0.77	0.27	-0.41	-0.02	-0.03
Cobertura (cm)	0.77	-	0.30	-0.35	0.03	0.00
Número de frutos	0.27	0.30	-	-0.39	0.11	0.11
Peso por fruto (g)	-0.41	-0.35	-0.39	-	-0.16	-0.22
Días a floración	-0.02	0.03	0.11	-0.16	-	0.93
Días a fructificación	-0.03	0.00	0.11	-0.22	0.93	-

de cosecha puntiagudo con pocos dentados o hendidos y semilla de color crema.

Entre las características cualitativas se pueden destacar la posición del fruto pendiente en *C. annuum* y erecta en *C. frutescens*, la mancha en la corola en *C. baccatum* y la constricción anular del cáliz en *C. chinense*.

Agrupamiento de las accesiones de *Capsicum* spp

Según el dendrograma obtenido del análisis de los descriptores cualitativos se conformaron cinco grupos a una distancia de Dice 0.065 (Figura 1). El grupo uno estuvo conformado por seis accesiones (cuatro de *C. frutescens*, una de *C. annuum* y otra de *C. baccatum*) provenientes de Colombia (tres de los departamentos

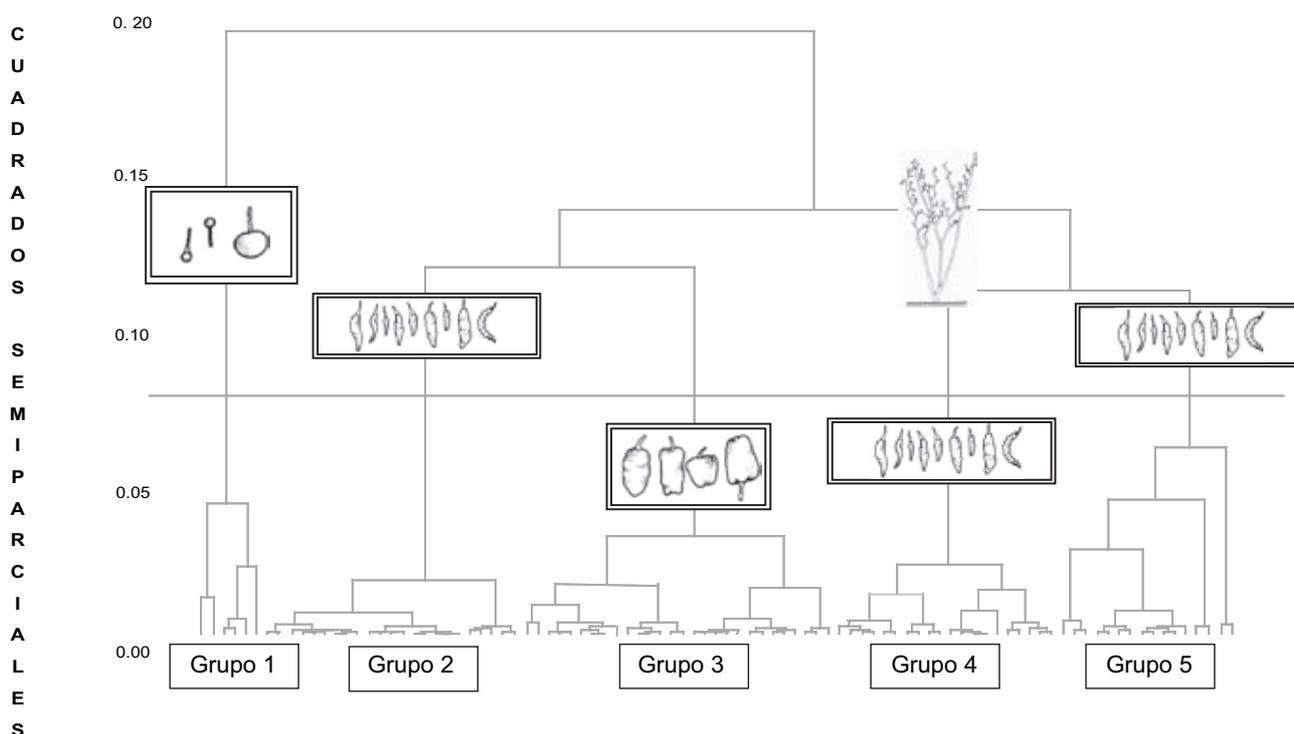


Figura 1. Dendrograma obtenido a partir del análisis de caracteres cualitativos para 93 introducciones de las especies *C. annuum*, *C. baccatum*, *C. chinense* y *C. frutescens*.

de Caldas, Antioquia y Tolima), Costa Rica (dos) y Brasil (una). Las accesiones fueron de hábito compacto, pubescencia esparcida del tallo, pubescencia de hojas solamente esparcida e intermedia en igual proporción, posición de pedicelo en antesis con las tres variantes (declinada, intermedia y erecta), forma intermedia del margen del cáliz, color del fruto maduro rojo y uno amarillo, longitud del fruto únicamente media y muy corta, forma redonda del fruto, y forma despuntada del fruto al final de la cosecha.

El grupo dos lo conformaron 23 accesiones (13 de *C. frutescens*, ocho de *C. annuum*, dos de *C. chinense*) de seis países (14 de los departamentos colombianos de Bolívar, Sucre, Cundinamarca y Valle de Cauca; cuatro de Bolivia, dos de México, y una de Costa Rica, Guyana y Ecuador). Las accesiones presentaron las tres variantes (verde, púrpura y verde – púrpura) para el descriptor color de tallo en plántula, pubescencia de tallo intermedia en plántula y en planta, hábito compacto de crecimiento, pubescencia intermedia de hoja, posición intermedia del pedicelo en antesis, sin manchas en la corola, forma dentada e intermedia en igual proporción del margen del cáliz, color rojo del fruto maduro, longitud media del fruto, forma alargada del fruto, y forma puntiaguda del fruto al final de la cosecha.

El grupo tres lo conformaron 28 accesiones (16 de *C. frutescens*, seis de *C. annuum*, seis de *C. chinense*) de diez países (14 de los departamentos colombianos Valle del Cauca, Atlántico, Córdoba, Bolívar y Nariño; cuatro de Guyana, tres de Costa Rica, y una de México, Bolivia, Brasil, Cuba, Perú, Ecuador y El Salvador). Las accesiones presentaron color púrpura de tallo en plántula, las cuatro variantes de pubescencia de tallo en plántula predominando intermedia y esparcida, hábito compacto, manchas ausentes en la corola, forma intermedia del margen del cáliz, color rojo de fruto y algunos naranja, longitud media del fruto, forma cuadrada del fruto y forma puntiaguda del fruto a final de cosecha.

En el grupo cuatro se reunieron 20 accesiones (16 *C. frutescens*, dos *C. annuum*, dos *C. chinense*) de seis países (siete de los departamentos colombianos de Bolívar, Sucre, Tolima y Cundinamarca; seis de Costa Rica, tres de Ecuador, dos de Cuba, una de México y Bolivia). Las accesiones presentaron color verde o púrpura del tallo en plántula, pubescencia de tallo en plántula e intermedio en planta, hábito erecto de crecimiento, pubescencia esparcida de hoja, posición erecta del pedicelo en antesis, corola sin manchas, forma intermedia, lisa y dentada en igual proporción del margen del cáliz; el color del fruto maduro varió mucho (rojo,

amarillo, naranja y morado con predominio del rojo), longitud media del fruto, forma alargada del fruto, y forma puntiaguda del fruto al final de la cosecha.

El grupo cinco lo conformaron 16 accesiones (11 *C. frutescens*, tres *C. annuum*, dos *C. baccatum*), 10 de Costa Rica y seis del departamento colombiano de Córdoba, de color púrpura de tallo en plántula, pubescencia intermedia de tallo en plántula, color verde y púrpura de tallo en planta, pubescencia variable de hoja, posición declinada del pedicelo en antesis. Dos accesiones tuvieron manchas en la corola, forma intermedia del margen del cáliz, color rojo del fruto maduro, forma alargada del fruto, y forma puntiaguda del fruto al final de la cosecha.

Resultados similares se han encontrado en caracterizaciones previas. Según Vallejo *et al.* (2006) se lograron discriminar las especies *C. pubescens* y *C. baccatum*, pero no *C. annuum*, *C. chinense* y *C. frutescens*. Pardey *et al.* (2006) concluyeron que las distancias genéticas entre *C. annuum*, *C. frutescens*, *C. chinense* y *C. baccatum* indican que estas especies conforman el mismo grupo morfológico. García (2006) reportó que las caracterizaciones morfológica y enzimática no permitieron diferenciar las especies *C. annuum*, *C. chinense* y *C. frutescens*. La caracterización con AFLP's sugirió que no existen diferencias moleculares para separar las especies *C. annuum*, *C. chinense* y *C.*

frutescens determinadas morfológicamente (Rodríguez, 2000). Igualmente Toquica *et al.* (2003) no lograron diferenciar *C. annuum*, *C. chinense* y *C. frutescens* mediante caracterización molecular, corroborando la hipótesis de Pickersgill (1980) de considerar las tres especies como un cultigrupo con diferente vía de domesticación y en vía de diferenciación.

Análisis de componentes principales

El 78% de la variabilidad fue explicada por tres variables sintéticas (Tabla 3). El componente principal 1 (37%) comprendió las variables altura y cobertura y se relacionó con arquitectura de planta. El componente principal 2 (62%) abarcó las variables días a floración y días a fructificación y se relacionó con estructuras reproductivas. El componente principal 3 (78%) lo definió la variable peso por fruto y se relacionó con la producción.

Relación entre especies

Los resultados del análisis discriminante estuvieron acordes con los resultados morfológicos. La corta distancia de Mahalanobis indicó la cercanía filogenética en *C. annuum*, *C. frutescens* y *C. chinense* (Figura 2). La especie *C. baccatum* fue la más lejana y mostró la mayor variación interior (6.824). Este distanciamiento

Tabla 3. Variabilidad de accesiones de *Capsicum* spp explicada por las variables sintéticas.

Componente	Variables sintética	Valores propios	Varianza absoluta	Varianza acumulada
1	Arquitectura de planta	3.024	0.378	0.378
2	Estructuras reproductivas	1.938	0.242	0.620
3	Caracteres de fruto	1.306	0.163	0.783

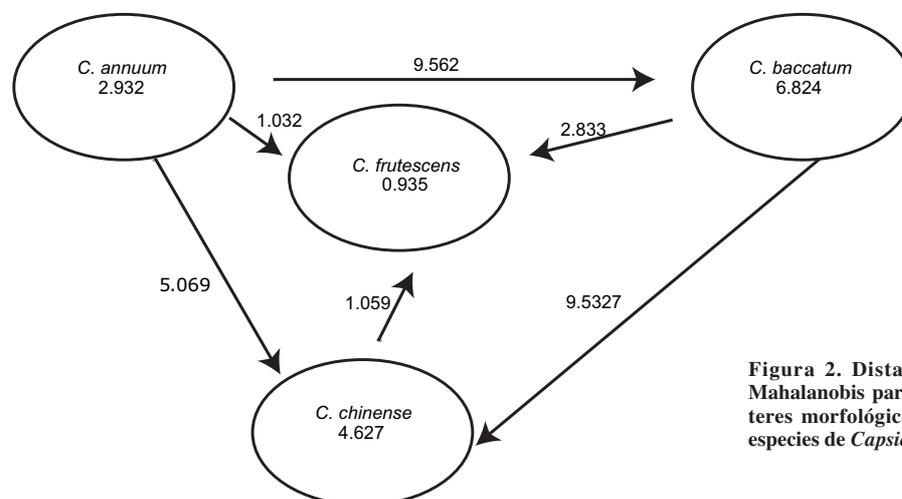


Figura 2. Distancia de Mahalanobis para caracteres morfológicos entre especies de *Capsicum*.

Tabla 4. Número de observaciones clasificadas en especies de *Capsicum* spp.

Especie	<i>C. annuum</i>	<i>C. baccatum</i>	<i>C. chinense</i>	<i>C. frutescens</i>	Total
<i>C. annuum</i>	0	1	0	19	20
<i>C. baccatum</i>	0	1	0	2	3
<i>C. chinense</i>	0	0	2	8	10
<i>C. frutescens</i>	0	1	0	59	57
Total	0	3	2	88	93

se puede explicar porque se ha domesticado en tierras altas de Perú y Bolivia.

La clasificación de las observaciones con base en los resultados del análisis discriminante (Tabla 4) indicó que es muy probable la idea de un ancestro común (*C. frutescens*) como progenitor de las especies domesticadas (Davenport, 1970). Las distancias genéticas entre *C. annuum*, *C. chinense* y *C. frutescens* permiten concluir que forman un solo grupo morfológico (Pardey *et al.*, 2006).

CONCLUSIONES

La caracterización morfológica no permitió diferenciar las especies *C. annuum*, *C. chinense* y *C. frutescens*.

Las características de arquitectura de planta, estructuras reproductivas y caracteres de fruto explicaron 78% de la variabilidad de las accesiones.

La reclasificación de especies con base en el análisis discriminante puede estar apoyando la hipótesis de *C. frutescens* como ancestro común.

La colección presentó variabilidad fenotípica en materiales que se pueden utilizar en el Programa de Mejoramiento de la Universidad Nacional de Colombia - Sede Palmira.

AGRADECIMIENTOS

Al Programa de Investigación en “Mejoramiento Genético, Agronomía y Producción de Semilla de Hortalizas” de la Universidad Nacional de Colombia

Sede Palmira, por el apoyo científico y financiero para la realización del presente trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- Davenport, W. A. 1970. Progress report on the domestication of *Capsicum* (chili peppers). *Proc Assoc Am Geog* 2: 46-47.
- García, M. A. 2006. Estudio de la diversidad genética de las accesiones de *Capsicum* spp del banco de germoplasma de la Universidad Nacional de Colombia – Sede Palmira. Tesis doctoral. Palmira: Universidad Nacional de Colombia. 102 p.
- IBPGR. 1983. Genetics Resources of *Capsicum* – A global Plan Action. Rome. Italy: AGPG- IBPGR. 49 p.
- Pardey, C.; García, M.; Vallejo, F. 2006. Caracterización morfológica de cien accesiones de *Capsicum* del banco de germoplasma de la Universidad Nacional de Colombia – Sede Palmira. *Acta Agron* (Palmira). 55 (3):1-9.
- Pickersgill, B. 1980. Some aspects of interspecific hybridation in *Capsicum*. p1-5. *In: Capsicum Working group*. Eucarpia meeting, 4, Wageningen,
- Roa R., A. C. 1997. Estimación de la diversidad genética en *Manihot* spp mediante morfología y marcadores moleculares. Tesis Maestría (Biología). Cali: Universidad del Valle. 93 p.
- Rodríguez, M. E. 2000. Caracterización molecular por AFLP's de germoplasma de *Capsicum* spp colectado en la Amazonia colombiana. Trabajo de grado. Medellín: Universidad Nacional de Colombia. 60 p.
- Toquica, S. P.; Orton, T. J.; Martínez, E.; Duque, M. C.; Tohme, J. 2003. Molecular characterization by AFLP's of *Capsicum* germoplasm from the Amazon department in Colombia. *Genet Res Crop Evol* 50: 639-647.
- Vallejo, F. A.; García, M.; Duran, T.; Pardey, C. 2006. Caracterización morfoagronómica de 195 accesiones de *Capsicum* del Banco de germoplasma de UNAL-Palmira. Palmira: Universidad Nacional de Colombia. 260 p.