

Caracterización de Accesiones de Chile (*Capsicum* spp.)¹

Nora C. Martín² y William G. González³

COMPENDIO

Se trabajó con una población de 59 accesiones pertenecientes a una colección de Chile (*Capsicum* spp.) del Banco de Germoplasma del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) y dos del Programa de Recursos Fitogenéticos de la Universidad de Costa Rica (UCR). El trabajo de campo se realizó en la Estación Experimental Fabio Baudrit (UCR) en Alajuela, en el período comprendido de enero a septiembre de 1988. Se utilizó una metodología de semillero y luego el trasplante al campo definitivo.

Se caracterizaron las accesiones y con los datos recavados se logró asociar algunas características cualitativas importantes, mediante la utilización de correlaciones simples; también se relacionaron algunas características cuantitativas con cualitativas y entre características cualitativas, para las que se utilizó la ecuación propuesta por Engels.

Se logró determinar como el grosor de la pulpa correlacionó positivamente con el peso fresco (0.75) con el número de semillas (0.59) y con la longitud del fruto (0.53) y débilmente de manera negativa con la pungencia (-0.42) y con los días a floración (-0.36). El diámetro del fruto correlacionó positivamente con: el número de semillas por fruto (0.62) grosor de la pulpa (0.72) y ésta a su vez con el número de semillas por fruto (0.51).

Con las relaciones propuestas por Engels se asociaron 21 pares de características entre sí, como por ejemplo, la mayoría de los frutos más pesados se asociaron a posiciones de éstos péndulos con plantas de desarrollo precoz y flor de color blanco.

Palabras claves adicionales: caracterización, recursos fitogenéticos.

INTRODUCCION

El chile (*Capsicum* spp.) se utiliza de diversas formas, fresco, seco, como especia en polvo, como colorante natural, como agente antioxidante, como bactericida y fungicida, como medicamento en la industria farmacéutica, en la industria cosmética, en industria de embutidos y carnes enlatadas. Por su potencialidad de comercialización, se ha identificado como uno de los cultivos prioritarios para investigación y desarrollo por parte del Programa de Recursos Fitogenéticos de la Estación Experimental Fabio Baudrit (EEFB), Universidad de Costa Rica, y de la Coalición Costarricense de Iniciativas de Desarrollo (CINDE). Por otra parte, el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), cuenta con la colección mundial de *Capsicum*, la cual presenta un alto porcentaje de sus introducciones sin caracterizar. El

ABSTRACT⁴

A population of 59 accessions of pepper (*Capsicum* spp) from the Germplasm Bank of the Centro Agronomic Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) and two populations from the Genetic Resources Program of the University of Costa Rica (UCR) were evaluated. Field experiments were conducted at the Fabio Baudrit UCR Experiment Station in Alajuela. Trials were conducted during the months of January through September of 1989. Seedlings were established under greenhouse conditions and later transplanted in the field.

The populations were characterized with data obtained from field experiments. Various quantitative and qualitative characteristics were related to one another using simple linear correlations. Qualitative characteristics were related using the Engel's equation.

Pulp thickness was positively correlated with fruit fresh weight ($r=0.75$), seed number ($r=0.59$) and fruit length ($r=0.53$); and negatively correlated with pungency ($r=-0.42$) and days to flower ($r=-0.36$). Fruit diameter was positively correlated with seed number ($r=0.62$) and pulp thickness ($r=0.72$). Pulp thickness also was positively correlated with seed number ($r=0.51$).

Using the relationships proposed by Engels, 21 pairs of characteristics were related. For example, the majority of the heaviest fruits were positively correlated with early maturing white flower plants.

conocimiento de las características de los materiales de esta colección es de invaluable importancia para el desarrollo de futuros trabajos de mejoramiento, o para la utilización de los mismos en programas de producción.

En base a los anteriores se llevó a cabo el presente trabajo el cual tuvo como objetivos:

¹ Trabajo presentado en la XXXVI Reunión Anual del PCCMCA. San Salvador, marzo 1990.

² Ing. Agrónomo. Datos parciales de tesis de grado. Facultad de Agronomía. Universidad de Costa Rica. 1990.

³ Ing. Agr. Programa Recursos Fitogenéticos, Estación Experimental Fabio Baudrit, Universidad de Costa Rica. EEFB/UCR-Apdo. 183 4050, Alajuela, Costa Rica.

⁴ El abstract es traducción del compendio.

Publicado en *Agronomía Mesoamericana*, Vol. 2 (1991).

- La caracterización de 59 introducciones de *Capsicum* ssp. del Banco de Germoplasma del CATIE.
- Determinar el grado de correlación entre algunas características cualitativas y cuantitativas.

REVISIÓN DE LITERATURA

El chile es considerado una de las primeras plantas cultivadas de Mesoamérica y la continuidad de su uso se confirma desde 7000 y 5000 años A.C (Long-Solis, 1986).

El género *Capsicum* es un género muy homogéneo, pero aún los botánicos no han llegado a un consenso con la división de las especies. Algunos mencionan 90 y otros 12. Actualmente se reconocen 5 especies cultivadas: *C. Baccatum*, *C. Pubescens*, *C. Frutescens*, *C. Chinense* y *C. annuum* (IBPGR, 1983).

La caracterización morfológica de los materiales fitogenéticos es una actividad que permite la selección de los materiales más promisorios para su posterior utilización en programas de mejoramiento. De acuerdo al Consejo Internacional de Recursos Fitogenéticos (IBPGR, 1980), la caracterización consiste en registrar todas aquellas caracterizaciones que son altamente heredables, que pueden verse fácilmente y que son expresadas en todos los ambientes. Según Engels (1979), las descripciones morfológicas, agronómicas, fisiológicas, etc. de una caracterización deberían ser acompañadas de información relacionada con prácticas culturales, condiciones ambientales, etc. y además, las colecciones que se describen deben crecer bajo condiciones uniformes para asegurar de esta manera que las diferencias registradas sean típicas de los materiales bajo esas circunstancias.

En documentación genética cada término descriptivo se llama un descriptor, tal puede ser el "número de introducción", "color del fruto", etc. El valor o grado de un descriptor se llama estado del descriptor. Si el descriptor se refiere a una caracterización cuantitativa, como la longitud del fruto o rendimiento, el estado del descriptor se expresa en la unidad de medida usada (cm, mm, g), o la medida puede codificarse para facilitar el almacenamiento de datos. Cuando el descriptor se refiere a una caracterización cualitativa, como color o forma, los estados del descriptor se pueden basar en una tabla de colores o definiciones geométricas, respectivamente. Estos términos pueden codificarse si fuera conveniente. El estado del descriptor de una característica particular se registra con "0" cuando está ausente o no puede medirse; por otra parte, se expresa como "+", cuando se encuentra presente pero no se le da grado (Programa de Recursos Fitogenéticos CATIE/GTZ, 1979).

Trabajos efectuados apoyan la importancia del género *Capsicum* en el mundo y han proporcionado aportes significativos en el conocimiento del género. Así, se ha

determinado que las características de color y forma del fruto son de poco valor taxonómico debido a la variación que existe dentro de la misma especie (Smith y Heiser, 1951).

Según Pickersgill (1968) la posición del fruto es una característica distintiva entre materiales silvestres y domesticados, ya que las poblaciones silvestres presentan la posición del fruto erecto, mientras que en los materiales cultivados con mayor grado de domesticación la posición del fruto es colgante.

El color de la corola de las flores, es una característica, que usada con otras características discriminantes, se emplea para delimitar especies. Así, en estado fresco la flor de la especie *C. annuum* tiene una coloración blanca lechosa, la flor de la especie *C. frutescens* es de color blanco-verde y la flor de la especie *C. chinense* blanco-verde o blanco-mate. Las manchas en la corola es una característica propia de la especie *C. baccatum* y pueden ser amarillas, café o pardas. La especie *C. pubescens* tiene la corola de color morada. Además esta especie presenta frutos con semillas negras y rugosas (IBPGR, 1983; Smith y Heiser, 1951).

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en la Estación Experimental Fabio Baudrit, de la Universidad de Costa Rica, localizada en San José de Alajuela, a una altitud de 840 m. La región es

Cuadro 1 Datos climáticos correspondientes al período de caracterización de las 57 introducciones de chile (*Capsicum* spp.) del CATIE-EEFBM. Alajuela, Costa Rica.

Mes	Temperatura (°C)	Lluvia (mm)
Febrero	23.7	0.0
Marzo	23.6	57.0
Abril	23.8	82.8
Mayo	22.8	323.7
Junio	21.4	241.4
Julio	21.7	147.8
Agosto	21.0	301.0
Septiembre	20.8	568.2
Octubre	20.8	449.3

Humedad relativa: 89.3%

Brillo Solar: 6.8

Cuadro 2 Datos químicos del suelo (0-20 cm) donde fueron trasplantadas las accesiones de chile (*Capsicum* spp.) escogidas para caracterización. Lote #9 EEFBM, Alajuela, Costa Rica.

Elemento	meg / 100 g de suelo	ppm
K	1.07	
Ca	8.40	
Mg	2.72	
Al	0.20	
Mn		19
Zn		1
Cu		18
P		15
Fe		263

% materia orgánica = 8.11; pH: H₂O = 5.6; HCl = 4.7

Cuadro 3 Datos de pasaporte de las accesiones de chile (*Capsicum* spp.) escogidas para caracterizar en la Estación Experimental Fabio Baudrit M. Alajuela, Costa Rica, 1988.

% de introd.	Fecha de Ingreso	Especie	Tipo	PROCEDENCIA		
				País	Provincia	Lugar
6123	12/76	<i>C. annuum</i>	Jalapeño	Guatemala	Retalhuleu	Retalhuleu
6126	12/76	<i>C. frutescens</i>		Guatemala	A. Verapaz	Cobán
6131	12/76	<i>C. frutescens</i>		Guatemala	Zacatepequez	
6136	12/76	<i>C. annuum</i>		Guatemala	Zacatepequez	
6150	12/76	<i>C. frutescens</i>		Costa Rica	Puntarenas	Pejibaye
6630	04/77	<i>C. annuum</i>		Guatemala		
7201	07/77	<i>C. annuum</i>		Perú	Lima	La Molina
7202	07/77	<i>C. baccatum</i>		Perú	Lima	La Molina
7203	07/77	<i>C. annuum</i>		Perú	Lima	La Molina
7209	07/77	<i>C. annuum</i>		Perú	Lima	La Molina
7210	07/77	<i>C. frutescens</i>		Perú	Lima	La Molina
7216	07/77	<i>C. frutescens</i>		Panamá	Herrera	Carita
7301	07/77	<i>C. frutescens</i>		Panamá	Herrera	
7320	07/77	<i>C. frutescens</i>		Panamá	Herrera	
7809	11/77	<i>C. annuum</i>	Jalapeño	Guatemala	Antigua	Mercado
7908	11/77	<i>C. annuum</i>		Costa Rica	Alajuela	San Carlos
8064	11/77	<i>C. annuum</i>	Serrano	México	Oaxaca	Oaxaca
8204	02/78	<i>C. frutescens</i>		Honduras	Tegucigalpa	
8289	03/78	<i>C. chinense</i>		Costa Rica	Limón	AltoCoem,Tai
8392	04/78	<i>C. frutescens</i>		Costa Rica	San José	Puriscal
8396	04/78	<i>C. frutescens</i>	Costa Rica	San José	Puriscal	
8534	04/78	<i>C. annuum</i>	Jalapeño	Costa Rica	Limón	Alto Telire
8597	06/78	<i>C. annuum</i>	Jalapeño	Costa Rica	Limón	Talamanca
9113	12/78	<i>C. annuum</i>	Jalapeño	Mexico	Chiapas	Comitán
9131	12/78	<i>C. annuum</i>	Serrano	México	Chiapas	T.Gutiérrez
9122	12/78	<i>C. annuum</i>	Siete Caldos	México	Chiapas	Comitán
9170	12/78	<i>C. annuum</i>	Cayenne	México	Tabasco	V. Hermoza
9221	12/78	<i>C. annuum</i>		México	Palenque	
9806	09/79	<i>C. frutescens</i>	cherry	Costa Rica	Puntarenas	Punta Burica
9807	09/79	<i>C. frutescens</i>		Costa Rica	Puntarenas	Punta Burica
9831	08/79	<i>C. frutescens</i>		Costa Rica	Puntarenas	Buenos Aires
9841	10/79	<i>C. frutescens</i>		Costa Rica	Puntarenas	Buenos Aires
9926	12/79	<i>C. frutescens</i>		Costa Rica	Puntarenas	Abrojos
11078	12/79	<i>C. annuum</i>	Jalapeño	México	Patzcuaro	
11139	05/80	<i>C. annuum</i>	Jalapeño	Guatemala	Zacapa	Zacapa
11709	01/81	<i>C. chinense</i>		Colombia	Amazonas	100 msnm
12280	09/82	<i>C. frutescens</i>	Jalapeño	Guatemala	Quetzaltenango	Colombia
13974	09/82	<i>C. baccatum</i>		Perú	Lima	La Molina
13975	09/82	<i>C. baccatum</i>		Perú	Lima	La Molina
14006	09/82	<i>C. frutescens</i>	Jalapeño	Guatemala	Escuintla	La Gomera
14007	07/77	<i>C. chinense</i>		Panamá	Herrera	Carita
14012	09/82	<i>C. annuum</i>	Jalapeño	México	Oaxaca	Oaxaca
14015	08/79	<i>C. frutescens</i>		Costa Rica	Puntarenas	Buenos Aires
14016	08/79	<i>C. frutescens</i>		Costa Rica	Puntarenas	Buenos Aires
14019	09/82	<i>C. frutescens</i>		Costa Rica	Puntarenas	Abrojo
14021	09/82	<i>C. frutescens</i>	cherry	Costa Rica	Puntarenas	Abrojo
14022	09/82	<i>C. frutescens</i>		Costa Rica	Puntarenas	Abrojo
14756	09/82	<i>C. annuum</i>	Cayenne	Salvador	Sn.Salvador	Sto. Tomás
15587	11/83	<i>C. annuum</i>	Cayenne	Alto Volta	Alto Volta	
15646	12/83	<i>C. annuum</i>	Jalapeño	Guatemala	Guatemala	U.Sn.Carlos
15629	12/83	<i>C. annuum</i>	Cayenne	Guatemala	Guatemala	U.Sn.Carlos
15659	12/83	<i>C. annuum</i>	Cayenne	Guatemala	Guatemala	U.Sn.Carlos
16276	11/84	<i>C. annuum</i>	Cayenne	Guatemala	Guatemala	U.Sn.Carlos
16422	01/85	<i>C. annuum</i>	Cayenne	España	Málaga	Est. Exp. Málaga
16453	01/85	<i>C. annuum</i>				
17136	11/85	<i>C. annuum</i>	Hot Pepper	Islas Mauritius		
17666	11/85	<i>C. annuum</i>	Tabasco	Honduras	Comayagua	700 msnm.
WG-36		<i>C. frutescens</i>	Cayenne	Costa Rica	Limón	Guácimo
WG-91		<i>C. annuum</i>	Jalapeño	Costa Rica	Guanacaste	Tilarán

Fuente: Datos tomados de los libros de registro del Banco de Germoplasma del CATIE.

clasificada ecológicamente como bosque húmedo premontano, con una precipitación media anual de 1930 mm distribuida de mayo a noviembre. Con una temperatura media de 22.4 °C con máximas de 28 °C y mínimas de 18.2 °C. Los datos climatológicos correspondientes al período de evaluación y las características químicas del suelo donde se transplantó el ensayo se resumen en los Cuadros 1 y 2.

Los trabajos de caracterización se efectuaron con 59 accesiones de chile (*Capsicum* spp.) provenientes del Banco de gemoplasma del CATIE. En el Cuadro 3 se indica la especie reportada en los datos de pasaporte y procedencia de cada una de las especies escogidas.

Las plantas para la caracterización se obtuvieron de semilleros hechos bajo condiciones de invernadero, para lo cual se emplearon vasos plásticos de 275 ml con un sustrato de una mezcla en las siguientes proporciones: 5 partes de suelo, 3 partes de granza de arroz, 1 parte de gallinaza. El sustrato fue tratado previamente con bromuro de metilo. Se sembraron 4 semillas por vaso y luego se dejó una planta. El transplante del ensayo se efectuó a los 39 días de la siembra cuando las plantitas presentaron de 4 a 6 hojas bien desarrolladas. La preparación de 1 terreno de siembra fue mecanizada y consistió de una arada, una rastreada y construcción de lomillos a un metro. Se sembraron 9 plantas por introducción en parcelas de 4.5 metros cuadrados, las cuales consistieron de 3 lomillos separados a 1.0 m y 3 plantas por lomillo separadas a 0.5 m.

El mantenimiento de las plantas se realizó de acuerdo a las recomendaciones del Programa de Vegetales Procesados del CINDE-División Agrícola.

La selección de las variables para la caracterización de las introducciones se hizo de acuerdo con la lista de descriptores para *Capsicum* spp., preparada por el Consejo Internacional de Recursos Fitogenéticos (IBPGR, 1983).

La caracterización se realizó de acuerdo con la escala de 0 a 9 propuesta por Astorga y Seidewitz (1983) (Cuadro 4). Las características cualitativas doble estado se registraron de la siguiente forma: 0 = falta de expresión fenotípica; + = presencia de expresión fenotípica.

El análisis de la información se efectuó tomando en

consideración el comportamiento exhibido por la población, debido a que las introducciones utilizadas en este trabajo corresponden a las colectas de poblaciones de plantas y no a líneas dentro de la población.

Para las características cuantitativas se utilizaron los datos originales y se relacionaron con correlaciones simples como mejor manera para determinar en que medida describe o explica, de una forma adecuada, la relación entre variables (Spiegel, 1982).

Para el análisis de relación entre características cuantitativas y cualitativas, así como de las características cualitativas entre sí, se utilizó el método propuesto por Engels (1978). Tal método consiste en relacionar por pares, las características.

La población fue analizada con índices de variación como promedios, valores mínimos, valores máximos y desviación estándar.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Distribución de frecuencias y porcentajes de las características cualitativas estudiadas.

En el Cuadro 5, se muestra la distribución de frecuencias y porcentajes de las características estudiadas. Con respecto a la variable hábito de crecimiento de las plantas, se obtuvo que las 59 introducciones solamente la 11709 y la 7320 presentaron hábito de crecimiento rastrero, lo que equivale a un 3.39% del total, el restante 96.61 % presentó hábitos de crecimiento compacto y erecto, el cual se prefiere pues facilita el manejo de planta, así como la aplicación de los agroquímicos y los frutos están menos expuestos al contagio por hongos del suelo.

Por otra parte, al ser compacta o erecta la planta tendrá mayor número de ramas principales que de acuerdo a Solanki y colaboradores (1986) correlaciona positivamente con el rendimiento.

Se encontró gran variabilidad en la característica pubescencia del tallo (Cuadro 5), donde el menor porcentaje fue el de las introducciones glabras con un 15.25% y el

Cuadro 4 Condición de grados de expresión de características, basada en la escala de 1 a 9.

No.Ejemplos	1	2	3	4	5	6	7	8	9
I	Muy bajo	Muy bajo a bajo	Bajo	Bajo a intermedio	Intermedio	Intermedio a alto	Alto	Alto a Muy alto	Muy alto
II	Muy bajo	---	Bajo	---	Intermedio	---	Alto	---	Muy alto
III	---	Muy bajo a bajo	---	Bajo a intermedio	---	Intermedio a alto	---	Alto a muy alto	---
IV	---	---	Bajo	---	Intermedio	---	Alto	---	---
V	---	---	Bajo	---	---	---	Alto	---	---
VI	Muy bajo	---	---	---	Intermedio	---	---	---	Muy alto
VII	Muy bajo	---	---	---	Intermedio	---	---	---	Muy alto

Fuente: Astorga y Seidewitz L. (1983).

Cuadro 5 Frecuencia y porcentaje de las características cualitativas estudiadas a las introducciones de Chile (*Capsicum* spp.) caracterizadas. Est. Exp. Fabio Baudrit Moreno. Alajuela, Costa Rica., 1988.

Características	Código	Clase	Frecuencia	Porcentaje
Hábito de crecimiento	3	postrado	2	3.39
	5	compacto	35	59.32
	7	erécto	22	37.29
Pubescencia del tallo	0	glabro	9	15.25
	3	ralo	21	35.59
	5	intermedio	13	22.04
	7	abundante	16	27.12
Pubescencia de la hoja	0	glabro	11	18.64
	3	ralo	27	45.76
	5	intermedio	14	23.73
	7	abundante	7	11.78
Número de pedicelos por áxila	1		49	83.05
	2		10	16.95
Posición del pedicelo en la antesis	3	péndulo	26	44.07
	5	intermedio	13	22.04
	7	erécto	20	33.89
Color de la corola	1	blanco	3	55.93
	2	blanco-verde	26	44.07
Forma del margen del cáliz	3	liso	5	8.48
	5	intermedio	34	57.63
	7	dentado	20	33.89
Constricción anular en unión cáliz-pedúnculo	0	ausente	46	77.96
	1	presente	13	22.04
Posición del fruto	3	péndulo	33	55.93
	5	intermedio	9	15.25
	7	erécto	17	28.82
Color del fruto inmaduro	1	verde	38	64.41
	2	verde claro	13	22.03
	3	amarillo	8	13.56
Forma del fruto	1	elongado	41	69.49
	2	oblongo	2	3.39
	3	redondeado	1	1.69
	4	cónico	6	10.18
	5	campanulado	2	3.39
	6	acampanado	1	1.86
Persistencia del fruto	0	caduco	16	27.12
	+	persistente	43	72.88
Mancha en la corola	0	ausente	53	89.83
	1	blanco	0	0
	2	amarillo	6	10.17
Color de la antera	1	amarillo	8	13.56
	2	azul pálido	28	47.46
	3	azul	21	35.59
	4	púrpura	2	3.39
	5	otro	0	0
Posición del estigma	3	incluido	1	1.69
	5	mismo nivel	9	15.25

Cuello en base del fruto	7	más alto	49	83.06
	0	ausente	52	88.14
	1	presente	71	1.86
Forma del fruto en la unión con el pedúnculo	1	agudo	12	20.34
	3	obtuso	15	25.42
	5	truncado	22	37.29
	7	cordado	10	16.95
	9	lobado	0	0
Forma del fruto en el extremo inferior	3	punteado	40	67.79
	5	obtuso	14	23.74
	7	hundido	5	8.47
Corrugación del fruto en sección transversal	0	liso	18	30.51
	3	liger. corrugado	22	37.29
	5	intermedio	13	22.03
	7	muy corrugado	6	10.17

mayor de 35.59% para los materiales con pubescencia rala. Situación similar se presentó con respecto a la pubescencia de la hoja, donde la mayoría de los materiales presentaron pubescencia rala e intermedia.

Con relación al número de pedicelos por axila el 83.05% de los materiales mostró un solo pedicelo y el 16.95% presentó dos. Se deduce de los resultados, que esta característica puede ser utilizada para la separación entre especies, debido a la poca variabilidad que presenta (Smith y Heiger, 1951). Por el contrario la posición del pedicelo en la antesis presentó gran variabilidad (Cuadro 5).

Se presentaron solo dos colores de corola, el 55.93% de las introducciones fueron blancas y el 44.07% fueron blanco-verde. Por otra parte, las introducciones 7201, 7202, 7203, 7209, 13974 y 13975 presentaron manchas amarillas en la corola, esta característica es propia de la especie *C. baccatum* (IBPGR, 1983).

El mayor porcentaje de los materiales (91.52%) mostraron cáliz dentado o intermedio y solo el 8.48% lo tuvieron liso, característica asociada a plantas de la especie *C. chinense* (Long-Salís, 1986) y que fue mostrada por las introducciones 6126, 8064, 8204, 8534 y 9807. Sin embargo, en los datos de pasaporte se reportan estos materiales como de las especies *C. annum* y *C. frutescens* hecho que se puede corroborar al observar otras características como número de pedicelos y color de la corola. Por lo tanto, la forma del margen del cáliz no se puede considerar como una característica discriminante.

Las introducciones 7202, 7202, 7203, 7209, 11709, 13974, 13975 y 17136, presentaron anteras de color amarillo, que son propias de la especie *C. baccatum*, al igual que las manchas en la corola. Sin embargo, algunos de estos materiales se reportan en los datos de pasaporte como pertenecientes a otras especies, por lo que dichos datos deben ser revisados y corregidos.

Con respecto a la posición del estigma en relación a las anteras, 49 de las introducciones presentaron el estigma más

alto que las anteras, 9 al mismo nivel y solo una más abajo dentro de las anteras, que correspondió a la introducción 7203. El chile es autógamo pero ocasionalmente ocurren cruces debido al viento o a los insectos y el mayor porcentaje de polinización cruzada ocurre en flores cuyos estigmas son más altos que el nivel de los estambres (IBPGR, 1983).

De las introducciones estudiadas el 55.93% presentaron los frutos en posición péndula, 28.82% en posición erecta y el 15.25% en posición intermedia. En los materiales con mayor grado de domesticación los frutos tienden a ser péndulos, mientras que los materiales silvestres presentan la posición del fruto erecta. (Pickergill, 1969).

Tanto para la característica color del fruto inmaduro, como las formas de éste presentaron una gran variabilidad en la población analizada (Cuadro 5), lo que corrobora lo indicado por Smith y Heiser (1951), quienes sostienen que dichas características son de poco valor taxonómico debido a la variación que existe dentro de la misma especie.

De las introducciones analizadas 13 presentaron constricción anular en la unión del cáliz con el pedúnculo, para un porcentaje del 22.04%. Esta característica es utilizada para distinguir a *C. chinense* que la presenta, de *C. frutescens* en la cual está ausente (IBPGR, 1983).

En la población caracterizada un 72.88% de las introducciones presentó frutos persistentes. Esta característica es importante, pues mide la capacidad de un material de mantener su cosecha o por el contrario de que una vez que se madura, se desprenda fácilmente. Para muchos de los usos que se le da al chile en la agroindustria, se requiere que estos se cosechen sin pedúnculo, por lo que es importante que estos se desprendan fácilmente a la hora de la cosecha.

Distribución de frecuencias y porcentaje de las características cuantitativas estudiadas

Según se puede observar en el Cuadro 6 el 15.25% de las introducciones fueron precoces (61-84 días) con respecto a los días a floración (días de la siembra hasta que el 50% de las plantas mostraban floración), el 71.19% intermedias (85-108 días) y el 13.56% tardías (109-132 días).

Los mismos porcentajes se observaron para los días a la primera cosecha donde las introducciones precoces tardaron de 76 a 96 días (a partir de la siembra del almácigo), las intermedias de 97 a 117 días y las tardías de 118 a 138 días.

La longitud del fruto es considerada como una de las características que más influye en el rendimiento (Achal *et al.* 1986). En la población estudiada la variabilidad fue alta (Cuadro 6), ubicándose el mayor porcentaje en plantas con longitud de frutos intermedios (5.44 - 7.67 cm). Un 18.65% mostró frutos largos (7.68 - 9.91 cm) y solo el 5.08% frutos

Cuadro 6 Distribución de frecuencia y porcentajes de las características cuantitativas estudiadas a las introducciones de Chile (*Capsicum* spp.) caracterizadas. Est. Exp. Fabio Baudrit Moreno, Alajuela, Costa Rica.

Característica	Código	Clase	Rango	Frecuencia	Porcentaje
Días a floración (siembra)	3	precoces	61-84	9	15.25
	5	intermedios	85-108	42	71.19
	7	tardíos	109-132	8	13.56
Días a la primera cosecha	3	precoces	76-96	9	15.25
	5	intermedios	97-117	42	71.19
	7	tardíos	118-138	8	13.56
Longitud fruto (cm)	1	muy corto	0.96-3.19	9	15.25
	3	corto	3.20-5.43	16	27.12
	5	intermedio	5.44-7.67	20	33.90
	7	largo	7.68-9.91	11	18.65
	9	muy largo	9.92-12.1	3	5.08
Diámetro fruto (cm)	1	muy angosto	0.48-1.20	15	25.42
	3	angosto	1.21-1.93	24	40.67
	5	intermedio	1.94-2.66	13	22.05
	7	ancho	2.67-3.39	4	6.78
	9	muy ancho	3.40-4.12	3	5.08
Peso del fruto (g)	1	muy bajo	0.69-6.51	32	54.24
	3	bajo	6.52-12.34	12	20.35
	5	intermedio	12.35-18.17	5	8.47
	7	alto	18.18-24.00	7	11.86
	9	muy alto	24.10-29.92	3	5.08
Grosor de pulpa (cm)	3	delgada	0.050-0.157	34	67.63
	5	intermedio	0.158-0.265	20	33.90
	7	gruesa	0.266-0.373	5	8.47
Número de semillas por fruto	3	pocas	10-60	29	49.15
	5	intermedios	61-111	24	40.68
	7	muchas	112-162	6	10.17
Número frutos/planta	1	muy bajo	3-32	39	66.10
	3	bajo	33-61	16	27.12
	5	intermedio	62-90	2	3.39
	7	alto	91-119	0	0.00
	9	muy alto	120-148	2	3.39
Antocianinas en frutos maduros	0	ausente		42	71.18
	+	presente		17	28.82
Antocianinas en frutos maduros	0	ausente		58	98.31
	+	presente		1	1.69
Plagas	0	ausente		54	91.52
	+	presente		5	8.48

muy largos (9.92 - 12.1 cm). Situación similar ocurrió con el diámetro máximo del fruto, donde el mayor porcentaje se ubicó en plantas con frutos angostos (1.21-1.93 cm) y solamente 7 plantas mostraron frutos anchos o muy anchos. La característica ancho del fruto investigada entre otras por Achal *et al.* (1986), resultó ser de alta capacidad heredable, por lo que recomiendan la selección de materiales tomando en cuenta el diámetro del fruto.

La población estudiada mostró una mayor frecuencia de materiales con frutos de peso muy bajo o bajo (Cuadro 6). Las introducciones WG-36, 8392, 9122, 9170, 14006 y 15646 R sentaron peso del fruto alto (18,18-24.00 g por fruto) y solo las introducciones 7320, 14012 y 15646 mostraron frutos de peso muy alto (24,10-29.92 g). Esta característica es de gran importancia en el mejoramiento del chile, ya que éste se comercializa por peso.

Para la característica grosor de la pulpa el 91.53% presentó frutos de pulpa delgada e intermedia. Solo las introducciones WG-91, 13975, 14006, 14012, 15646 R y 15646 mostraron frutos de pulpa gruesa, característica de importancia en frutos de chile jalapeño, o cuando los frutos se destinan a la confección de salsas.

Por otra parte, en los materiales analizados la mayor frecuencia fue para las introducciones con pocas semillas por fruto y frutos de contenido medio de semillas. Únicamente seis mostraron muchas semillas por fruto, correspondiendo a las introducciones 6136, 9122, 13974, 14006, 14012 y 16453. Para ciertos usos industriales del chile, la presencia de muchas semillas por fruto constituye una característica poco deseable, ya que afecta negativamente la calidad del producto final.

La mayoría de las introducciones presentaron muy bajo o bajo número de frutos por planta (Cuadro 6). Solamente las introducciones 14015 y 14016 presentaron un número intermedio (62-90 frutos/planta) y las introducciones 6126 y 6150 un número muy alto de frutos por planta (120-148 frutos/planta).

Relaciones entre características cuantitativas

Para las introducciones caracterizadas, se realizaron algunas correlaciones simples entre las características más importantes (Cuadro 7). De esta forma, se observó una correlación positiva entre las características peso del fruto contra longitud del fruto, número de semillas por fruto y grosor de la pulpa. Lo que significa que para los materiales analizados a mayor peso del fruto, este será más largo, más grueso de pulpa y con mayor número de semillas. Ello concuerda con lo reportado por González (1988) y Madrigal en anteriores trabajos de caracterización. Muchas agroindustrias utilizan esta correlación para sus estrategias de compra en el chile tipo jalapeño y/o serrano, al establecer rangos de pesos para las diferentes clases comerciales, ya que estos se asocian positivamente con la longitud del fruto.

Esta relación es de gran importancia al desarrollar programas de mejoramiento en chile picante ya que, a pesar de que este vegetal se compra por peso, los agroindustriales tienen diversas exigencias según sea el destino del producto final. Los industriales de chile seco necesitan frutos que no sean gruesos de pulpa para simplificar el proceso de deshidratación. Los procesadores de oleoresinas requieren frutos con pocas semillas, pues el contenido de grasas que

Cuadro 7 Coeficientes de correlación entre pares de características cuantitativas de 59 introducciones de chile (*Capsicum* spp.) Est. Ext. Fabio Baudrit M. Alajucla, Costa Rica, 1988

Características	r		
Peso del fruto contra:	0.53	**	longitud
	0.41	**	diámetro
	-0.42		pungencia
	0.59	**	número semillas
	0.75	**	grosor pulpa
	0.46	*	peso seco 100 semillas
	-0.36		días a floración
	-0.30		días fructificación
Diámetro del fruto contra:	0.62		número semillas
	0.72		grosor pulpa
	0.49		peso seco 100 semillas
	-0.25		días floración
	-0.24		días fructificación
Semillas por fruto contra:	0.51	**	grosor de pulpa
	0.59	**	peso
	-0.68	**	pungencia
	-0.47	**	días floración
	-0.46	**	días fructificación

* Estadísticamente significativo a P £ 0.05

** Estadísticamente significativo a P £ 0.01

poseen tienden a oxidarse en el proceso, desmejorando el color, y por ende la calidad de la oleoresina.

La relación entre peso del fruto y pungencia resultó debilmente negativa, por lo tanto frutos de mayor peso, son menos pungentes, Fernández (1984) encontró una correlación inversa entre el porcentaje de capsaicina y el tamaño del fruto. En su trabajo la alta pungencia en el fruto se relacionó con los chiles de tamaño pequeño y anaranjados.

Se obtuvo una correlación positiva entre el diámetro del fruto contra número de semillas por fruto y grosor de la pulpa. Según este resultado, entre más ancho es el fruto, presenta un mayor número de semillas y más gruesa es su pulpa.

La característica número de semilla por fruto, correlacionó positivamente con el grosor de la pulpa y peso del fruto (Cuadro 7), lo que corresponde a lo mencionado anteriormente de que frutos de pulpa gruesa son de mayor peso y mayor número de semillas.

Por otra parte, se dio una correlación inversa entre el número de semillas por fruto y la pungencia, o sea que los materiales que presentaron frutos con muchas semillas tienden a ser poco pungentes. Este resultado concuerda con lo obtenido por González (1985) en su trabajo de caracterización.

En cuanto a la relación de las características, número de semillas por fruto contra días a floración y días a fructificación se obtuvo una débil correlación negativa; anteriormente Madrigal (1988), obtuvo los mismos resultados. Por lo

general, frutos que presentan muchas semillas provienen de plantas de desarrollo precoz.

Relaciones entre características cuantitativas y cualitativas

En el Cuadro 8 se presentan las principales relaciones entre características cuantitativas y cualitativas para lo cual se utilizó el método propuesto por Engels (1979) que consiste en relacionar por pares las características.

En las introducciones analizadas los frutos muy largos se asociaron a formas oblongas, de posición péndula y forma obtusa en la unión con el pedúnculo. Por lo contrario, los frutos muy cortos se asociaron con formas de redondeadas acónicas, posición erecta en la planta y forma truncada en la unión con el pedúnculo.

Tanto los frutos de diámetro ancho como los de diámetro angosto se relacionaron con posiciones intermedias a péndulas en la planta. Por otra parte, las plantas precoces en cuanto al número de días desde siembra a floración se asociaron a la posición péndula del pedicelo en la antesis, lo mismo que del fruto; contrariamente, las plantas tardías a floración se asociaron a las posiciones de intermedio a erecta del pedicelo en la antesis y a las mismas posiciones del fruto en la planta.

Las introducciones que presentaron frutos con un alto contenido de semillas se asociaron a las posiciones péndula o intermedia de los mismos; mientras que los frutos con bajo contenido de semillas mostraron posiciones de intermedia a erecta. Estas características se observan en las variedades comerciales de Chile tipo tabasco (*C. frutescens*) que se siembran en Costa Rica, las cuales se caracterizan por presentar frutos cortos, de forma cónica, posición erecta, bajo contenido de semillas, muy pungentes y plantas tardías en cuanto a días a floración y cosecha.

Con respecto a la pungencia, los frutos de picor bajo se asociaron a introducciones con chiles de diámetro angosto, posición intermedia a péndula en la planta y color blanco-leche de la corola. Por el contrario los materiales con picor alto se asociaron a chiles con frutos muy angostos a angostos, de posición intermedia a erecta y colores blanco-verde de la corola.

Relaciones entre características cualitativas

Al relacionar la posición del fruto con la forma de este (Cuadro 9), se encontró que en las introducciones caracterizadas, los frutos en posición péndula y erecta se asociaron con frutos oblongos y los de posición intermedia con frutos de forma oblonga y redondeados.

Cuando las flores presentaron anteras de color amarillo y azul pálido se relacionaron con corolas de color blanco, que pueden corresponder a las especies *C. baccatum* o *C. annum*.

Cuadro 8 Algunas relaciones entre características cuantitativas y cualitativas de 59 introducciones de Chile (*Capsicum* spp.) caracterizadas en la Est. Exp. Fabio Baudrit M. Alajuela, Costa Rica. 1988.

Pares de características		Relación	
Longitud del fruto:	X	Posición del fruto:	
1 = muy corto		3 = péndulo	6.55
3 = corto		5 = intermedio	5.13
5 = intermedio		7 = erecto	3.44
7 = largo			3.36
8 = muy largo			3.00
Longitud del fruto:	X	Forma del fruto:	
1 = muy corto		1 = elongado	3.44
3 = corto		2 = oblongo	2.24
5 = intermedio		3 = redondeado	1.95
7 = largo		4 = cónico	1.09
9 = muy largo		5 = campanulado	2.00
		6 = acampanado	
Longitud del fruto:	X	Forma del fruto en la unión con el pedúnculo:	
1 = muy corto		1 = agudo	5.22
3 = corto		3 = obtuso	3.12
5 = intermedio		5 = truncado	3.84
7 = largo		7 = cordado	4.82
9 = muy largo		9 = lobado	3.00
Diámetro del fruto:	X	Posición del fruto:	
1 = muy angosto		3 = péndulo	5.71
3 = angosto		5 = intermedio	4.22
5 = intermedio		7 = erecto	3.62
7 = ancho			4.00
9 = muy ancho			3.00
Posición del fruto:	X	Días a floración:	
3 = péndulo		3 = precoces	4.57
5 = intermedio		5 = intermedias	5.22
7 = erecto		7 = erecto	5.59
Días a floración	X	Posición del pedicelo en la antesis:	
3 = precoces		3 = péndulo	3.25
5 = intermedias		5 = intermedio	4.87
7 = tardías		7 = erecto	6.11
Número semillas:	X	Posición del fruto:	
3 = bajo		3 = péndulo	5.55
5 = intermedio		5 = intermedio	3.25
7 = alto		7 = erecto	4.00
Picor:	X	Diámetro fruto:	
3 = bajo		1 = muy angosto	2.58
5 = intermedio		3 = angosto	2.55
7 = alto		5 = intermedio	1.60
Picor:	X	Posición del fruto:	
3 = bajo		3 = péndulo	3.33
5 = intermedio		5 = intermedio	4.11
7 = alto		7 = erecto	5.60
Picor:	X	Color de la corola:	
3 = bajo		1 = blanca	1.00
5 = intermedio		2 = blanca-verde	1.38
7 = alto		4 = azul	1.77

Por otra parte, anteras azul o púrpura se asociaron con corolas verde, color típico de las flores de *C. chinense* o *C. frutescens* (IBPGR, 1983). La posición del fruto 'péndulo se ionó con flores de corola blanca, mientras que la posición ti se asoció con corolas blanco-verde.

Cuadro 9 Relaciones entre características de 59 accesiones de chile (*Capsicum* spp.), caracterizadas en la Est. Exp. Fabio Baudrit, Alajuela, Costa Rica, 1988.

Pares de Características		Relación	
Posición del fruto:	X	Forma del fruto:	
3 = péndulo		1 = elongado	2.00
5 = intermedio		2 = oblongo	2.66
7 = erecto		3 = redondeado	2.00
Posición del fruto:	X	Antocianinas en frutos inmaduros:	
3 = péndulo		+ = presente	0.22
5 = intermedio		0 = ausente	0.24
7 = erecto			0.35
Color de antera:	X	Color de corola:	
1 = amarillo		1 = blanco	1.13
2 = azul pálido		2 = blanco-verde	1.21
3 = azul		3 = azul	1.81
4 = púrpura		4 = violeta	2.00
Posición del fruto:	X	Color de la corola:	
3 = péndulo		1 = blanco	1.13
5 = intermedio		2 = blanco-verde	1.21
7 = erecto		3 = azul	1.81

BIBLIOGRAFÍA

- ACHAL, S.; LAL, S.D.; PANT, C.e. 1986. Variability studies in chilli. *Progressive Horticulture* 18 (3-4) 270-272 p.
- ASTROGA, C.; SEIDWITZ, L. 1983. Documentación y comunicación en relación con los recursos fitogenéticos. Turrialba, Costa Rica, CA TIE. 168 p.
- ENGELS, J. 1979. La documentación en Centros de Recursos Genéticos. Turrialba, Costa Rica. CA TIE. 12 p.
- FERNANDEZ, S.S. 1984. Caracterización química y agronómica preliminar de 73 "tipos" de chile picante (*Capsicum* spp.) de la colección del CA TIE. . Tesis Lic. Tec. Alimentos. San José, Costa Rica. 70 p.
- GONZALEZ, O.A. 1985. Caracterización de 10 introducciones de chile picante (*Capsicum* spp.) proveniente de varios países americanos, en Turrialba. Tesis Magister Scientiae, Turrialba, Costa Rica. Programa Universidad de Costa Rica CA TIE. 164 p.
- INTERNATIONAL BOARD FOR PLANT GENETIC RESOURCES (IBPGR). 1980. Guidelines for developing descriptor list. Rome. 13 p.
- INTERNATIONAL BOARD FOR PLANT GENETIC RESOURCES (IBPGR). 1983. Genetic Resources of *Capsicum*. Roma, 49 p.
- LONG-SOLIS, J. 1986. *Capsicum* y cultura. La historia del chilli. Fondo de Cultura Económico, México, 178 p.
- MADRIGAL, L. A. 1988. Caracterización de 126 introducciones de chile picante (*Capsicum* spp.) del Banco de germoplasma del CATIE. Tesis de Ing. Agr., Sede Regional del Atlántico. Universidad de Costa Rica. 97 p.
- PICKERSGILL, B. 1969. The archeological record of chilli peppers. (*Capsicum* spp.) and the sequence of plant domestication in Perú. *American Antiquity* 34: 54-61 p.
- PROGRAMA DE RECURSOS FITOGENETICOS CATIE/GTZ. 1979. Los recursos genéticos de las plantas cultivadas de América Central. San Juan de Tibás, Costa Rica, 32 p.
- SMITH, P.; HEISER, jr. 1951. Taxonomic and genetic studies of the cultivated peppers, *Capsicum annuum* L. and *Capsicum frutescens* L. *American Journal of Botany* 38: 362-368 p.
- SOLANKI, S.S.; SAXENA, P.K.; PANDEY I.C. 1986. Genotypic paths to fruit yield in chilli (*Capsicum annuum* L.). *Progressive Horticulture* 18 (3-4): 227-229.
- SPIEGEL, M.R. 1982. Estadística, Trad. por José Luis Gómez Espadas. McGraw-Hill Latinoamericana. S.A. Serie Schaum. 357 p.