

Artículo científico**CARACTERIZACIÓN MORFOAGRONÓMICA DE CULTIVARES DE AJÍES Y PIMIENTOS (*CAPSICUM* SPP.) DEL BANCO DE GERMOPLASMA DEL INIFAT.**

Tomás Shagarodsky Scull¹, Yaimy Blanco Machado², Gloria Acuña Fernández¹, Odalys Llorente Osorio¹ y Caridad Marrero Granado¹.

RESUMEN

Se realizó la caracterización morfoagronómica de 41 accesiones del género *Capsicum* conservadas por períodos entre 18 y 25 años a temperatura de 5-7 °C en el Banco de Germoplasma del Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical “Alejandro de Humboldt” (INIFAT), mediante 26 descriptores, de ellos nueve caracteres cuantitativos y 17 cualitativos. Los caracteres cuantitativos obtenidos fueron sometidos a análisis de componentes principales y conglomerado. Los caracteres de mayor contribución fueron el grosor de pericarpio, la materia seca, el diámetro de fruto, la masa de fruto y el largo de fruto. Los resultados del análisis de conglomerados permitieron identificar tres grupos de accesiones con mayor similitud, mostrando el grupo I una alta representatividad de accesiones de la especie *Capsicum frutescens* y los grupos II y III de la especie *C. annuum*. El grupo III contenía a las variedades comerciales y pre-comerciales. El estudio de los caracteres cualitativos permitió ratificar la pertenencia a los grupos propuestos en un 82,83 % de las accesiones evaluadas. El grado de variabilidad encontrado en las accesiones evaluadas muestra un enorme potencial para su uso en los programas de mejoramiento y la industria atendiendo a sus altos contenidos de sólidos solubles y presencia de pungencia.

Palabras clave: caracterización, evaluación, germoplasma, *Capsicum*

Morphoagronomic characterization of peppers (*Capsicum* spp.) from INIFAT’s Germoplasm Bank.

ABSTRACT

Morphoagronomic characterization of 41 accessions of capsicum conserved for 18 and 25 years at a temperature of 5 -7 °C in the Bank of germplasm of Institute of Fundamental Research of Tropical Agriculture (INIFAT), was realized by 46 descriptors, nine quantitative and 17 qualitative. Quantitative characters were studied by a principal components and conglomerate analyses. The characters of bigger contribution were the pericarp thickness, dry material, fruit diameter and weight and length of fruits. The results showed the formation of three groups with bigger similitude, Group I confirmed with accessions of *Capsicum frutescens* and the Groups II and III with *C. annuum*. Commercial and pre-commercial varieties were included in Group III. The qualitative characters allow confirm that groups formed are good in 82,83 %

¹MSc. Tomás Shagarodsky Scull, Investigador Auxiliar del Departamento de Recursos Fitogenéticos y Semillas del Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical “Alejandro de Humboldt” (INIFAT). Calle 188 no. 38754 entre 397 y Linderos, Santiago de las Vegas, La Habana, Cuba. E- mail: genetica3@inifat.co.cu; ²Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA). Carretera de la CUJAE, km 1¹/₂, Boyeros, La Habana, Cuba. E-mail: yaimi.blanco@inica.azcuba.cu.

of the accessions evaluated. The high variability among the accessions showed their potential for to use in breeding programs and the industry for their solids soluble contains and pungency.

Key words: characterization, evaluation, germplasm, peppers

INTRODUCCIÓN

La conservación y uso sostenible de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura (RFGAA), tiene como principal objetivo asegurar que estos recursos, de interés económico y social, sean preservados, evaluados y estén disponibles para el mejoramiento genético o su utilización directa (Jarvis *et al.*, 2011). Un gran número de cultivares tradicionales genéticamente más heterogéneos son reemplazados por cultivares modernos que tienden a ser más uniformes, con lo que aumenta la vulnerabilidad de los recursos fitogenéticos (RFG) (Barrios *et al.*, 2014).

La riqueza de la diversidad biológica en América comprende, entre otras especies, las del género *Capsicum*, familia (Solanaceae). Los ajíes y el pimiento es uno de los cultivos más versátiles, ya que se consume como hortaliza fresca o como condimento y es la única verdura que resulta más saludable cocida que cruda (INFOAGRO, 2008).

En Cuba, los estudios taxonómicos de *Capsicum* más recientes han sido realizados por Barrios *et al.* (2016), en los cuales se demostró la presencia de las especies *C. annum*, *C. chinense*, *C. frutescens* y *Capsicum baccatum* L., las cuales se reconocen como cultivo bajo la denominación de ajíes y pimientos. Debido a la complejidad taxonómica de este género, del mantenimiento de su integridad genética y la falta de caracterización de las accesiones existentes dentro de la colección *ex situ* se ha limitado el manejo y empleo adecuado de los recursos fitogenéticos de este género en Cuba.

El Banco de Germoplasma del Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical "Alejandro de Humboldt" (INIFAT) tiene la misión a nivel nacional de preservar el germoplasma de hortalizas, granos y oleaginosas. Dentro de las especies hortícolas se encuentra la colección de ajíes y pimientos, que está conformada por 396 accesiones de cinco especies cultivadas y parientes silvestres.

Las fuentes principales de origen de la colección de ajíes y pimientos son la recolección de variedades en el territorio nacional conservadas *in situ*, la introducción de variedades foráneas y variedades procedentes de los programas de fitomejoramiento nacional. De ahí que la colección *ex situ* esté constituida por cultivares tradicionales, líneas mejoradas, cultivares modernos y parientes silvestres. Sin embargo, no todo el germoplasma existente ha sido caracterizado y evaluado debido a la falta de recursos materiales y financieros, por lo que suele ser almacenado por períodos de tiempo superiores a 15 años (Shagarodsky y Fernández, 2012).

Una agricultura sostenible se sustenta entre otras cosas, en el conocimiento técnicamente fundamentado del germoplasma existente en el país. El peligro que representa la vulnerabilidad de los cultivos, debido a las condiciones cada vez más cambiantes de la naturaleza y la necesidad de lograr la soberanía alimentaria, demandan acelerar el proceso de caracterización y evaluación, con vistas a incrementar el uso de los recursos fitogenéticos conservados *ex situ*.

Teniendo en cuenta estos antecedentes, se propuso en el presente trabajo lograr la caracterización de 41 accesiones de ajíes y pimientos (*Capsicum* spp.) pertenecientes al Banco de Germoplasma del INIFAT mediante descriptores morfoagronómicos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la caracterización morfoagronómica se utilizaron 41 accesiones de *Capsicum* spp. cuyo código, tipo, nombre científico y procedencia se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Accesiones de *Capsicum* utilizadas en el estudio y su procedencia.

No.	Código	Tipo	Nombre científico	Procedencia
1	P-1417	Agujeta	<i>C. frutescens</i>	Colecta
2	P-1496	Cachucha acostillado	<i>C. chinense</i>	Colecta
3	S-3	Cayena	<i>C. annuum</i>	Programa mejoramiento
4	P-1777 A	Cayena	<i>C. annuum</i>	Colecta
5	P-1777	Chay	<i>C. annuum</i>	Colecta
6	P-1264 B	Chay	<i>C. annuum</i>	Colecta
7	P-1078	Chay corto dulce	<i>C. annuum</i>	Colecta
8	P-431	Chay corto dulce	<i>C. annuum</i>	Colecta
9	P-993	Chay corto picante	<i>C. annuum</i>	Colecta
10	P-993A	Chay corto picante	<i>C. annuum</i>	Colecta
11	P-1308	Chay dulce	<i>C. annuum</i>	Colecta
12	S/N	Chay dulce	<i>C. annuum</i>	Colecta
13	P-1077	Chay dulce	<i>C. annuum</i>	Colecta
14	P-816	Chay dulce	<i>C. annuum</i>	Colecta
15	P-481	Chay grueso dulce	<i>C. annuum</i>	Colecta
16	P-546	Chay grueso	<i>C. annuum</i>	Colecta
17	P-793	Chay grueso	<i>C. annuum</i>	Colecta
18	P-870	Chay grueso	<i>C. annuum</i>	Colecta
19	Tablilla blanca	Chay picante	<i>C. annuum</i>	Colecta
20	P-1719	Chile corto dulce	<i>C. frutescens</i>	Colecta
21	P-1261	Chile crema	<i>C. frutescens</i>	Colecta
22	P-897	Chile dulce	<i>C. frutescens</i>	Colecta
23	P-1806	Chile dulce	<i>C. frutescens</i>	Colecta
24	P-765	Chile dulce	<i>C. frutescens</i>	Colecta
25	P-1798	Chile dulce	<i>C. frutescens</i>	Colecta
26	P-1912	Chile dulce	<i>C. frutescens</i>	Colecta
27	P-1088	Chile grueso picante	<i>C. frutescens</i>	Colecta
28	P-2207	Chile Limón dulce	<i>C. frutescens</i>	Colecta
29	P-1246	Chile limón picante	<i>C. frutescens</i>	Colecta

30	ECHT	Dulce	<i>C. annuum</i>	Programa mejoramiento
31	P-1263	Guaguao	<i>C. frutescens</i>	Colecta
32	P-1064	Medalla de oro	<i>C. annuum</i>	Colecta
33	P-1064 A	Medalla de oro	<i>C. annuum</i>	Colecta
34	M-12	Medalla de oro	<i>C. annuum</i>	Colecta
35	ID-94	Pimiento crema	<i>C. annuum</i>	Introducción
36	P-1540	Pimiento	<i>C. annuum</i>	Colecta
37	P-1540 VC	Pimiento	<i>C. annuum</i>	Colecta
38	Esp-16	Pimiento	<i>C. annuum</i>	Programa mejoramiento
39	P-814	P. Morrón morado	<i>C. annuum</i>	Colecta
40	P-1199 A	P. Morrón	<i>C. annuum</i>	Colecta
41	P-757	P. Morrón pequeño	<i>C. annuum</i>	Colecta

Para la germinación de las semillas se utilizó el método de cepellón (bandejas de poli estireno y un sustrato compuesto por una mezcla de 50 % de humus de lombriz + 50 % de cascarilla de arroz (proporción 1:1) y se mantuvieron en casa de cristal hasta que las plántulas alcanzaron entre cuatro a ocho hojas verdaderas. Posteriormente, fueron plantadas en una instalación de cultivo protegido modelo Tropical A-12, con superficie de 180 m² y cerramiento total con malla anti bemsia, sobre un suelo Ferralítico Rojo Típico (Hernández *et al.*, 2015), con pH 6,5 y 2,3 % de materia orgánica, enriquecido con la aplicación de humus de lombriz en una proporción de 1 kg.m².

Las atenciones se realizaron mediante la propuesta de manejo del cultivo de pimiento en cultivo protegido propuesto por Casanova y Hernández (2019).

Para la caracterización morfológica de accesiones se seleccionaron 26 descriptores establecidos por IPGRI/AVRDC/CATIE (1995) y Barrios *et al.* (2019), de ellos 17 caracteres cualitativos y nueve cuantitativos (Tabla 2).

Para el análisis de los caracteres cuantitativos se realizó un Análisis de Componentes Principales (ACP), basado en la matriz de correlación de Pearson (Fundora *et al.*, 1992).

El criterio de selección de autovectores fue el de los valores más próximos al mayor valor y la contribución en porcentaje de cada eje a la variabilidad total.

Por otra parte, para la identificación de los grupos se hizo un análisis de conglomerados, en el que se empleó la matriz de Distancias Euclidianas al cuadrado (E^2) y el método de Ward como forma de agregación jerárquica ascendente (Franco *et al.*, 2005). La distancia de corte utilizada fue de $E^2= 50$. Posteriormente, se realizó un análisis de varianza de clasificación simple para estimar la significación de las diferencias entre grupos.

Con el objetivo de evaluar las variables cualitativas se partió de la matriz de datos para el cálculo de la matriz de correlaciones de Spearman, para valorar el rol de estas variables en la discriminación de los grupos, partiendo a priorizar de que hay correspondencia entre los grupos definidos en el Análisis de conglomerado. La función discriminante fue calculada por el programa InfoStat (Di Rienzo *et al.*, 2011) y se graficaron las observaciones en el espacio generado por los dos ejes canónicos para obtener una mejor visualización de las diferencias entre grupos.

Tabla 2. Descriptores morfológicos evaluados en accesiones de *Capsicum* conservadas en el Banco de Germoplasma del INIFAT.

CUALITATIVOS	CUANTITATIVOS
7.1.2.7 Hábito de crecimiento *(HC)	7.1.2.6 Altura de la planta *(ALX)
7.2.1.3 Posición de la flor (PF)	7.2.1.2 Número de flores por axila * (NFA)
7.2.1.4 Color de la corola * (COC)	7.2.2.8 Longitud del fruto * (LFR)
7.2.1.8 Color de las anteras * (CAN)	7.2.2.9 Ancho del fruto * (ANX)
7.2.1.12 Exserción del estigma (EE)	7.2.2.10 Peso del fruto * (PFX)
7.2.1.15 Margen del cáliz (MCX)	7.2.2.12 Grosor del pericarpio (GFX)
7.2.1.16 Constricción anular cáliz (CON)	7.3.5 Peso de 100 semillas * (P 100S)
7.2.2.6 Color fruto estado maduro * (CFM)	7.3.6 Número de semillas por fruto * (NSX)
7.2.2.7 Forma del fruto * (FFR)	8.1.8 Sólidos solubles totales (SST)
7.2.2.13 Forma fruto en unión con el pedicelo (UPE)	*Descriptores discriminantes propuestos por IPGRI/AVRDC/CATIE (1995).
7.2.2.14 Cuello en la base del fruto * (CUE)	
7.2.2.15 Forma del ápice del fruto (FAP)	
7.2.2.16 Apéndice en el fruto (APE)	
7.2.2.17 Arrugamiento transversal del fruto (ARR)	
7.2.2.19 Epidermis del fruto * (EPI)	
7.3.1 Color de la semilla * (CSE)	
8.1.9 Pungencia del fruto (PUG)	

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 3 se muestran los resultados del ACP para los caracteres cuantitativos. Como se puede apreciar, el aporte de las tres primeras componentes a la variabilidad general fue de 79,46 %, distribuidos en la primera componente el 52,35 %, la segunda el 15,37 % y la tercera el 11,74 %. Las variables que más contribuyeron a la explicación de la primera componente (CP1) fueron: el ancho del fruto, sólidos solubles totales, grosor del pericarpio y la altura de la planta. En la segunda componente (CP2) las variables que más aporte realizaron fueron: el número de flores por axilas y el peso del fruto. Las componentes 1 y 2 permitieron acumular el 67,72% de la variabilidad total.

En la tercera componente (CP3) se observa una mayor contribución del peso del fruto y el peso de 100 semillas, lo cual ratifica a estos caracteres como buenos para la distinción de las accesiones.

Los aportes a la variabilidad de los caracteres en estudio permiten destacar a las accesiones 'P-870' y 'P-1540', ya que tuvieron mayor largo (16,43 cm) y ancho del fruto (5,95 cm). Estos caracteres son componentes de calidad atribuidos al tamaño y a la apariencia del fruto. El incremento de estas dos variables es responsable directo del peso y el volumen del fruto, ya que han sido citadas como variables fundamentales en aquellos programas de

selección que pretendan elevar la producción por plantas.

El peso de 100 semillas resultó mayor en los cultivares de tipo Morrón en los que se destacaron 'P-757', 'P-814' y 'P-1999 A', los cuales mostraron valores entre 0,70 - 0,82 g. Estos resultados son similares a los obtenidos por García *et al.* (2010), quienes al caracterizar morfométricamente cultivares de *C. annuum* detectaron que los tipos Morrón presentan los mayores valores en el peso de 100 semillas.

Los resultados indican una mayor altura en los cultivares 'P-1912', 'P-1264' y 'P-1417' con valores de 124 cm, 120 cm y 119 cm

respectivamente. Estas variables son de mucho interés debido a que los cultivares que poseen el tallo principal corto tienden a exponer los primeros frutos al contacto con el suelo, lo que favorece el desarrollo de pudriciones fungosas y bacterianas.

Los factores abióticos afectan determinados caracteres como el grosor del pericarpio. Esta incidencia ha sido resaltada por Todorova *et al.* (2009) quienes al caracterizar la colección o el germoplasma de *Capsicum* en Tailandia detectaron estrecha relación entre el grosor del pericarpio y el peso del fruto con los factores agrometeorológicos.

Tabla 3. Porcentaje de variabilidad explicada en el ACP para los caracteres morfológicos de la colección evaluada.

Componentes	Autovalores iniciales		
	% Varianza explicada	% Acumulado	
CP1	52,35	52,35	
CP2	15,37	67,72	
CP3	11,74	79,46	
Variables analizadas	Porcentaje de contribución relativa		
	CP1	CP2	CP3
Sólidos solubles totales	-0,4076	-0,0749	0,1735
Altura de la planta	-0,3559	-0,2412	-0,0420
Longitud del fruto	0,3496	-0,3114	0,3463
Ancho del fruto	0,4420	-0,0607	-0,0606
Peso del fruto	0,1855	0,4507	0,5218
Grosor del pericarpio	0,3997	0,1138	-0,0923
Número semillas x fruto	0,2684	-0,2845	0,4319
Peso de 100 semillas	0,2693	0,3943	-0,5142
Número flores por axila	-0,2256	0,6189	0,3360

En el Análisis de conglomerados realizado a partir de los caracteres cuantitativos (Figura 1), la línea de corte se estableció en el valor 50 de distancia euclídeana al cuadrado, lo que permitió la formación de tres grupos.

En el grupo I se agruparon las accesiones de la especie *C. frutescens* y una accesión de *C. chinense*, resultado que coincide con lo planteado por Long (2015) y Barrios *et al.* (2016), quienes plantean que el agrupamiento de estas dos especies es posible porque al parecer el silvestre

C. frutescens debe ser el progenitor de *C. chinense*, ya que las dos especies tienen muchos caracteres en común.

En el grupo II se observó un predominio de la especie *C. annuum* aunque también se agruparon

dos representantes de *C. frutescens*. En el último grupo (III) se incluyen principalmente los cultivares avanzados de *C. annuum*.

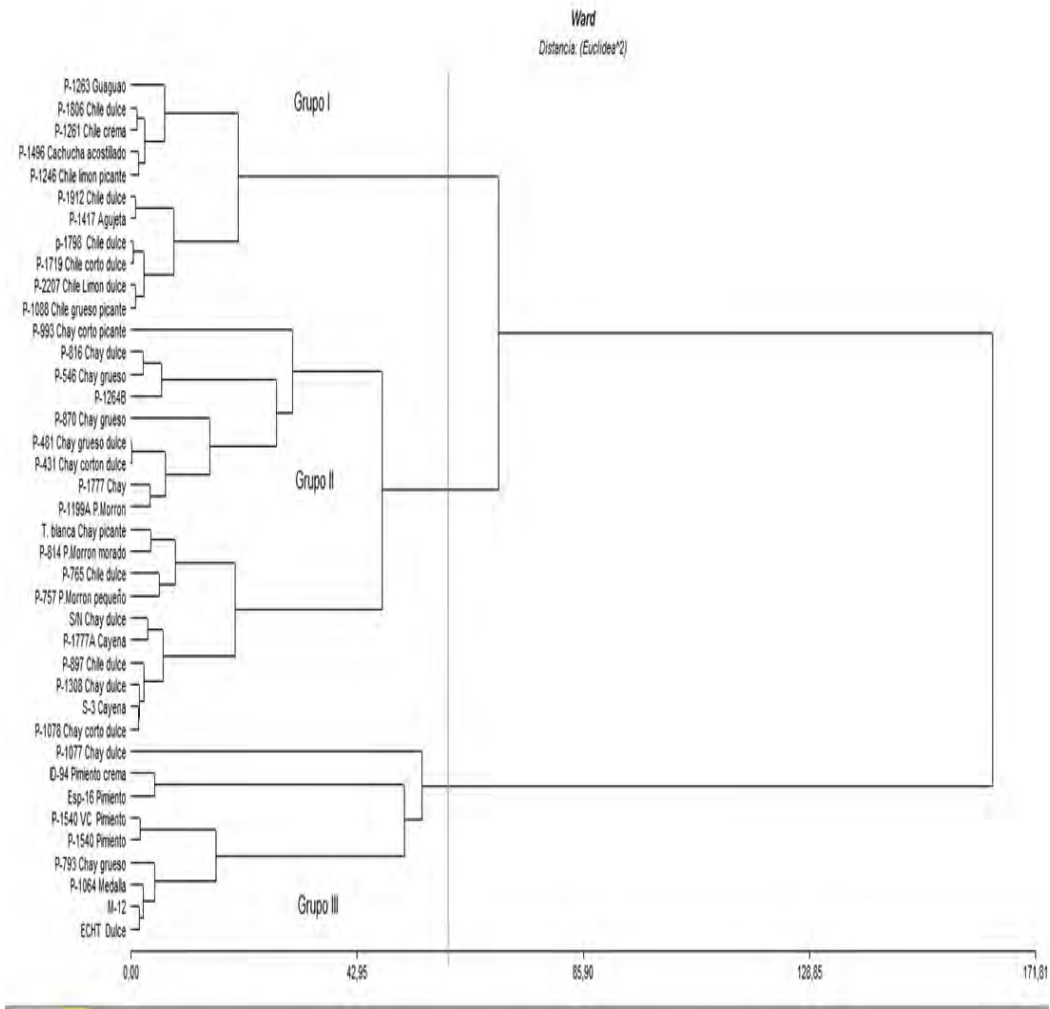


Figura 3. Dendrograma resultante del análisis de conglomerado en las accesiones de *Capsicum* spp.

La Tabla 4 muestra los estadígrafos que caracterizan los grupos detectados por el Análisis de conglomerado elaborado sobre la base de los caracteres cuantitativos.

El primer aspecto que distingue a los grupos formados es la presencia en el Grupo I de accesiones de las especies *C. frutescens* y *C. chinense*.

Destaca a este grupo una mayor altura media de planta difiriendo significativamente ($p > 0,05$) de la altura del Grupo III.

En cuanto a los atributos del fruto este grupo contiene a las accesiones de menor tamaño, dado por una longitud, ancho y peso del fruto significativamente menor a los restantes grupos determinados (Figura 1).

Tabla 4. Características de los grupos formados en el análisis de conglomerado y las accesiones representativas de cada grupo. Prueba de Tukey para $p > 0,05$.

GRUPO	VARIABLE	MEDIA	D.E.	CV	MIN	MAX	E.E	ACCESIONES	
I (11)	ALX	88,18 a	19,68	22,32	63,00	124,00	6,84	P- 1417	P- 1719
	LFR	5,05 c	1,32	26,20	1,94	6,25	0,59	P- 1496	P- 2207
	ANX	1,49 c	0,49	32,61	0,57	2,51	0,26	P- 1246	P- 1263
	PFX	3,78 c	1,64	43,39	0,43	6,72	15,75	P- 1088	P- 1261
	GFX	0,16 c	0,04	26,29	0,10	0,20	0,02	P- 1798	P- 1912
	NSX	32,54 c	11,88	36,49	17,10	52,60	11,85	P- 1806	
	P100s	0,43 c	0,04	9,87	0,40	0,50	0,06		
	SST	10,77 a	1,28	11,86	9,00	13,00	0,47		
	NFA	1,91 a	0,54	28,25	1,00	3,00	0,14		
II (19)	ALX	78,16 a	27,33	34,96	19,00	120,00	5,21	P- 870	P- 814
	LFR	7,71 b	1,65	21,35	4,56	10,50	0,45	S- 3	P- 546
	ANX	2,85 b	0,94	33,12	1,58	5,95	0,19	P- 481	P- 816
	PFX	21,58 b	10,80	50,06	4,22	52,48	12,70	P- 431	P- 1246B
	GFX	0,20 b	0,06	22,47	0,20	0,40	0,01	S/N Chay	T- Blanca
	NSX	67,82 b	48,41	71,38	24,80	245,67	9,01	P- 1078	P-897
	P100s	0,58 ab	0,13	21,66	0,38	0,82	0,04	P- 1308	P-765
	SST	9,54 a	1,04	10,85	8,00	11,00	0,37	P- 1777 A	P- 993
	NFA	1,32 b	0,48	36,29	1,00	2,00	0,10	P- 1199a	P- 757
								P- 993a	
III (11)	ALX	53,91 b	15,04	27,89	31,00	83,00	6,84	P- 1064	ECHT
	LFR	11,03 a	2,84	25,71	6,74	16,43	0,59	ID- 94	P- 1540
	ANX	4,13 a	0,94	22,85	2,88	5,77	0,26	P- 1064 a	P- 793
	PFX	81,64 a	98,38	120,51	19,39	373,11	15,75	M- 12	P- 1077
	GFX	0,34 a	0,04	12,27	0,29	0,42	0,02	Esp-16	P- 1077
	NSX	93,14 a	38,81	41,67	31,00	157,20	11,85	P-1540 VC	
	P100s	0,66 a	0,33	49,42	0,40	1,40	0,06		
	SST	7,76 b	1,46	18,83	6,00	10,00	0,44		
	NFA	1,09 b	0,3	27,64	1,00	2,00	0,14		

Leyenda: **ALX**: Altura de la planta; **NFA**: Número de flores por axila; **LFR**: Longitud del fruto; **ANX**: Ancho del fruto; **PFX**: Peso del fruto; **GFX**: Grosor del pericarpio; **NSX**: Número de semillas por fruto; **P100s**: Peso de 100 semillas; **SST**: Sólidos solubles totales. **()**: número de accesiones por grupo.

Por otra parte, el grosor de pericarpio del fruto fue muy bajo con respecto al resto. El peso de 100 semillas difiere de manera significativa del grupo III y el número de semillas por fruto difiere de los grupos II y III. Este conjunto se caracteriza por tener el mayor número de flores por axila con tendencia a dos o más flores.

Se destaca el grupo I por su alto contenido de sólidos soluble totales con una media de 10,77 %.

En el grupo II se observa predominio de la especie *C. annuum* y cuenta con dos representantes de la especie *C. frutescens*.

Se distingue este grupo por una altura media de 78,15 cm intermedia entre los grupos I y III. Un alto valor de coeficiente de variación para el peso medio del fruto (+ 50,0 %). También se observan valores medios que son de naturaleza intermedia entre los grupos I y III, así como niveles de CV elevados superiores al 30 % para la altura de planta, la anchura, el peso del fruto y el número de semillas por fruto. Se destaca en este grupo formas que pueden ser utilizadas como vegetal verde (Figura 3), en conserva y otras que podría considerarse su deshidratación si se considera su alto contenido de sólidos solubles totales.



Figura 2. Frutos tipo chile de las accesiones 'P-1417' y 'P-1261' respectivamente (*Capsicum frutescens*).



Figura 3. Frutos tipo Chay de las accesiones 'P-1078' y 'P-1777a' respectivamente.

El grupo III conformado por cultivares avanzados de *C. annuum*, los cuales se destacan por el valor del peso de sus frutos que puede llegar a superar los 300 g (Figura 4). Es este el grupo, de menor altura de planta y a su vez es el de mayor peso de

100 semillas, mayor longitud, anchura y grosor del pericarpio de los frutos. El contenido medio de SST fue de 7,7 %. Este conjunto incluye las variedades comerciales y pre-comerciales.



Figura 4. Frutos tipo español de las accesiones 'P-1540' y 'P-1777' respectivamente (*Capsicum annuum*).

Los caracteres grosor del pericarpio, longitud y ancho del fruto manifiestan diferencias significativas entre los grupos. Los caracteres altura de planta, peso del fruto y contenido de sólidos solubles unen a los Grupos I y II, lo cual los diferencia del Grupo III. En el caso del número de semillas por fruto los Grupos II y III se agrupan, pero ambos difieren del Grupo I, el cual tiene un número medio menor de semillas por fruto. Para el peso de 100 semillas se observa un mayor valor en el grupo III por lo que difiere del Grupo I, pero no del Grupo II. El número de flores por axila es superior en el Grupo I y difiere significativamente de los Grupos II y III.

En el análisis se incluye una medida indirecta derivada de la relación número de semillas por fruto con el peso del fruto para determinar el número de semillas por gramo de fruto, el cual fue significativamente mayor en las especies de *C. frutescens* (11,42 semillas.g⁻¹ de fruto), considerando los valores de 6,33 semillas.g⁻¹ de fruto en la especie *C. chinense* y 3,12 semillas.g⁻¹

de fruto en las accesiones de la especie *C. annuum*. Estos datos evidencian el grado de domesticación de los grupos evaluados, donde el grupo de los cultivares de *C. annuum* contiene a las accesiones de mayor tamaño de fruto y de igual manera promedian semillas 81 g⁻¹ de fruto, dato clave en la multiplicación de las mismas. Las accesiones con bajo índice de semillas por gramo de fruto pueden tener mayor interés para el consumo en estado verde o maduro, pero a la vez según Montaña y Ramos (2012), pueden ser utilizadas en la industria.

Como aspecto adicional se aprecia que cada grupo del Análisis de conglomerado contiene diferentes grupos de cultivares que es una medida de su variabilidad. Así, el grupo I aglutina cultivares de la especie *C. frutescens* y son denominados como ají chile, ají guaguo y agujeta, los cuales también se reconocen como tipos. Es este grupo el que posee el mayor número de flores por axila, con valor de dos generalmente.

El grupo más heterogéneo es de la especie *C. annuum* el cual contiene a los tipos 'Chay', 'Monrón', 'Español', 'Medalla de Oro', y 'Pimiento' y se distribuyen entre los Grupos II y III del análisis de conglomerado. La especie *C. annuum* presenta en este estudio una media del peso del fruto de 46,69 g aunque su peso puede variar desde 10,67 g hasta 373 g. La longitud del fruto de esta especie promedia los 9,15 cm, el de mayor de todas las especies analizadas y presenta tal variación porque los tipos 'Chay corto', muestran una sola flor por axila y un peso específico de semilla mayor mostrando un promedio en el peso de 100 semillas de 0,66 g.

En este grupo se encuentran las variedades comerciales que coincide con los ajíes y pimientos, los cuales se señalan como los más comunes en el mercado, donde la especie más representada es *C. annuum*, fundamentales en la comercialización y aceptación de los mismos (Shagarodsky *et al.*, 2001), dada la representatividad de sus variedades comerciales (Pimiento, Español y Chay) utilizadas como condimento y de uso fresco directo o cocido.

El contenido de sólido soluble en el conjunto de la colección evaluada osciló entre 6 % para el cultivar 'Español 16' y 13 % para el cultivar 'P-1912'. Este parámetro físico-químico está relacionado con la calidad de las variedades y muestra una amplia variabilidad en la colección estudiada, con índices superiores a los observados por Staller (2012) quienes alcanzaron valores de 8,1-9,0 % en Islas Baleares, España.

En el Tabla 5 se muestran las características morfológicas de los caracteres cualitativos de las 41 accesiones evaluadas en la colección. Para el análisis de los datos cualitativos se eliminó los caracteres color de la semilla (amarillo) y el color del fruto en estado maduro (rojo) por ser homogéneos. Los cultivares evaluados presentaron en este último carácter frutos rojo al madurar, estos se encuentran dentro de los que

contienen según Cardona *et al.* (2006) sustancias con alto poder antioxidante, como el licopeno, que en la dieta se relaciona con una reducción en la incidencia de tipo cáncer crónico y enfermedades cardiovasculares.

De acuerdo con los resultados de los caracteres cualitativos se encontraron accesiones con frutos cortos y largos, anchos y angostos, con una sola flor o varias flores por axila, posición erecta y pendiente de fruto. Ellos determinaron una alta variabilidad morfoagronómica y ello resulta clave para poder desarrollar el trabajo de fitomejoramiento.

Los caracteres cualitativos tienen alto poder discriminante de manera que permiten taxonómicamente y fenotípicamente diferenciar especies (color del fruto) y variedades (tipos, forma del fruto, color del fruto inmaduro, pungencia, constricción anular). Con estos caracteres Barrios *et al.* (2019) propusieron un listado de descriptores mínimo para la caracterización morfoagronómica del género *Capsicum*.

La Tabla 6 muestra como con la clasificación cruzada entre los grupos propuestos y la determinación del Análisis de Discriminante se ratificó que el 82,83 % de las accesiones estuvieron bien clasificadas, lo que puede ser considerado como de alto valor para la distinción. Del conjunto de 14 caracteres cualitativos evaluados los caracteres de mayor peso en el agrupamiento de las accesiones y su distinción fueron la constricción anular del fruto, el color de la corola y la pungencia del fruto.

La clasificación resultante realiza ajustes muy coherentes con la taxonomía de las especies de *Capsicum* y viene determinada por el peso de la variable color de la corola (COC) que distingue claramente a *C. frutescens* de flores con pétalos amarillos verdoso y en el caso de *C. annuum* son blancos. La presencia de constricción anular (CON) de *C. chinense* permite su distinción en el

cultivar 'P-1496' y acompaña a la variable pungencia (PUG) con un papel clave en la discriminación en la dirección del eje canónico 1 (Figura 5), unido a ello en la dirección del eje canónico 2 las variables posición de la flor (PFL),

margen del cáliz (MCX) y arrugamiento transversal del fruto (ARR) fueron las de mayor peso y se unen al carácter Constricción anular del cáliz (CON), el cual pone en evidencia una vez más su importancia.

Tabla 6. Resultados de la comparación de los grupos, a partir del análisis discriminante en la validación de los grupos propuestos en base a los caracteres cualitativos.

Grupo	Grupo I	Grupo II	Grupo III	Total	Error %
I	11	0	0	11	0,00
II	2	14	3	19	26,31
III	0	2	9	11	18,18
Total	13	16	12	41	17,17
Porcentaje de bien clasificados: 82,83 %					

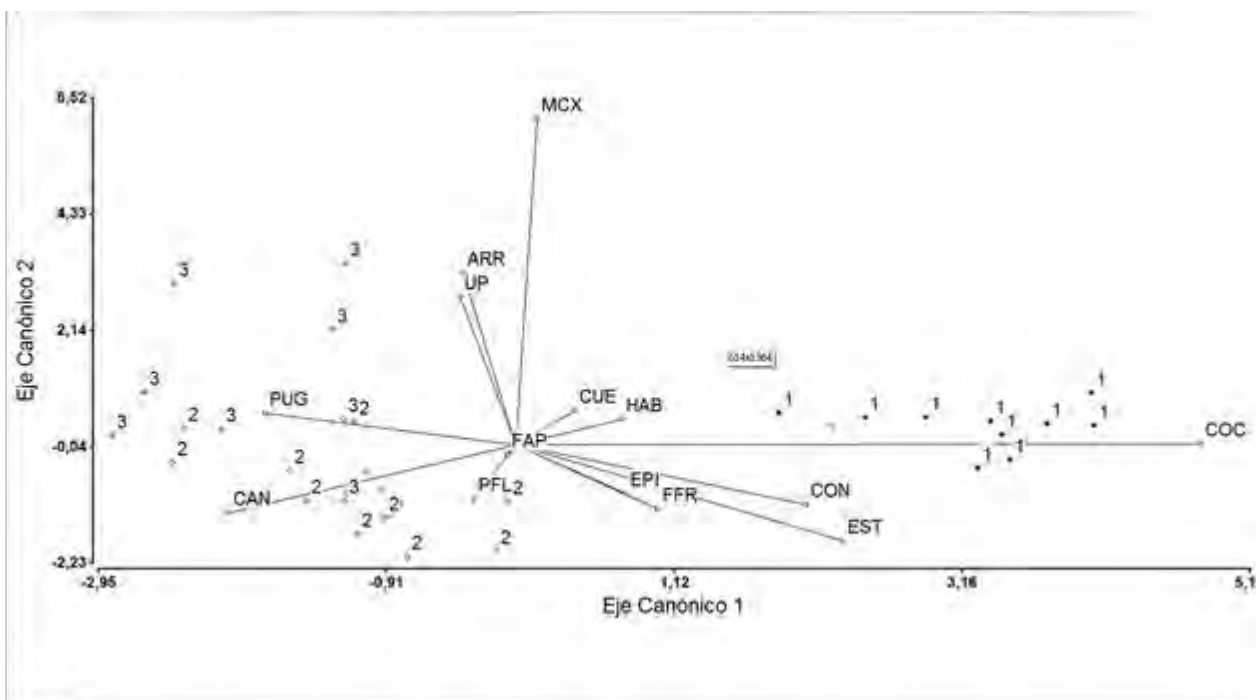


Figura 5. Representación del análisis discriminante de caracteres cualitativos sobre la base de los grupos identificados en el análisis de conglomerado. (PUG: Pungencia, PFL: Posición de la flor, COC: Color de la corola, CAN: Color de la antera, EST: Estigma, MCX: Margen del cáliz, CON: Constricción anular del cáliz, FFR: Forma del fruto, FAP: Forma del ápice del fruto, UPE: Forma del fruto en la unión con el pedicelo, CUE: Cuello en la base del fruto, ARR: Arrugamiento transversal del fruto, EPI: Epidermis del fruto, HAB: Hábito de crecimiento).

Tabla 5. Caracteres cualitativos de las 41 accesiones del género *Capsicum* conservadas en el INIFAT.

No.ID	HC	PF	COC	CAN	EE	MC	CON	FFR
P-1417	Erecta	Intermedia	Blanca	Azules	Exserto	Dentado	Presente	Elongado
P-1496	Intermedio	Erecta	Amarillo verdoso	--	--	Intermedio	Presente	Acampanulado
S-3	Intermedio	Intermedia	Blanca	Azules	Exserto	Intermedio	Ausente	Elongado
P-1777A	Intermedio	Intermedia	Blanca	Azules	Exserto	Intermedio	Ausente	Elongado
P-1777	Erecta	Intermedia	Blanca	Azules	Exserto	Intermedio	Ausente	Triangular
P-1264B	Intermedio	Intermedio	Blanca	Azules	Exserto	Intermedio	Ausente	Triangular
P-1078	Erecto	Intermedio	Blanca	Azules	Exserto	Intermedio	Ausente	Triangular
P-431	Erecto	Intermedio	Blanca	Azules	Exserto	Intermedio	Ausente	Triangular
P-993	Erecto	Intermedio	Blanca	Azules	Exserto	Intermedio	Ausente	Elongado
P-993A	Erecto	Intermedio	Blanca	Azules	Exserto	Intermedio	Ausente	Elongado
P-1308	Erecto	Intermedio	Blanca	Azules	Exserto	Intermedio	Ausente	Triangular
S/N	Erecto	Pendiente	Blanca	Azules	Exserto	Intermedio	Ausente	Triangular
P-1077	Erecto	Intermedio	Blanca	Azules	Exserto	Intermedio	Ausente	Triangular
P-816	Erecto	Intermedio	Blanca	Azules	Exserto	Intermedio	Ausente	Triangular
P-481	Erecto	Intermedio	Blanca	Azules	Exserto	Intermedio	Ausente	Triangular
P-546	Erecto	Intermedio	Blanca	Azules	Exserto	Intermedio	Ausente	Triangular
P-793	Erecto	Intermedio	Blanca	Azules	Exserto	Intermedio	Ausente	Elongado
P-870	Erecto	Intermedio	Blanca	Azules	Exserto	Intermedio	Ausente	Triangular
Tablilla blanca	Erecto	Intermedio	Blanca	Azules	Exserto	Intermedio	Ausente	Triangular
P-1719	Intermedio	Erecta	Amarillo verdoso	Moradas	Exserto	Dentado	Presente	Elongado
P-1261	Erecto	Erecta	Amarillo verdoso	Moradas	Exserto	Dentado	Presente	Elongado
P-897	Intermedio	Erecta	Amarillo verdoso	Moradas	A nivel	Dentado	Presente	Elongado
P-1806	Erecto	Erecta	Amarillo verdoso	Moradas	A nivel	Dentado	Presente	Elongado
P-765	Intermedio	Erecta	Amarillo verdoso	Moradas	A nivel	Dentado	Presente	Elongado
P-1798	Erecta	Erecta	Amarillo verdoso	Moradas	A nivel	Dentado	Presente	Triangular
P-1912	Erecta	Erecta	Amarillo verdoso	Moradas	Exserto	Dentado	Presente	Elongado
P-1088	Erecto	Erecta	Amarillo	Moradas	A nivel	Dentado	Presente	Elongado

Shagardsky et al. CARACTERIZACIÓN MORFOAGRONÓMICA DE CULTIVARES DE AJÍES

			verdoso					
P-2207	Intermedio	Erecta	Amarillo verdoso	Moradas	Exserto	Dentado	Presente	Elongado
P-1246	Intermedio	Erecta	Amarillo verdoso	Moradas	A nivel	Dentado	Presente	Elongado
ECHT	Erecto	Intermedio	Blanca	Azules	Exserto	Dentado	Ausente	Triangular
P-1263	Erecto	Erecta	Amarillo verdoso	Moradas	Exserto	Dentado	Presente	Triangular
P-1064	Postrada	Intermedio	Blanca	Azules	Exserto	Dentado	Ausente	Triangular
P1064 A	Postrada	Intermedio	Blanca	Azules	A nivel	Intermedio	Ausente	Elongado
M-12	Intermedio	Intermedio	Blanca	Azules		Intermedio	Ausente	Triangular
ID-94	Postrada	Intermedio	Blanca	Azules	A nivel	Intermedio	Ausente	Acam/bloque
P-1540	Intermedio	Pendiente	Blanca	Azules	A nivel	Intermedio	Ausente	Acam/bloque
P-1540 VC	Intermedio	Pendiente	Blanca	Azules	A nivel	Intermedio	Ausente	Acam/bloque
Esp-16	Intermedio	Pendiente	Blanca	Azules	A nivel	Intermedio	Ausente	Acam/bloque
P-814	Postrada	Intermedio	Blanca	Azules	A nivel	Intermedio	Ausente	Triangular
P-1199 A	Intermedio	Intermedio	Blanca	Azules	Exserto	Intermedio	Ausente	Acam/bloque
P-757	Postrada	Intermedio	Blanca	Azules	Exserto	Intermedio	Ausente	Triangular

Leyenda: **HC**: Hábito de crecimiento, **PF**: Posición de la flor, **COC**: Color de la corola, **CAN**: Color de la antera, **EE**: Exserción del estigma, **MC**: Margen del cáliz, **CON**: Constricción anular, **FFR**: Forma del fruto

No.ID	FAF	FFUP	CBF	APF	ATF	EF	PF
P-1417	Puntudo	Obtuso	Presente	Ausente	Leve	Semirrugosa	Pungente
P-1496	Puntudo	Lobulado	Presente	Ausente	Intermedio	Lisa	No pungente
S-3	Puntudo	Cordado	Presente	Ausente	Leve	Lisa	No pungente
P-1777 A	Puntudo	Cordado	Ausente	Ausente	Leve	Lisa	Pungente
P-1777	Puntudo	Cordado	Ausente	Ausente	Leve	Lisa	No pungente
P-1264 B	Puntudo	Cordado	Presente	Ausente	Leve	Semirrugosa	No pungente
P-1078	Puntudo	Lobulado	Ausente	Ausente	Leve	Semirrugosa	No pungente
P-431	Hundido y puntudo	Lobulado	Ausente	Ausente	Intermedio	Semirrugosa	No pungente
P-993	Puntudo	Truncado	Ausente	Ausente	Leve	Semirrugosa	Pungente
P-993A	Puntudo	Truncado	Ausente	Ausente	Leve	Semirrugosa	Pungente
P-1308	Puntudo	Cordado	Ausente	Ausente	Leve	Lisa	No pungente
S/N	Puntudo	Cordado	Ausente	Ausente	Leve	Lisa	No pungente
P-1077	Puntudo	Lobulado	Ausente	Ausente	Leve	Semirrugosa	No pungente
P-816	Puntudo	Truncado	Ausente	Ausente	Leve	Lisa	No pungente
P-481	Puntudo	Truncado	Presente	Ausente	Leve	Lisa	No pungente

P-546	Puntudo	Truncado	Ausente	Ausente	Leve	Semirrugosa	No pungente
P-793	Puntudo	Cordado	Presente	Ausente	Intermedio	Semirrugosa	No pungente
P-870	Hundido	Lobulado	Ausente	Ausente	Leve	Lisa	No pungente
Tabiilla blanca	Puntudo	Cordado	Presente	Ausente	Leve	Lisa	Pungente
P-1719	Puntudo	Cordado	Ausente	Ausente	Leve	Semirrugosa	No pungente
P-1261	Puntudo	Obtuso	Presente	Ausente	Leve	Semirrugosa	No pungente
P-897	Puntudo	Obtuso	Presente	Ausente	Leve	Semirrugosa	No pungente
P-1806	Puntudo	Obtuso	Presente	Ausente	Leve	Semirrugosa	No pungente
P-765	Puntudo	Obtuso	Presente	Ausente	Leve	Semirrugosa	No pungente
P-1798	Puntudo	Obtuso	Presente	Ausente	Leve	Semirrugosa	No pungente
P-1912	Puntudo	Obtuso	Presente	Ausente	Leve	Semirrugosa	No pungente
P-1088	Puntudo	Obtuso	Presente	Ausente	Leve	Semirrugosa	Pungente
P-2207	Puntudo	Obtuso	Presente	Ausente	Leve	Semirrugosa	No pungente
P-1246	Puntudo	Obtuso	Presente	Ausente	Leve	Semirrugosa	Pungente
ECHT	Puntudo	Lobulado	Ausente	Ausente	Leve	Lisa	No pungente
P-1263	Puntudo	Cordado	Ausente	Ausente	Leve	Lisa	Pungente
P-1064	Puntudo	Truncado	Presente	Ausente	Leve	Lisa	No pungente
P-1064 A	Puntudo	Cordado	Presente	Ausente	Leve	Lisa	No pungente
M-12	Puntudo	Cordado	Ausente	Ausente	Intermedio	Lisa	No pungente
ID-94	Hundido	Lobulado	Ausente	Presente	Intermedio	Lisa	No pungente
P-1540	Hundido y puntudo	Lobulado	Ausente	Ausente	Muy corrugado	Lisa	No pungente
P-1540 VC	Hundido y puntudo	Lobulado	Ausente	Ausente	Muy corrugado	Lisa	No pungente
Esp-16	Hundido	Lobulado	Ausente	Ausente	Leve	Lisa	No pungente
P-814	Puntudo	Lobulado	Ausente	Ausente	Leve	Semirrugosa	No pungente
P-1199 A	Hundido	Truncado	Ausente	Ausente	Intermedio	Lisa	No pungente
P-757	Puntudo	Cordado	Presente	Ausente	Leve	Lisa	No pungente

Legenda: **FAF**: Forma del ápice en el fruto, **FFUP**: Forma del fruto en la unión con el pedicelo, **CBF**: Cuello en la base del fruto, **APF**: Apéndice en el fruto, **ATF**: Arrugamiento transversal del fruto, **EF**: Epidermis del fruto, **PF**: Pungencia del fruto.

Se observa que el grupo I aglutina a representantes de la especie *C. frutescens* y tiene como característica la presencia de flores erectas, aunque a veces ello no corresponde con una posición erecta de los frutos (datos no

mostrados), los cuales se posicionan de forma intermedia y en algunos casos pendiente debido al peso de los frutos. Uno de los caracteres de mayor interés es el picor que, aunque en la preferencia de la población en Cuba este

carácter no es relevante, se debe tener para cubrir la demanda del sector turístico destinando este producto a la elaboración de salsas. También es un carácter de interés para la medicina y la industria de los alimentos (Waizel-Bucay y Camacho, 2011).

CONCLUSIONES

- ✓ La caracterización morfoagronómica permite diferenciar las 41 accesiones mediante descriptores cuantitativos y cualitativos.
- ✓ En la colección se presenta variabilidad fenotípica de materiales que pueden ser utilizados en futuros programas de mejora.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barrios, O.; Shagarodsky, T.; Celerina, G.; Acuña, G.; de Armas, D.; Fernández, L.; Arzola, D. y León, N. (2014). Acceso a la diversidad tradicional de ajíes y pimientos en mercados locales y urbanos. *Agricultura Orgánica*, 20 (1):9-14. ISSN: 1028 – 2130.
- Barrios, O.; González, A.; Fuentes, V.; Acuña, G.; Abreu, S. y Cruz, B. (2016). Cruzamiento natural en el complejo de especies de *Capsicum* en Cuba. *Agrotecnia de Cuba*, 40(1): 1- 11 (ene-jun). ISSN: 2414- 4673.
- Barrios, O.; Fundora, Z.M.; Abreu, S.; Acuña, G. y de Armas, D. (2019): Selección del listado de descriptores mínimos para la caracterización y evaluación del germoplasma de *Capsicum* L. (ajíes y pimientos). *Agrotecnia de Cuba*, 43 (1): 38 – 51. ISSN: 2414- 4673.
- Cardona, E.M.; Ríos, L.A. y Restrepo, G.M. (2006). Extracción del carotenoide licopeno del tomate chonto (*Lycopersicum esculentum*). *Revista de la Facultad de Química Farmacéutica*, 13 (2):44-53.
- Casanova, A.S. y Hernández, J.C. (eds.) (2019). Manual para la producción protegida de hortalizas. 3ra. ed. La Habana. Editorial Liliانا, 262 p.
- Di Rienzo, J.A., Casanoves, F.; Balzarini, M.G.; González, L.; Tablada, M. y Robledo, C.W. (2011). InfoStat, versión 2011, Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Franco, J.; Crossa, J.; Taba, S. y Shands, H. (2005). A sampling strategy for conserving diversity when forming core subsets. *Crop. Sci.*, 45: 1035-1044. ISSN: 0011-183X.
- Fundora, Z.; Vera, R.; Yaber, E. y Barrios, O. (1992). La estadística multivariada en la sanidad vegetal. Instituto de Sanidad Vegetal. MINAGRI. Ciudad de La Habana, 47 p.
- García, C.; Cárdenas, M.L.; Moreno, S.; Núñez, A.; Villarreal, J.M.; Morales, M. y Castañeda, E. (2010). Caracterización morfo métrica, proximal y germinativa de semillas de tres variedades de chile (*Capsicum annum* L.) XII Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos, 27 y 28 de mayo de 2010 Guanajuato, México.
- Hernández, A.; Pérez, J.M.; Bosch, D. y Castro, N. (2015). Clasificación de los suelos de Cuba. Ediciones INCA. Mayabeque, Cuba. 93 p. ISBN 978-959-7023-77-7.
- INFOAGRO (2008). Pimientos, ají, pimientos morrones. [Consultado: 5 febrero de 2018]. Disponible en: <http://www.bgard.science.ru.nl/>
- IPGRI/AVRDC/CATIE (1995). Descriptores para *Capsicum* spp. IPGRI: Roma, Italia; AVRDC: Taipei, Taiwan y CATIE: Turrialba, Costa Rica. 51 p.
- Jarvis, D.I.; Padoch, C. y Cooper, H.D. (eds) (2011). Manejo de la agrobiodiversidad en

- los ecosistemas agrícolas. Bioersity International, Roma, 503 p.
- Long, J. (2015). Los senderos prehispánicos del *Capsicum*. *Historicas Digital* 79-106. [Consultado 27 de abril del 2016]. Disponible en: http://www.historicas.unam.mx/publicaciones/publicadigital/libros/caminos_y_mercados/mercados.html.
- Montaño, N.J. y Belisario, H.C. (2012). Comportamiento agronómico de siete cultivares de pimiento (*Capsicum annuum* L.). *Revista Científica UDO Agrícola*, 12(1):32-44.
- Shagarodsky, T. y Fernández, L. (2015). Estado de la conservación *ex situ* de las colecciones nacionales de hortalizas, granos y oleaginosas de Cuba y su uso perspectivo. GBMM. Reunión de directores de Banco de Germoplasma de Norte-Centro y el Caribe .8-10 de septiembre de 2015, Jalisco, México.
- Staller, M. (2012). Caracterización morfológica, agronómica y de calidad del pimiento y pimentón de la variedad 'Tap de cortí. Trabajo final de carrera Ingeniería Técnica Agrícola, Especialidad en Hortofruticultura y Jardinería, 127 p.
- Todorova, V.Y. y Cholakov, T. (2009). Association between cultivar performance for economic and morphologic traits and agrometeorological factors in Bulgarian pepper (*Capsicum annuum* L.). *Revista UDO Agrícola*, 9 (4): 776-781.
- Waizel-Bucay, J. y Camacho, R. (2011). El género *Capsicum*. Una versión panorámica. *Aleph Zero- Revista de Divulgación Científico Tecnológica Universidad de las Américas, Puebla*. Año 16 (60): 1-13.

Fecha de recepción: 15 agosto 2020

Fecha de aceptación: 18 mayo 2021

Agrotecnia de Cuba

ISSN impresa: 0568-3114

ISSN digital: 2414- 4673

<http://www.grupoagricoladecuba.gag.cu>

