

CRIA Norte
Cadena de Chile cahabonero
**Caracterización de la variabilidad morfológica del chile tipo Cahabonero (*Capsicum*
annuum L.) en el departamento de Alta Verapaz**

Investigador Principal: Ing. Agr. M. C. Sandra A. Tello Coutiño
Investigador Asociado: Ing. Agr. Lisbeth Johana E. Paredes Matta
Investigador Auxiliar: T.U. Luis Felipe Cucul Caal

Guatemala, mayo de 2019

“Este proyecto fue ejecutado gracias al apoyo financiero del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, por sus siglas en inglés). El contenido de ésta publicación es responsabilidad de su(s) autor(es) y de la institución(es) a las que pertenecen. La mención de empresas o productos comerciales no implica la aprobación o preferencia sobre otros de naturaleza similar que no se mencionan”.

Caracterización de la variabilidad morfológica del chile tipo Cahabonero (*Capsicum annuum* L.) en el departamento de Alta Verapaz

Resumen

En Guatemala se conoce un grupo de materiales de la especie *Capsicum annuum*, identificado comúnmente como Chile Cahabonero. Antiguamente, la zona de cultivo se limitaba al municipio de Santa María Cahabón; en la actualidad, se encuentra cultivado en varios municipios de Alta Verapaz, lo cual refleja su importancia en términos agronómicos y económicos. La importancia de la caracterización fenológica del chile tipo cahabonero, como recurso fitogenético, radica en identificar genotipos para incrementar el potencial de rendimiento y conservar el germoplasma como fuente de genes de interés para el mejoramiento actual o posterior. Con el objetivo de contribuir al desarrollo tecnológico del cultivo, mediante la identificación materiales promisorios por el potencial de rendimiento y características agronómicas, se estableció el experimento de caracterización morfológica de 66 cultivares seleccionados por características del fruto seco y procedentes de diversas localidades. Durante la investigación se determinaron datos sobre las variables morfológicas (según los descriptores del IPGRI, AVRDC y CATIE) y mediante la combinación y agrupación de variables cualitativas y cuantitativas se elaboró el dendograma que expresa la variabilidad entre los 66 cultivares evaluados, al distribuirlos en 7 grupos morfológicos. Producto de esta caracterización, se identificó un grupo morfológico como promisorio por sus caracteres morfológicos de importancia agronómica y rendimiento y entre los cultivares que lo conforman, sobresalen 3 cultivares procedentes de Aldea Tzalamtun, Santa María Cahabón), Caserío Chichum, San Agustín Lanquín y Aldea la Isla, Raxruhá, que presentan un alto rendimiento y adecuadas características agronómicas y de adaptación a las condiciones climáticas de la región.

Abstract

In Guatemala is referred to a group of materials of the species *Capsicum annuum*, commonly identified as Chile Cahabonero. In the past, the cultivation area was limited to the municipality of Santa Maria Cahabón; nowadays, it is cultivated in several municipalities in Alta Verapaz, which reflects its importance in agronomic and economic terms. The importance of the phenological characterization of the type, such as chile cahabonero plant as a genetic resource, lies in identifying genotypes to increase yield potential and conserve the germplasm as a source of genes of interest for improving current or later. With the objective to contribute to the technological development of the crop, by identifying promising materials by the yield potential and agronomic characteristics, the experiment of morphological characterization of 66 cultivars selected for characteristics of the fruit dry and from various locations we established. During the investigation data on the morphological variables (according to the descriptors of IPGRI, AVRDC and CATIE) were identified and by combining and grouping of qualitative and quantitative variables, the dendrogram which expresses the variability among the 66 cultivars evaluated, was elaborated, in order to distribute them in 7 morphological groups. As the result of this characterization, a morphological group was identified as promising by their morphological traits of agronomic importance and performance. Among the cultivars that comprise it, stand out 3 that come from Aldea Tzalamtun (Santa Maria Cahabón), Caserío Chichum, San Agustín Lanquín and Aldea La Isla, Raxruha, which presents a high performance and appropriate agronomic characteristics and adaptation to the climatic conditions of the region.

Key words: Characterization, variability, morphological variables, *Capsicum annuum*

1. Introducción

Mesoamérica se reconoce como centro de diversidad del género *Capsicum*, y en Guatemala se puede encontrar diversidad de chiles distribuidos en las diferentes zonas climáticas del país; muchos de estos materiales de chile, según Azurdia y Martínez¹ son especies autóctonas, de ahí la importancia de identificarlas y caracterizarlas con fines de su explotación agronómica y de conservación como recursos fitogenéticos.

En todo el país, se conoce un grupo de materiales de la especie *Capsicum annuum*, identificado comúnmente como Chile Cahabonero. Su importancia es principalmente cultural ya que está presente en la gastronomía tradicional; además, en algunas regiones, su cultivo constituye una fuente de ingresos económicos.

Antiguamente, la zona de cultivo se limitaba al municipio de Santa María Cahabón y áreas circundantes; en la actualidad, el chile tipo cahabonero se cultiva en el área de la Franja Transversal del Norte, San Pedro Carcha y en la zona del Polochic, lo cual refleja la importancia en términos económicos que ha adquirido a través del tiempo.

Sin embargo, los materiales que se comercializan bajo este nombre, “Chile Cahabonero” presentan alta variabilidad en las características morfológicas del fruto, lo que permite suponer que, aunque estos materiales de chile no han sido objeto de una intervención técnica después de su domesticación, las fuerzas de la evolución natural han favorecido el desarrollo de la diversidad antes mencionada.

Actualmente, existe interés en favorecer el desarrollo tecnológico del cultivo para que sea eficiente desde los puntos de vista agronómico y económico, lo que implica aplicar los paquetes técnicos a cultivares adaptados a las condiciones bioclimáticas y que sobresalgan por los componentes de rendimiento.

La importancia de la caracterización fenológica del chile tipo cahabonero, como recurso fitogenético radica en identificar genotipos para incrementar el potencial de rendimiento, así como conservar el germoplasma como fuente de genes de interés (tolerancia o resistencia a factores bióticos y abióticos adversos, contenido de metabolitos, etc) para el mejoramiento actual o posterior.

Con la caracterización fenológica se pretende describir la variación existente en caracteres de importancia agronómica, que son heredables y los no heredables para predecir las posibilidades de mejoramiento y desarrollo de materiales con adecuadas características de calidad y rendimiento para su explotación comercial. Además por las características de las personas que lo cultivan y de las condiciones bajo las cuales se establece el cultivo, es importante hacer consciencia de la importancia de la implementación de tecnología en el cultivo a la vez considerar acciones tendientes a la preservación in situ de este recurso, que forma parte de la diversidad biológica.

¹ Azurdia, C. y Martínez A. Propuesta para la conservación y evaluación de los recursos fitogenéticos de Guatemala. (Guatemala: Tikalia, 1983), pag 5

2. Marco teórico

2.1 Chile (*Capsicum spp.*)

El chile es considerado una de las primeras plantas cultivadas de Mesoamérica según Solís² y los procesos de continuidad de su consumo se confirma desde 7000 y 5000 años A.C.

Algunos investigadores han definido el género *Capsicum* como muy homogéneo; sin embargo, los botánicos no han llegado a un consenso con la división de las especies; algunos expresan que son 90 y otros 12. De acuerdo al IBPGR³ se reconocen 5 especies cultivadas: *C. baccatum* C. *pubescens*, *C. frutescens*. *C. chinense* y *C. annuum*, mientras que para Bosland⁴ destacan como especies cultivadas de mayor relevancia *C. annuum* L., *C. frutescens* L., *C. pubescens* C. *chinense* Jacq. y *C. baccatum* L.

Guatemala, México y algunos otros países del área mesoamericana- se reconoce como un centro de diversidad del género *Capsicum*. De acuerdo a estudios efectuados por González & Azurdia⁵, se establece que a nivel mundial existen cinco especies de chile cultivadas: *Capsicum annuum*, *Capsicum baccatum*, *Capsicum frutescens*, *Capsicum chinense* y *Capsicum pubescens*; mismos que han sido identificados en el país.

De igual manera, para González & Azurdia⁶, la especie principal es *Capsicum annuum*, y la mayor parte de chiles cultivados que se presentan en el país pertenecen a dicha especie. De acuerdo a Azurdia y Martínez⁷, de las 104 especies consideradas como autóctonas de la región de Mesoamérica, el 48% se encuentran en Guatemala.

2.2. Características morfológicas del género *Capsicum*

El género *Capsicum* conforma el grupo de plantas semi-arbustivas perennes, consideradas de cultivo anual. Alcanzan una altura de entre 0.3 y 1.5 metros, lo cual varía de acuerdo al material genético, a las condiciones edafoclimáticas y nutrición de la planta.

² Long-Solis, J. *Capsicum y cultura. La historia del chilli*. (México: Fondo de Cultura Económico, 1986), pág. 176

³ International Board For Plant Genetic Resources (IBPGR). *Genetic Resources of Capsicum*. (Roma: IBPGR, 1983), pág. 49

⁴ Bosland, P. W.; Votava, E. J. *Peppers: vegetable and spice capsicums*, 2012, http://books.google.com.mx/books?id=5AWTPZeFL8QC&printsec=frontcover&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false (10/01/2018)

⁵ González, M. y Azurdia, C. *Los recursos genéticos de algunos cultivos tradicionales de Guatemala*. (Guatemala: Unidad de Comunicación Social del Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación, 1985), pág. 35

⁶ González, M. y Azurdia, C. *Los recursos genéticos de algunos cultivos tradicionales de Guatemala*. (Guatemala: Unidad de Comunicación Social del Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación, 1985), pág. 35

⁷ Azurdia, C. y Martínez, A. *Propuesta para la conservación y evaluación de los recursos fitogenéticos de Guatemala*. (Guatemala: Tikalia, 1983), pág. 5

La inflorescencia de la misma se conforma de flores hermafroditas, pentabuladas con cinco anteras soldadas y un estigma. Respecto a la longitud del estilo, ésta varía de acuerdo al material cultivado (especie y variedad). En el caso de materiales silvestres, el estilo es más largo que los estambres, longistilas; mientras que en las domesticadas, es usualmente más corto, brevistilas.

Según Zevada⁸, el tallo es erecto, herbáceo, leñoso en la base, estriado, muy ramificado y por lo regular lampiño de color verde oscuro. Las hojas son pecioladas, alternas, lisas y brillantes de hasta 15 cm. de largo, alargados en unas especies y anchas, ovaladas en otras.

De acuerdo a Nuez⁹, para el género *Capsicum*, como principio las especies cultivadas se consideran autógamas. Sin embargo, se pueden generar altos porcentajes de polinización cruzada, que no deben olvidarse en procesos de mejoramiento genético.

Respecto a características específicas de materiales, variedades o especies, se procede normalmente por la descripción mediante la aplicación de los descriptores estandarizados propuestos y de uso general creados por el IPGRI. Dentro de los caracteres de estudio se consideran primordialmente los de pugnencia, color, forma, sabor, tamaño y por el uso para el que puedan ir destinados, según Bosland.¹⁰

2.3 Chile tipo Cahabonero

El chile tipo cahabonero, o también llamado en otros lugares “cobanero”, constituye una de las especies hortícolas con mayor importancia en la cultura de Guatemala, indica Ayala¹¹.

Según Ayala¹², el chile tipo cahabonero se cultiva en el departamento de Alta Verapaz, específicamente en los municipios de Lanquín, Santa María Cahabón y Senahú; sin embargo, actualmente se encuentra cultivado en la Franja Transversal del Norte y la zona sur de Petén, debido a la demanda y al precio que ha ido en aumento.

De acuerdo a Azurdia y González¹³, el departamento de Alta Verapaz tiene un fuerte impacto en relación a la producción de tal cultivo, principalmente aquellas comunidades indígenas de origen Q`eqchi`, por lo que es común que en los mercados locales se

⁸ Zevada, Karla. *Aplicación de Nitrógeno y magnesio para estimular el contenido de clorofila y los parámetros de crecimiento en chile jalapeño (Capsicum annuum), bajo condiciones de invernadero*. Tesis de Ingeniero Biotecnólogo. (México: Instituto Tecnológico de Sonora, 2005), pág. 7.

⁹ Nuez, F.; Gil, R.; Costa, J. *El Cultivo de los Pimientos, Chiles y Ajies*. (México: Ediciones Mindiprensa, 1996), pág. 20

¹⁰ Bosland, P.W. *Capsicums: Innovative uses of and ancient crop*. En: (Estados Unidos: journal Janick (ed), progress in new crop, 1995), pág. 10

¹¹ Ayala, H. *LE IK, Los chiles en Guatemala*. Universidad de San Carlos de Guatemala (Guatemala: Facultad de Agronomía, 2003), pág. 117

¹² Ayala, H. *LE IK, Los chiles en Guatemala*. Universidad de San Carlos de Guatemala (Guatemala: Facultad de Agronomía, 2003), pág. 18

¹³ González, M. y Azurdia, C. (1985). *Los recursos genéticos de algunos cultivos tradicionales de Guatemala*. (Guatemala: Unidad de Comunicación Social del Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación), pág. 35

encuentre a la venta, obtenido de los cultivares originarios de varios municipios, principalmente de Santa María Cahabón, Alta Verapaz.

Los procesos culturales de los pueblos, como el caso de un departamento de tradición en consumo de chile, guarda una relación íntima con la distribución y variabilidad de los cultivares.

Los móviles de selección constituyen una práctica cultural que permiten el inicio de procesos de domesticación. Los procesos de migración humana conllevan no solo el traslado de tradiciones, sino también el de materiales genéticos de una región a otra por lo que como ejemplo, en la actualidad es posible ubicar materiales de tal cultivo en algunas áreas de la Franja Transversal del Norte.

De acuerdo a Azurdia¹⁴, todo esto se genera como consecuencia de los programas de colonización de tierras que han beneficiado, entre otros, a grupos de campesinos de la etnia Q`eqchi`, quienes han llevado sus cultivares a otras áreas.

Con los sistemas de producción agrícola tradicional se ha propiciado la diversidad morfológica del chile tipo cahabonero. Sin embargo, el rendimiento y calidad de fruto es limitado por la falta de variedades mejoradas y el bajo desarrollo tecnológico en las áreas de producción.

Durante el transcurso de los años, se sabe que el chile tipo cahabonero ha sido sujeto a selección empírica que los productores han llevado a cabo en sus cultivares, lo que ha generado una alta variabilidad aún no caracterizada.

Según López y Castro¹⁵, para el *Capsicum* los procesos formales de mejoramiento genético a mediano o largo plazo, deben cumplir en primera instancia con la identificación de materiales promisorios o variedades propias para la región.

2.4. Caracterización de la variabilidad de materiales fitogenéticos

Por caracterización se definen los procesos de descripción de las variedades que existen en una colección de germoplasma, con relación a características morfológicas y fenológicas de alta heredabilidad.

La caracterización debe permitir diferenciar las accesiones de una especie. El proceso de evaluación comprende la descripción de la variación para atributos de importancia en la producción agrícola. Mediante la caracterización morfológica de los materiales fitogenéticos se realiza la selección de los materiales más promisorios para futuros procesos de mejoramiento genético. Además, la caracterización involucra el registro de

¹⁴ Azurdia, C. *Consideraciones preliminares sobre la distribución y variabilidad del género Capsicum en el norte, oriente y centro de Guatemala*. (Guatemala: TIKALIA, 1984), pág. 57

¹⁵ López, L. P. S. y Castro, G. F. H. *Al rescate de la diversidad del chile (Capsicum spp) en Oaxaca*. (México: Campo Experimental Valles Centrales de Oaxaca. INIFAP, Oaxaca. México, 1999), pág. 7.

todas aquellas variables que son altamente heredables, que pueden identificarse fácilmente y que son expresadas sin considerar las atribuidas al ambiente.

3. Objetivos

3.1 Objetivo general:

Contribuir al desarrollo tecnológico del cultivo de chile tipo cahabonero, en el municipio de Santa María Cahabón, Alta Verapaz

3.2 Objetivos específicos:

Caracterizar los materiales de chile tipo cahabonero, como recurso fitogenético de origen ancestral

Clasificar los materiales de chile tipo cahabonero, con base a sus características fenológicas (morfológicas) más discriminantes.

Identificar materiales promisorios, con base a su potencial de rendimiento y características agronómicas, para su propagación y siembra o base de un programa de mejoramiento.

4. Hipótesis

Existe variabilidad fenotípica, en relación a características agronómicas, rendimiento y calidad, dentro de la colección de materiales de chile tipo cahabonero que permite identificar materiales promisorios para un programa de mejoramiento.

5. Metodología

5.1 Localidad y fecha

El experimento se estableció en el Caserío San Martín Chichaj, que se ubica en el municipio de Santa María Cahabón, Alta Verapaz¹⁶. Las coordenadas geográficas (GTM) X: 576362; Y: 1725719 y altitud de 385 m.s.n.m. El trabajo de campo comprendió el período de febrero a septiembre de 2018.

5.2 Diseño experimental

Se utilizó un diseño de látices (bloques incompletos), con tres repeticiones.

5.3 Tratamientos

Estuvieron constituidos por 66 cultivares de chile tipo cahabonero, que fueron seleccionados por características morfológicas del fruto seco.

5.4 Unidad experimental

Cada unidad experimental contempló 21 plantas en parcela bruta y 5 en parcela neta. El distanciamiento de siembra fue de 0.5x0.7 m.

5.5 Modelo estadístico

El modelo general utilizado es:

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_i + Y_j + \beta_k(Y_j) + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ij} : Es la i-ésima observación del j-ésimo bloque.

μ : Es la media general.

τ_i : Es el efecto del i-ésimo tratamiento.

Y_j : Es el efecto de la réplica

$\beta_k(Y_j)$: es el efecto del BIK ($k= 1, \dots, n$) dentro de la réplica j ($j = 1, \dots, n$)

ϵ_{ijk} : Es la componente del error aleatorio.

5.6 Variables de respuesta

Para realizar la caracterización morfológica de los diferentes materiales genéticos de chile recolectados se utilizó la lista de 70 descriptores definida por IPGRI, CATIE y AVRDC. (Anexo 5).

¹⁶ Fundación Fray Domingo de Vico. *Antecedentes, contexto y justificación*. (Santa María Cahabón, Alta Verapaz, Guatemala: 2014), pág. 3

5.7 Análisis de la información

Para analizar los descriptores morfológicos cualitativos se realizó un análisis descriptivo por análisis de frecuencia.

- Para el caso de los descriptores cuantitativos se utilizó las medidas de resumen: media (\bar{X}), coeficiente de variación (CV), valor mínimo y valor máximo.
- Se elaboró una base de datos clasificando las variables en continuas, discretas, ordinales y nominales. Posteriormente se obtuvo la base de datos resumida del promedio de 5 unidades experimentales por accesión.
- Toda variable categórica fue convertidas a variable binaria (0 y 1) para su estudio. Posteriormente se realizó el análisis de agrupamiento mediante el uso de distancia euclidiana al cuadrado y la técnica de mínima varianza de Ward.
- Mediante un Análisis de Conglomerados se realizó la agrupación de cultivares, según su parecido fenotípico, basados en el método de Ward y la distancia Euclídea para los descriptores cuantitativos, posteriormente se combinaron los descriptores cuantitativos y cualitativos utilizando la metodología de distancia construida a partir de la similaridad de Gower.
- Se utilizó el análisis multivariante de la varianza para dar validez a la formación de grupos con descriptores cuantitativos.
- Con la técnica de comparación de vectores de medias DGC multivariada y Hotelling, se comparó los grupos morfológicos.
- Con descriptores cualitativos relacionados con los grupos se elaboró tabla de contingencia, usando el estadístico Chi-cuadrado máximo verosímil. Con un análisis de correspondencias múltiples se analizó todas las variables que mostraron asociación significativa.
- Se realizó un análisis de componentes principales (ACP) para corroborar la existencia de diferencias entre los grupos morfológicos. Todos análisis estadísticos se realizaron con el paquete estadístico Infostat v. 2017.

5.8 Manejo del experimento

El manejo del experimento comprendió las siguientes actividades: elaboración de pilones, preparación del terreno, análisis de suelo, establecimiento del sistema de riego por goteo, siembra, fertilizaciones, riegos, control de malezas y fitosanitario y cosecha.

6. Resultados y discusión

El experimento de caracterización se estableció en el periodo comprendido de febrero a septiembre de 2018. Durante la investigación se determinaron datos sobre las variables morfológicas (según los descriptores del *IPGRI*, *AVRDC* y *CATIE*) y características agronómicas de los cultivares de chile tipo cahabonero que permitieron separarlos en grupos morfológicos, según las características discriminantes.

6.1 Colección de cultivares

Se colectaron cultivares en ocho municipios que reúnen condiciones similares en relación a zona de vida, altitud sobre el nivel del mar y características físicas del suelo. En algunos lugares se colectó más de un cultivar de chile, con base a la forma y tamaño de los frutos secos, obteniéndose un total de 66 cultivares. Los lugares donde se hizo la recolección de frutos se presentan en el cuadro 1.

Cuadro 1
Localidades de colección de cultivares de chile tipo Cahabonero con base a características del fruto, Santa María Cahabón, A. V.; 2018

Municipio	Comunidad origen	Materiales colectados (Códigos)	Coordenadas GTM		Altitud (msnm)
			X	Y	
O sSanta María Cahabón, Alta Verapaz	Caserío Se'xoy	A2, A3	571018	1726348	250
	Caserío Chaslaw Se'aranx	B1, B2, B3	584092	1726277	372
	Caserío Chimulak	C1, C3	566254	1716773	294
	Caserío San Martín Chichaj	D1	576362	1725719	385
	Aldea Saquijá	E1	561986	1727768	295
	Caserío Santa Rosa Chivité	G1, G2, G3	569097	1723570	393
	Caserío Se'asir	H1, H2, H3	585483	1718457	284
	Aldea Pinares	I1, I2	568388	1720076	368
	Aldea Champerico	I3, I4	590720	1720113	342
	Aldea Chipoc	J1, J2	561738	1719340	453
	Caserío San Pedro Chinatal	K1, K2, K3	573175	1717287	273
	Aldea Sehuc	L1, L2, L3	580879	1730679	301
	Aldea Tzalamtun	M1, M2	571040	1721719	337
	Aldea Balamté	N1	574485	1720438	431
Chahal, Alta Verapaz	Caserío Santa Cruz Miraflores	DD1	570559	1726594	259
	Caserío San Jacinto Chinayu	Ñ1, Ñ2, Ñ3	604093	1753368	264
Raxruhá, Alta Verapaz	Caserío Siguanhá I	O1, O2, O3, O4	595767	1750512	274
	Aldea San Isidro	P1, P2, P3	547609	1769055	193
	Aldea la Isla	Q1	550697	1764682	214
San Agustín Lanquín,	Aldea Sexan I	Q2	543440	1767037	225
	Aldea Yutbal	R1	560892	1721124	383
	Aldea Sesab	S2, S2	555330	1729167	350
	Caserío Chicache	T1, T2, T3	557759	1722056	334

Alta Verapaz	Comunidad Serraxquiche	U1,U2,U3	551633	1716662	395
	Aldea Chajmax (Guajbal)	V1,V2,V3	557648	1723688	385
	Caseros Chichum	W1,W2	560724	1722360	357
Chisec, Alta Verapaz	Aldea Catalpec	X1,X2,X3	541968	1743774	230
	Comunidad Muqbilhá	Y1	538569	1754826	241
Fray B. de las Casas	Caserío Secacao I	Z1	555382	1760775	178
Santa Catalina la Tinta	Caserío Cantiha	AA1	573498	1685398	240
	Caserío Chavcal I	BB1	570385	1694694	255
San Pedro Carchá	Chipar	CC1	544192	1727222	-

Fuente: Investigación de campo. 2018

6.2 Descripción de los cultivares de chile Cahabonero evaluados

6.2.1 Caracteres cualitativos

La variabilidad en los caracteres cualitativos entre los 66 cultivares de chile cahabonero, se manifiesta en la diversidad de formas alternas entre cada carácter y los valores de frecuencia de los mismos.

De acuerdo al cuadro 2, de los 49 caracteres cualitativos evaluados, son 25 los que expresan la variabilidad morfológica entre los cultivares y constituyen la base para la conformación de grupos morfológicos. La importancia de esta diversidad de caracteres morfológicos radica en su posible aprovechamiento para proyectos productivos o para fines de mejoramiento del cultivo.

De acuerdo a Votaba, *et al*¹⁷, el mejoramiento de plantas depende de la disponibilidad y uso estratégico de la diversidad genética, la cual se manifiesta en el fenotipo de los materiales colectados. En procesos de selección, el mejorador de forma frecuente, contempla características relacionadas con el manejo agronómico y aseguramiento de calidad de la producción.

Según Vollota¹⁸, la variación genética del chile (*Capsicum annuum* L.) únicamente se logra identificar, caracterizando materiales silvestres, semidomesticados o domesticados, y alcanzar así, la obtención de nuevos complejos de genes para el mejoramiento estratégico de tolerancia a factores adversos bióticos y abióticos. Aunque, para fines de mejoramiento, también se debe poner atención a caracteres con menores frecuencias, que

¹⁷ Votaba, E. J.; et al. *Genetic diversity and similarity revealed via molecular analysis among and within an in situ population and ex situ accessions of chiltepin (Capsicum annuum var. glabriusculum)*. (China: Cons. Gene; 2000), pág. 123.

¹⁸ Vollota, Diana, et al. *Caracterización morfológica de introducciones de Capsicum spp. existentes en el Banco de Germoplasma activo de Corpoica C.I. Palmira, Colombia*. (Colombia: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, 2011), pág. 1

pueden aportar características genéticas que solucionen problemáticas existentes en el cultivo.

Cuadro 2
Frecuencia absoluta y relativa de caracteres cualitativos de 66 cultivares de chile tipo Cahabonero (*Capsicum annuum* L.), Santa María Cahabón, A.V.; 2018

Característica	Clase	Carácter	Fr. Absoluta	Fr. Relativa
Hoja y tallo joven				
Color del hipocótilo	2	Verde	66	1,00
Pubescencia del hipocótilo	3	Escasa	42	0,64
	5	Intermedia	19	0,29
	7	Densa	5	0,08
Color de la hoja cotiledónea	2	Verde	66	1,00
Forma de la hoja cotiledónea	3	Elongada-deltoide	66	1,00
Color del tallo	1	Verde	9	0,14
	2	Verde con rayas púrpura	57	0,86
Antocianina del nudo (toda la planta)	3	Morado claro	16	0,24
	5	Morado	50	0,76
Forma del tallo	2	Angular	66	1,00
Pubescencia del tallo	3	Escasa	42	0,64
	5	Intermedia	9	0,14
	7	Densa	5	0,08
Tallo y hoja madura				
Ciclo de vida	1	Anual	66	1,00
Altura de la planta	2	Altura 25-45 cm	11	0,17
	3	Altura 46-65 cm	42	0,64
	4	Altura 66-85 cm	13	0,20
Hábito de crecimiento de la planta	3	Postrada	5	0,08
	5	Intermedia	58	0,88
	7	Erecta	3	0,05
Densidad de ramificación	3	Escasa	38	0,58
	5	Intermedia	28	0,42
Macollamiento	3	Escasa	56	0,85
	5	Intermedio	10	0,15
Densidad de hojas	3	Escasa	14	0,21
	5	Intermedio	52	0,79
Color de la hoja	3	Verde	66	1,00
Forma de la hoja	1	Deltoide	5	0,08
	2	Oval	51	0,77
	3	Lanceolada	10	0,15
Margen de la lámina foliar	1	Entera	66	1,00
Pubescencia de la hoja	3	Escasa	44	0,67
	5	Intermedia	22	0,33
Flor				
Posición de la flor	3	Pendiente	16	0,24
	5	Intermedia	9	0,14
	7	Erecta	41	0,62
Color de la corola	1	Blanco	66	1,00
Color de la mancha de la corola	1	Blanco	66	1,00
Forma de la corola	2	Acampanulada	66	1,00
Color de las anteras	4	Azul	65	0,98

	5	Morado	1	0,02
Longitud de la corola	1	<1,5 cm	66	1,00
Color del filamento	1	Blanco	66	1,00
Exserción del estigma	7	Exserto	66	1,00
Esterilidad masculina	0	No	66	1,00
Pigmentación del cáliz	0	Ausente	66	1,00
Margen del cáliz	1	Entero	1	0,02
	2	Intermedio	59	0,89
	3	Dentado	6	0,09
Constricción anular del cáliz	0	Ausente	60	0,91
	1	Presente	6	0,09
Fruto inmaduro y maduro				
Manchas o rayas antocianínicas	0	Ausente	66	1,00
Color del fruto en el estado intermedio	3	Verde	12	0,18
	5	Morado	50	0,76
	6	Morado oscuro	4	0,06
Cuajado del fruto	3	Intermedio	66	1,00
Color del fruto en estado maduro	8	Rojo	62	0,94
	9	Rojo oscuro	4	0,06
Forma del fruto	1	Elongado	8	0,12
	2	Casi redondo	4	0,06
	3	Triangular	53	0,80
	4	Acampanulado	1	0,02
Forma del fruto en la unión con el pedicelo	2	Obtuso	66	1,00
Cuello en la base del fruto	0	Ausente	64	0,97
	1	Presente	2	0,03
Forma del ápice del fruto	1	Puntudo	41	0,62
	2	Romo	25	0,38
Apéndice en el fruto, vestigio de la floración	0	Ausente	66	1,00
Arrugamiento transversal del fruto	3	Levemente corrugado	54	0,82
	5	Intermedio	12	0,18
Tipo de epidermis del fruto	1	Lisa	53	0,80
	2	Semirrugosa	13	0,20
Pedicelo con el fruto	7	Persistente	66	1,00
Pedicelo con el tallo	5	Intermedia	66	1,00
Longitud de la placenta	3	>1/2 longitud del fruto	66	1,00
Condición de mezcla varietal	3	Mezcla leve	44	0,67
	5	Mezcla intermedia	22	0,33
Semilla				
Color de la semilla	1	Amarillo (paja)	66	1,00
Superficie de la semilla	1	Lisa	66	1,00
Tamaño de la semilla	5	Pequeña	56	0,85
	7	Intermedia	10	0,15
Número de semillas por fruto	1	<20 semillas	2	0,03
	2	20-50 semillas	40	0,61
	3	<20 semillas	24	0,36

Fuente: Investigación de campo. 2018

6.2.2 Caracteres cuantitativos

Los valores de coeficientes de variación de los caracteres cuantitativos de los cultivares de chile cahabonero presentaron una amplia dispersión. Las variables más heterogéneas y con mayor grado de dispersión entre los cultivares, coeficiente de variación mayor a 15, son: ancho y longitud de la planta; longitud y ancho de la hoja madura; longitud, ancho, peso, espesor de la pared del fruto y número de lóculos por fruto; y peso de 1 000 semillas (Cuadro 3). Valores de dispersión altos son indicativo de mayor variabilidad entre los cultivares, la cual según Castellón¹⁹ en *Capsicum* puede ser aprovechada para fines de mejoramiento genético.

Respecto al ancho de planta (CV 15,58), esta variabilidad es importante para definir las densidades de siembra. Según López²⁰, en el establecimiento de cualquier cultivo se debe considerar ésta variable por los efectos que en la planta produce la competencia de otras plantas de su misma especie o de otras que se encuentren dentro de un espacio determinado.

Otra característica importante es la longitud del tallo (CV 15,41), que determina la altura final de la planta, y por ende la facilidad de actividades como el corte del fruto y aplicación de algunos productos para el manejo fitosanitario.

Según Vitoria *et al*²¹ *Capsicum annum* es una especie de crecimiento dicotómico con cuajado de frutos en los puntos de ramificación, por lo que la longitud del tallo define en gran parte la altura final de la planta. Además, los materiales con mayor longitud de tallo pueden requerir el uso de tutores, para evitar el acame y evitar que los frutos o la hojas toquen el suelo.

El largo y ancho de la hoja, son factores determinantes del área foliar, que repercuten en la capacidad de acumulación de biomasa y por ende el rendimiento.

Respecto al fruto, existe una alta dispersión de valores en tamaño y espesor de la pared del mismo. Estas variables son importantes ya que existen mercados donde se requieren frutos de tamaño específico, definidos principalmente por el consumidor final. Respecto al espesor de la pared del fruto, este carácter tiene repercusión en la etapa pos-cosecha, durante el secado del fruto. De igual forma, el número de lóculos presentó alta dispersión entre materiales con valores de entre 2 y 3 por fruto.

¹⁹ Castellón, E. *Variación fenotípica de morfotipos de chile (Capsicum annum L.) nativo de Oaxaca, México*. (México: 2013), pág. 3

²⁰ López, Jaime Rolando. *Densidad de siembra*. Asociación Nacional del Café, Revista El Cafetal. (Guatemala, ANACAFÈ), 2014, <https://www.anacafe.org/glifos/index.php?title=16TEC:Densidad-de-siembra> (Consultado 09 de abril de 2018).

²¹ Vitoria de Z., A; *et al*. *Crecimiento del pimentón (Capsicum annum L.) en respuesta a diferentes niveles de N P K y densidad de siembra*. Proc. Interamer. Soc. Trop. Hort. (México: 2001), págs. 24-29

Cuadro 3
Promedio, desviación estándar, coeficiente de variación, valores mínimos y máximos de variables cuantitativas de 66 cultivares de chile tipo Cahabonero (*Capsicum annuum* L.), Santa María Cahabón, A.V.; 2018

Variables	Promedio	Desviación estándar	Coeficiente de Variación	Valores mínimos	Valores máximos
Longitud de la hoja cotiledónea [mm]	16,55	1,33	8,05	12,68	18,68
Ancho de la hoja cotiledónea [mm]	5,37	0,49	9,10	4,39	6,65
Ancho de planta [cm]	62,13	9,68	15,58	41,68	79,65
Longitud del tallo [cm]	38,74	5,97	15,41	26,20	49,80
Diámetro tallo [cm]	1,52	0,13	8,58	1,26	1,80
Longitud de la hoja madura [cm]	6,36	1,05	16,52	3,70	8,71
Ancho de la hoja madura [cm]	3,83	0,67	17,41	2,39	5,66
Días a la floración	50,58	4,20	8,30	41,00	59,00
Número de flores por axila	1,00	0,00	0,00	1,00	1,00
Longitud de la antera [mm]	2,22	0,12	5,46	1,89	2,50
Longitud filamento [mm]	4,07	0,18	4,31	3,72	4,70
Días a la fructificación	60,89	4,17	6,85	47,00	69,00
Período de fructificación	99,64	2,88	2,89	92,00	106,00
Longitud del fruto [cm]	2,14	0,93	43,56	0,90	4,74
Ancho del fruto [cm]	1,12	0,38	33,56	0,59	2,18
Peso del fruto [g]	0,68	0,17	24,87	0,41	1,27
Longitud del pedicelo del fruto [cm]	2,18	0,28	12,94	1,58	2,97
Espesor de la pared del fruto 25 [mm]	0,74	0,27	36,60	0,41	1,28
Número de lóculos	2,52	0,50	20,02	2,00	3,00
Diámetro semilla [mm]	3,41	0,32	9,42	3,01	4,23
Peso 1 000 semillas [g]	4,77	0,79	16,54	3,52	6,45

Fuente: Investigación de campo. 2018

El carácter, peso de 1 000 semillas, también presenta un alto grado de dispersión. De acuerdo a Carballo²² es importante estudiar la variabilidad en *Capsicum annuum* L, ya generalmente los cultivares con semillas con mayor peso, resultan de mejor calidad física y fisiológica, y presentan un mayor porcentaje de germinación.

6.3 Agrupamiento de materiales de chile cahabonero y análisis estadístico inferencial

El análisis de varianza multivariado de caracteres cuantitativos y la prueba de Hotelling, permitieron establecer que se tienen diferencias significativas que separan los cultivares en 7 grupos morfológicos.

²² Carballo, C. A. *La calidad genética y su importancia en la producción de semillas. Situación actual de la producción, investigación y comercio de semillas en México*. Memoria tercer Simposium (Torreón, Coahuila, México, 1992), pág. 80.

Según Di Rienzo, *et al*²³, el análisis de varianza multivariado está basado en conglomerados, y produce una partición, razón por la que se utilizó para el análisis simultáneo del conjunto de datos multivariantes y determinar así, la contribución y relación de las variables medidas (caracteres morfológicos) lo que permitió conformar grupos con los cultivares semejantes y expresar las diferencias entre grupos morfológicos (para la posterior elaboración del dendograma con la combinación de las variables cualitativas y cuantitativas).

Cuadro 4
Prueba de Hotelling alfa 0.05 para agrupación de cultivares de chile tipo
Cahabonero, Santa María Cahabón, A.V. 2018

Conglomerado	Agrupación Hotelling
5	
6	
7	
4	
1	
2	
3	

Fuente: Investigación de campo. 2018

El análisis de la relación entre varios caracteres o variables de respuesta y un conjunto común de predictores, definió patrones de respuestas multivariadas y controló la tasa de error por grupo morfológico formado; lo cual fue corroborado finalmente por la prueba de Hotelling, que permitió determinar diferencias en las medias al tener en cuenta varios caracteres simultáneamente (ver cuadro 4).

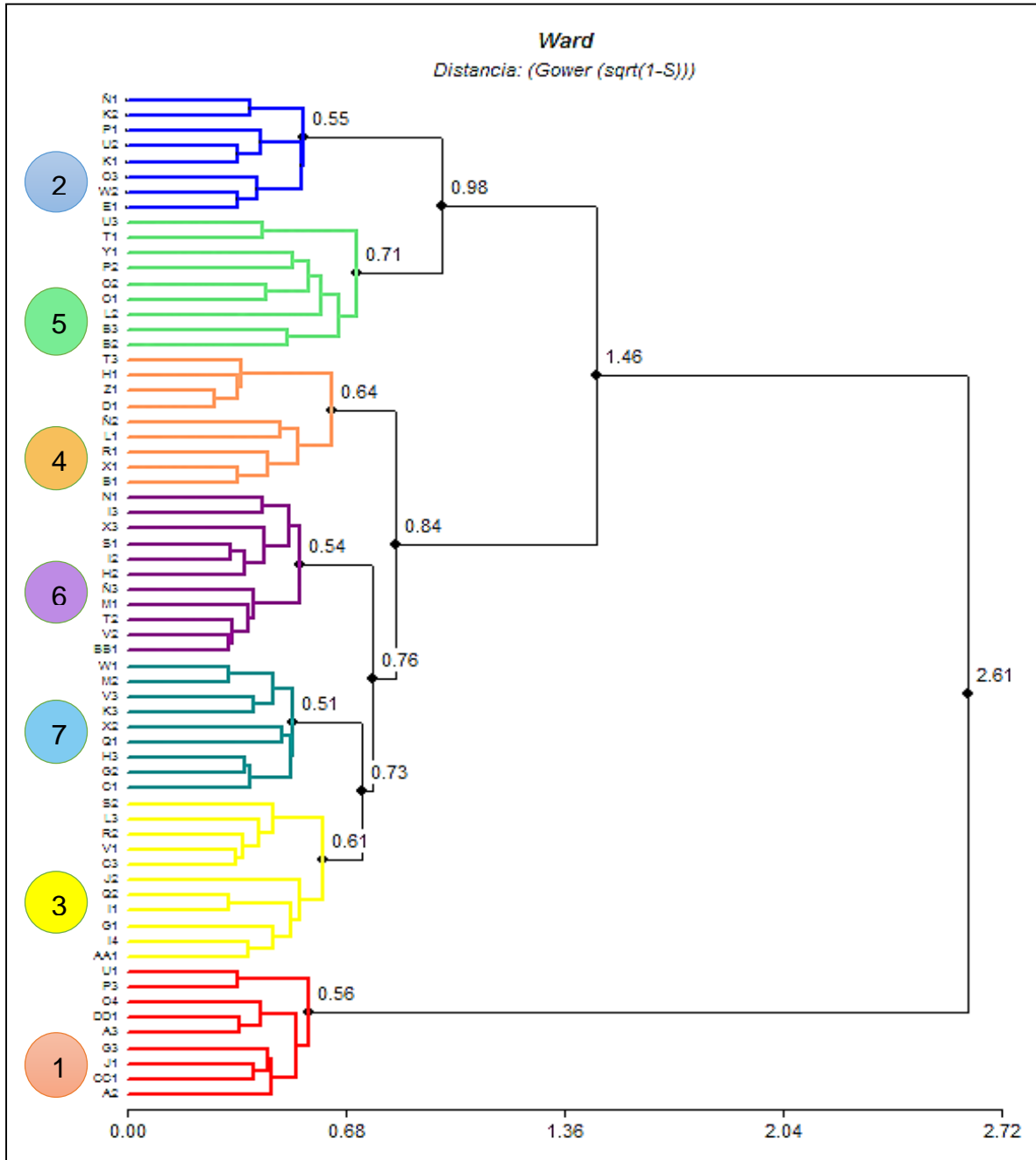
6.3.1 Combinación y agrupación de variables cualitativas y cuantitativas

El dendograma evidencia la existencia de variabilidad morfológica, al distribuir los 66 cultivares evaluados en 7 grupos. La línea de corte final en el dendograma indica el valor al cual se forman los grupos morfológicos y la máxima variabilidad existente en los cultivares de chile cahabonero; la misma se ubicó en 0,72 de distancia de Gower (27.58 % de la distancia total).

Además, el dendograma explica la cercanía de los materiales dentro de un mismo grupo y la distancia entre grupos. Por consiguiente, grupos unidos a menor distancia, comparten más características morfológicas en común; y grupos unidos a mayor distancia son disímiles desde el punto de vista morfológico (Gráfico 1).

²³ Di Rienzo J.A; et al. *InfoStat versión 2017*. Universidad Nacional de Córdoba (Argentina: Grupo InfoStat, 2017), pág. 45

Gráfico 1
Dendrograma generado por análisis de conglomerados jerárquico (método de Ward, distancia obtenida a partir de la similitud de Gower) de las variables cuantitativas y cualitativas caracterizadas en 66 cultivares de chile tipo Cahabonero (*Capsicum spp.*), Santa María Cahabón, A.V.; 2018



Fuente: Investigación de campo. 2018

En el cuadro 5 se presenta la distribución de los cultivares en los 7 grupos conformados, los que conjuntaron el mayor número de cultivares son los Grupos 3 y 6, cada uno con el 17 %.

El grupo uno es el que reúne más diferencias en relación a los otros grupos, al presentar una distancia Gower de 2,61. Éste grupo incluye cultivares con frutos de forma elongada, posición de flor pendiente, pubescencia del hipocotilo intermedia, altura de planta de entre 46 cm a 65 cm, y hábito de crecimiento intermedio; y representan el 14 % del total de cultivares evaluados.

En éste grupo se encuentran localizados 9 cultivares, 5 de ellos provenientes de Santa María Cahabón (Santa Cruz Miraflores, Santa Rosa Chivité, Chipoc y 2 de Se'xoy), Siguanhá del municipio de San Agustín Chahal, San Isidro de Raxruhá, Chipar de San Pedro Carchá y Serrazquiché de San Agustín Lanquín.

Los grupos que presentan mayor similitud en caracteres cualitativos y cuantitativas son el grupo 7 y grupo 3 (distancia de 0,73), ambos caracterizados por plantas con frutos pequeños de forma triangular y posición de flor erecta.

Es importante señalar que los cultivares colectados en Santa María Cahabón, se distribuyeron en los 7 grupos morfológicos. Entre 40 % y 60% de cultivares de este origen integran cada uno de los grupos; por lo que se supone que de allí, han sido llevadas las semillas para su cultivo a otras áreas del departamento.

Cuadro 5
Distribución de los 66 cultivares de chile tipo Cahabonero (*Capsicum annuum* L.) por grupos morfológicos, según el análisis de conglomerados jerárquico, Santa María Cahabón, A.V.; 2018

Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5	Grupo 6	Grupo 7
A2 Se'xoy, Cahabón	E1 Saquijá, Cahabón	AA1 Cantihá, Sta Cat. La Tinta	B1 Chaslaw Searranx, Cahabón	B2 Chaslaw Searranx, Cahabón	BB1 Chavcal I, Sta. Cat. La Tinta	C1 Chimulak, Cahabón
A3 Se'xoy, Cahabón	K1 Chinatal, Cahabón	C3 Chimulak, Cahabón	D1 San Martín Chichaj, Cahabón	B3 Chaslaw Searranx, Cahabón	H2 Se'asir, Cahabón	G2 Sta. Rosa Chivité, Cahabón
CC1 Chipar, Carchá	K2 Chinatal, Cahabón	G1 Sta. Rosa Chivité, Cahabón	H1 Se'asir, Cahabón	L2 Sehuc, Cahabón	I2 Pinares, Cahabón	H3 Se'asir, Cahabón
DD1 Santa Cruz Miraflores, Cahabón	Ñ1 San Jacinto Chinayú, Cahabón	I1 Pinares, Cahabón	L1 Sehuc, Cahabón	O1 Siguanhá I, Chahal	I3 Aldea Champerico, Cahabón	K3 Chinatal, Cahabón
G3 Santa Rosa Chivité, Cahabón	O3 Siguanhá I, Chahal	I4 Aldea Champerico, Cahabón	Ñ2 Sn. Jacinto Chinayú, Cahabón	O2 Siguanhá I, Chahal	M1 Tzalamtum, Cahabón	M2 Tzalamtum, Cahabón
J1 Chipoc, Cahabón	P1 San Isidro, Raxruhá	J2 Chipoc, Cahabón	R1 Yutbal, Lanquín	P2 San Isidro, Raxruhá	N1 Balamte, Cahabón	Q1 La Isla, Raxruhá
O4 Siguanhá I, Chahal	U2 Serraxquiché, Lanquín	L3 Sehuc, Cahabón	T3 Chichaché, Lanquín	T1 Chichaché, Lanquín	Ñ3 San Jacinto Chinayú, Cahabón	V3 Chajmax, Lanquín
P3 San Isidro, Raxruhá	W2 Chichum, Lanquín	Q2 Sexan I, Raxruhá	X1 Catalpec, Chisec	U3 Serraxquiché, Lanquín	S1 Sesab, Lanquín	W1 Chichum, Lanquín
U1 Serraxquiché, Lanquín		R2 Yutbal, Lanquín	Z1 Secacao I, Fray B. de las Casas	Y1 Muqbilhá, Chisec	T2 Chichaché, Lanquín	X2 Catalpec, Chisec
		S2 Sesab, Lanquín			V2 Chajmax, Lanquín	
		V1 Chajmax, Lanquín			X3 Catalpec, Chisec	

Fuente: Investigación de campo. 2018

6.4 Distribución de caracteres cuantitativos y cualitativos en los grupos morfológicos conformados

6.4.1 Distribución de las características cuantitativas por grupos morfológicos

Según el descriptor, fueron 21 las caracteres cuantitativos medidos en los cultivares de chile cahabonero, cuyos valores por grupo morfológico se resumen en el cuadro 6.

Cuadro 6
Promedio para las variables cuantitativas de los siete grupos morfológicos conformados por cultivares de chile tipo Cahabonero (*Capsicum annuum* L.), Santa María Cahabón, A.V.; 2018

Variables	Grupos morfológicos						
	1	2	3	4	5	6	7
Longitud de la hoja cotiledónea [mm]	16,35	16,75	16,89	16,98	16,25	16,42	16,17
Ancho de la hoja cotiledónea [mm]	5,31	5,37	5,75	5,33	5,21	5,33	5,24
Ancho de la planta [cm]	64,87	61,69	56,92	62,41	65,40	60,68	64,38
Longitud del tallo [cm]	40,37	39,84	35,24	39,88	41,38	37,61	38,01
Diámetro del tallo [cm]	1,52	1,44	1,59	1,42	1,50	1,57	1,58
Longitud de la hoja madura [cm]	6,20	6,22	6,37	5,92	6,42	6,43	6,97
Ancho de la hoja madura [cm]	3,60	3,58	4,12	3,69	3,74	3,84	4,15
Días a la floración	51,44	51,13	51,36	48,11	50,33	51,64	49,67
Número de flores por axila	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Longitud de la antera [mm]	2,25	2,27	2,26	2,19	2,30	2,12	2,20
Longitud del filamento [mm]	4,06	4,01	4,07	4,00	4,15	4,07	4,10
Días a la fructificación	61,78	61,13	61,64	58,67	61,22	61,36	60,22
Período de fructificación	99,44	101,25	98,82	99,33	99,00	100,82	98,89
Longitud del fruto [cm]	3,91	1,80	1,84	1,51	2,41	1,71	1,91
Ancho del fruto [cm]	1,62	1,08	1,04	0,90	1,37	0,88	1,02
Peso del fruto [g]	0,70	0,65	0,69	0,75	0,68	0,67	0,59
Longitud del pedicelo del fruto [cm]	2,19	2,20	2,32	2,15	2,07	2,33	1,95
Espesor de la pared del fruto 25 [mm]	0,76	0,80	0,81	0,81	0,78	0,65	0,55
Número de lóculos	2,00	2,75	2,45	2,89	2,44	3,00	2,00
Diámetro de la semilla [mm]	4,11	3,25	3,41	3,22	3,37	3,26	3,29
Peso de 1 000 semillas [g]	6,27	4,26	4,72	4,32	5,05	4,35	4,45

Fuente: Investigación de campo. 2018

6.4.2 Distribución de caracteres cualitativos en grupos morfológicos

Se evaluaron 49 caracteres cualitativos en los cultivares de chile cahabonero, de los cuales 25 presentaron variabilidad, y sus formas alternas se describen por grupo en el cuadro 7.

Cuadro 7
Variables cualitativas de siete grupos morfológicos conformados por cultivares de chile tipo Cahabonero (*Capsicum annum* L.), Santa María Cahabón, A.V.; 2018

Característica	Carácter	Clase	Grupo							Total
			1	2	3	4	5	6	7	
Pubescencia del hipocótilo	Escasa	3	0	0	11	9	2	11	9	42
	Intermedia	5	7	8	0	0	4	0	0	19
	Densa	7	2	0	0	0	3	0	0	5
	Total		9	8	11	9	9	11	9	66
Color del tallo	Verde	1	0	0	1	0	4	4	0	9
	Verde con rayas púrpura	2	9	8	10	9	5	7	9	57
	Total		9	8	11	9	9	11	9	66
Antocianina del nudo (toda la planta)	Morado claro	3	2	2	2	3	2	4	1	16
	Morado	5	7	6	9	6	7	7	8	50
	Total		9	8	11	9	9	11	9	66
Pubescencia del tallo	Escasa	3	0	0	11	9	2	11	9	42
	Intermedia	5	7	8	0	0	4	0	0	19
	Densa	7	2	0	0	0	3	0	0	5
	Total		9	8	11	9	9	11	9	66
Altura de la planta	Altura 25-45 cm	2	1	1	6	1	0	2	0	11
	Altura 46-65 cm	3	5	6	5	6	4	8	8	42
	Altura 66-85 cm	4	3	1	0	2	5	1	1	13
	Total		9	8	11	9	9	11	9	66
Hábito de crecimiento de la planta	Postrada	3	0	2	0	0	0	1	2	5
	Intermedia	5	8	6	11	9	7	10	7	58
	Erecta	7	1	0	0	0	2	0	0	3
	Total		9	8	11	9	9	11	9	66
Densidad de ramificación	Escasa	3	4	2	8	8	4	0	2	28
	Intermedia	5	5	6	3	1	5	11	7	38
	Total		9	8	11	9	9	11	9	66
Macollamiento	Escasa	3	9	7	10	5	5	11	9	56
	Intermedio	5	0	1	1	4	4	0	0	10
	Total		9	8	11	9	9	11	9	66
Densidad de hojas	Escasa	3	6	8	9	4	7	11	7	52
	Intermedio	5	3	0	2	5	2	0	2	14
	Total		9	8	11	9	9	11	9	66
Forma de la hoja	Deltoide	1	1	2	1	1	0	0	0	5
	Oval	2	8	5	9	8	5	10	6	51
	Lanceolada	3	0	1	1	0	4	1	3	10
	Total		9	8	11	9	9	11	9	66
Pubescencia de la hoja	Escasa	3	0	0	11	9	4	11	9	44
	Intermedia	5	9	8	0	0	5	0	0	22
	Total		9	8	11	9	9	11	9	66

Posición de la flor	Pendiente	3	9	0	0	0	6	0	1	16
	Intermedia	5	0	0	3	0	3	1	2	9
	Erecta	7	0	8	8	9	0	10	6	41
	Total		9	8	11	9	9	11	9	66
Color de las anteras	Azul	4	9	8	11	9	8	11	9	65
	Morado	5	0	0	0	0	1	0	0	1
	Total		9	8	11	9	9	11	9	66
Margen del cáliz	Entero	3	0	0	1	0	0	0	0	1
	Intermedio	5	8	7	9	9	8	11	7	59
	Dentado	7	1	1	1	0	1	0	2	6
	Total		9	8	11	9	9	11	9	66
Constricción anular del cáliz	Ausente	0	8	7	11	8	9	9	8	60
	Presente	1	1	1	0	1	0	2	1	6
	Total		9	8	11	9	9	11	9	66
Color del fruto en el estado intermedio	Verde	3	2	1	3	0	5	0	1	12
	Morado	5	7	5	7	8	4	11	8	50
	Morado oscuro	6	0	2	1	1	0	0	0	4
	Total		9	8	11	9	9	11	9	66
Color del fruto en estado maduro	Rojo	8	9	8	11	9	6	11	8	62
	Rojo oscuro	9	0	0	0	0	3	0	1	4
	Total		9	8	11	9	9	11	9	66
Forma del fruto	Elongado	1	6	0	0	1	0	0	0	7
	Casi redondo	2	0	0	0	1	1	0	3	5
	Triangular	3	3	8	11	7	7	11	6	53
	Acampanulado	4	0	0	0	0	1	0	0	1
	Total		9	8	11	9	9	11	9	66
Cuello en la base del fruto	Ausente	0	9	8	11	9	7	11	9	64
	Presente	1	0	0	0	0	2	0	0	2
	Total		9	8	11	9	9	11	9	66
Forma del ápice del fruto	Puntudo	1	9	5	10	2	6	7	2	41
	Romo	2	0	3	1	7	3	4	7	25
	Total		9	8	11	9	9	11	9	66
Arrugamiento transversal del fruto	Levemente corrugado	3	1	8	11	9	5	11	9	54
	Intermedio	5	8	0	0	0	4	0	0	12
	Total		9	8	11	9	9	11	9	66
Tipo de epidermis del fruto	Lisa	1	4	8	10	8	4	10	9	53
	Semirrugosa	2	5	0	1	1	5	1	0	13
	Total		9	8	11	9	9	11	9	66
Condición de mezcla varietal	Mezcla leve	3	0	6	10	6	4	10	8	44
	Mezcla intermedia	5	9	2	1	3	5	1	1	22
	Total		9	8	11	9	9	11	9	66
Tamaño de la semilla	Pequeña	5	0	8	10	9	9	11	9	56
	Intermedia	7	9	0	1	0	0	0	0	10
	Total		9	8	11	9	9	11	9	66
Número de semillas por fruto	>20 semillas	1	0	0	0	0	0	1	1	2
	20 a 50 semillas	2	0	8	7	8	2	9	6	40
	<20 semillas	3	9	0	4	1	7	1	2	24
	Total		9	8	11	9	9	11	9	66

Fuente: Investigación de campo. 2018

6.5 Análisis de componentes principales (ACP)

El análisis de componentes principales se realizó con la finalidad de identificar los caracteres cuantitativos que tienen mayor incidencia y responsabilidad en la discriminación y formación de grupos morfológicos. Inicialmente se efectuó el ACP con las 21 variables establecidas por el descriptor del IPGRI, CATIE y AVRDC; y posteriormente se eliminaron las 7 variables que menos aportan a la variabilidad.

Cuadro 8
Autovectores iniciales determinados por la función discriminante entre grupos morfológicos de chile tipo Cahabonero (*Capsicum annuum* L.), Santa María Cahabón, A.V.; 2018

Valores	Componente 1	Componente 2	Componente 3
Longitud de la hoja cotiledónea [mm]	-0,07	-0,14	0,18
Ancho de la hoja cotiledónea [mm]	0,02	-0,12	0,04
Ancho de la planta [cm]	0,10	-0,09	0,30
Longitud del tallo [cm]	0,02	0,06	-0,04
Diámetro del tallo [cm]	-0,07	0,32	0,10
Longitud de la hoja madura [cm]	-0,07	0,42	0,06
Ancho de la hoja madura [cm]	-0,13	0,41	0,06
Días a la floración	0,00	0,41	0,30
Longitud de la antera [mm]	0,17	0,03	0,17
Longitud del filamento [mm]	0,03	0,13	0,01
Días a la fructificación	0,01	0,42	0,30
Período de fructificación	-0,05	0,11	0,08
Longitud del fruto [cm]	0,46	0,11	-0,06
Ancho del fruto [cm]	0,40	0,03	-0,04
Peso del fruto [g]	0,05	-0,22	0,53
Longitud del pedicelo del fruto [cm]	0,04	-0,12	0,28
Espesor de la pared del fruto 25 [mm]	0,03	-0,24	0,52
Número de lóculos	-0,31	-0,02	0,05
Diámetro de la semilla [mm]	0,48	0,05	-0,02
Peso de 1 000 semillas [g]	0,48	0,05	-0,02

Fuente: Investigación de campo. 2018

Para identificar las variables con mayor peso en la discriminación se seleccionaron los autovectores con mayor valor absoluto. Se registraron trece caracteres con mayor valor discriminante (autovectores >0,30) con los cuales se definieron los autovalores y autovectores definitivos (Cuadro 8, valores marcados en negrita).

Con base en el criterio de Kaiser, se estableció que a partir de la componente número cinco, el autovalor comienza a ser inferior a la unidad, aunque en este componente todavía mantiene un valor alto; además el porcentaje de la varianza explicada acumulada asciende al 0.81 %, por lo que se consideró este valor, suficientemente alto para estimar que cinco es el número de componentes a considerar (Cuadro 9).

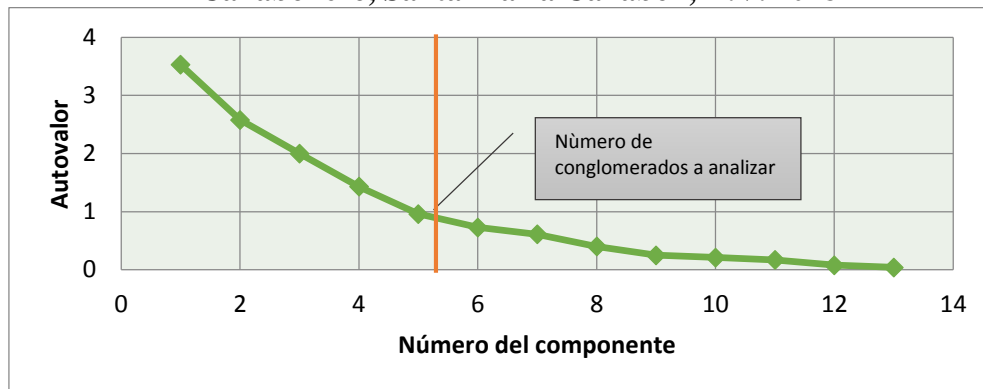
Cuadro 9
Autovalores característicos en cultivares de chile tipo Cahabonero (*Capsicum annuum* L.), Santa María Cahabón, A.V.; 2018

Autovalores			
Componente	Total	% de la Varianza	% Acumulado
1*	3,53	0,27	0,27
2*	2,58	0,20	0,47
3*	2,00	0,15	0,62
4*	1,43	0,11	0,73
5*	0,96	0,07	0,81
6	0,73	0,06	0,86
7	0,61	0,05	0,91
8	0,40	0,03	0,94
9	0,25	0,02	0,96
10	0,21	0,02	0,98
11	0,17	0,01	0,99
12	0,08	0,01	1,00
13	0,04	0,00	1,00

Fuente: Investigación de campo. 2018

La elección de 5 componentes principales fue confirmada mediante el gráfico de sedimentación que sitúa el número óptimo de componentes en la zona de mayor pendiente, previo a la zona de estabilización (Gráfico 2).

Gráfico 2
Gráfica de sedimentación de autovalores en cultivares de chile tipo Cahabonero, Santa María Cahabón, A.V. 2018



Fuente: Elaboración propia. 2018

De acuerdo a Pla²⁴, es evidente que al eliminar aquellas variables que tienen poco o nulo aporte a la explicación del primer componente principal, se mejora en forma general el análisis de componentes principales; tal como se observa en el cuadro 10. Cada uno de

²⁴ . Pla, E. *Análisis Multivariado: Método de Componentes Principales*. (Washington D.C: Secretaria General de la Organización de los Estados Americanos), 1986, pág. 84.

los componentes principales es independiente y no están correlacionados entre sí; su valor expresa la varianza, que a su vez, indica el nivel de contribución que tiene a la variabilidad total.

Cuadro 10
Autovectores con 13 variables en cultivares de chile tipo cahabonero (*Capsicum annuum* L.), Santa María Cahabón, A.V. 2018

Variables	C. P. 1	C. P. 2	C. P. 3	C. P. 4	C. P. 5
Ancho de la planta [cm]	0,10	-0,09	0,40	0,22	-0,45
Diámetro del tallo [cm]	-0,07	0,34	0,04	0,23	-0,52
Longitud hoja madura [cm]	-0,08	0,42	0,03	0,47	0,23
Ancho de la hoja madura [cm]	-0,14	0,41	0,04	0,44	0,25
Días a la floración	-0,01	0,46	0,25	-0,45	-0,03
Días a la fructificación	0,00	0,47	0,24	-0,45	-0,03
Longitud del fruto [cm]	0,47	0,12	-0,05	0,10	0,11
Ancho del fruto [cm]	0,41	0,05	-0,03	-0,17	0,23
Peso del fruto [g]	0,04	-0,18	0,59	0,13	0,18
Espesor de la pared del fruto 25 [mm]	0,02	-0,19	0,61	0,03	0,16
Número de lóculos	-0,32	-0,01	0,01	-0,09	0,52
Diámetro de la semilla [mm]	0,49	0,07	-0,03	0,05	0,06
Peso de 1 000 semillas [g]	0,49	0,06	-0,02	0,10	0,10

Fuente: Investigación de campo. 2018

El componente 1 que explica el 27 % de la varianza, define como características más discriminantes: longitud y ancho del fruto, número de lóculos por fruto, diámetro de semilla y peso de 1 000 semillas.

El eje o componente 2, comprende el 20 % de la varianza e incluye las variables diámetro de tallo, longitud y ancho de la hoja madura, días a la floración y a la fructificación que tienen alto valor discriminante entre los grupos de cultivares.

El eje o componente 3, comprende el 15% de la varianza; explica la variabilidad de grupos morfológicos, mediante las variables ancho de la planta, peso del fruto y espesor de la pared del fruto.

De acuerdo al análisis de ACP, el conjunto de los primeros 3 ejes, explica 62% de la variabilidad expresada por 13 características cuantitativas de los 66 cultivares de chile cahabonero, y lo complementan los ejes 4 y 5.

La identificación de estos 13 caracteres (variables), permite sugerir que únicamente se requiere la evaluación de ellas para explicar la variabilidad en aspectos cuantitativos entre cultivares de chile cahabonero, y así reducir recursos. Además explica que éstos son los más importantes en la generación de los 7 grupos morfológicos determinados en el

Análisis de Conglomerados. Midiendo éstas variables se podría realizar procesos de mejora genética a través de selección de los mejores materiales de acuerdo a sus caracteres morfológicos y su comportamiento agronómico.

Los resultados obtenidos en esta investigación se asemejan a los reportados por Latournerie *et al*²⁵ Chávez y Castillo²⁶, y González y Bosland²⁷ quienes para diversas especies de *Capsicum* encontraron que los tres primeros componentes explicaron el mayor porcentaje de la variabilidad, y los descriptores de fruto, hoja y semilla fueron los más importantes debido principalmente a las prácticas tradicionales de cultivo, a la recombinación genética y a la selección natural.

En el gráfico 3 presenta, en un plano bidireccional, los ejes o componentes principales 1 y 2 y la dispersión de los cultivares evaluados con base a 10 de las variables no correlacionadas que explican el 47 % de la variabilidad entre cultivares de chile cahabonero.

También expresa las características que definen a cada grupo morfológico. Así, se evidencia que los caracteres longitud y ancho del fruto y diámetro y peso de semilla definen y separan los cultivares CC1, A2, J1, G3, U. O4, P3, que conforman el grupo morfológico uno.

En el área inferior centro izquierdo del plano se ubican los grupos morfológicos 5 y 7, cuyos caracteres que les definen son el ancho de la planta, peso del fruto y espesor de la pared del fruto.

Finalmente los grupos 2, 3, 4, y 6 comparten más variables y se evidencio la dificultad de ubicar algunos de los materiales del grupo 5, que no encajaron en un grupo específico, sino que comparten características de los dos grupos, por lo que hizo necesario la prueba de función discriminante.

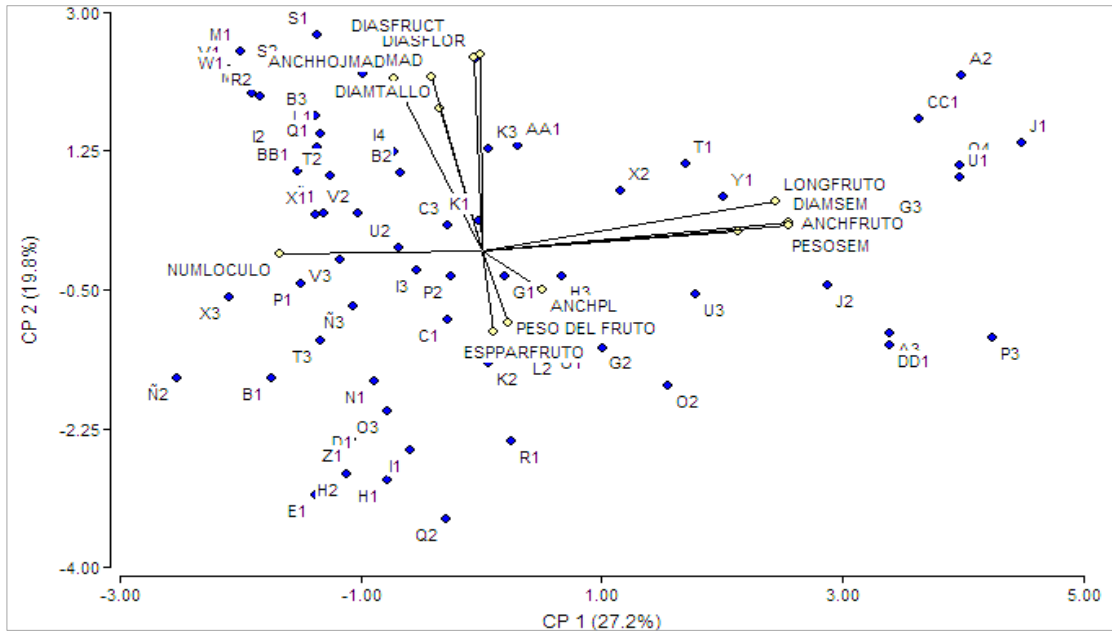
²⁵ Latournerie, M. L.; et al. 2002. *Valoración in situ de la diversidad morfológica de chiles (Capsicum annum L. y Capsicum chinense Jacq) en Yaxcaba, Yucatán*. Rev. Fitotecnia Mexicana 25 (1): 25-33.

²⁶ Chavéz, S. J. L.; Castillo, G. F. 1999. *Variabilidad en caracteres morfológicos de colectas de chile manzano (Capsicum pubescens R y P)*. Rev. Fitotecnia Mexicana. 22: 27-41.

²⁷ González, M. M.; Bosland, P. W. 1991. *Strategies for stemming genetic erosion of Capsicum germoplasm in the Americans Diversity* 7: 52-53.

Gráfico 3

Análisis de componentes principales de variables cuantitativas de los cultivares de Chile tipo Cahabonero (*Capsicum annuum* L.), CP1 Y CP 2; Santa María Cahabón, A.V.; 2018



Fuente: Investigación de campo. 2018

La prueba de función discriminante global, para determinar la tasa de error de clasificación de cultivares dentro de los grupos conformados; estableció un error global promedio de 3,03%; atribuido a que algunos cultivares fueron difíciles de clasificar dentro de un grupo específico (Cuadro 11).

Cuadro 11

Clasificación cruzada para los siete grupos conformados por cultivares de Chile tipo cahabonero (*Capsicum annuum* L.), Santa María Cahabón, A.V.; 2018

Grupo	1	2	3	4	5	6	7	Total	Error (%)
1	10	0	0	0	0	0	0	10	0
2	0	4	0	0	0	0	0	4	0
3	0	0	8	0	0	0	0	8	0
4	0	0	0	4	0	0	0	4	0
5	0	0	0	0	7	0	1	8	12,5
6	0	0	1	0	0	21	0	22	4,55
7	0	0	0	0	0	0	10	10	0
Total	10	4	9	4	7	21	11	66	3,03

Fuente: Investigación de campo. 2018

Los grupos morfológicos con mayor variación fueron el 5 y el 6, por lo que la función discriminante para ellos presenta un error de 12,5 % y 4,55 % respectivamente. Esto significa que en el grupo 5 reunió cultivares con características que no lograban ubicarse totalmente en otros, lo que generó el margen de error.

De igual forma se explica que los grupos 1, 2, 3, 4 y 7 incluyen cultivares con características similares, sin error en su ubicación. El bajo porcentaje de error global (3,03 %) indica que la agrupación efectuada y expresada en el dendograma, es exacta (o confiable) y con poca tasa de error en los integrantes de cada grupo.

6.6 Caracteres cualitativos discriminantes para la conformación de grupos de cultivares de chile cahabonero

Los 49 caracteres cualitativos evaluados se sometieron a una prueba de X^2 , de ellos, 10 presentaron alta significancia ($p < 0,0001$) y 2 solamente significancia ($p < 0,0005$). Estos resultados indican que existen algunos descriptores que hacen un importante aporte para separar los siete grupos morfológicos. En el cuadro 12 se presentan los valores obtenidos en las variables cualitativas en estudio y el valor discriminante (a), de los caracteres y que pueden utilizarse para establecer diferencias entre grupos morfológicos.

Así, la pubescencia del hipocótilo (69,5), pubescencia del tallo (69,5), posición de la flor (63,15), tamaño de la semilla (58,93), pubescencia de la hoja (56,0) y forma del fruto (53,37); fueron los caracteres con el mayor valor discriminante y presentaron los mayores coeficientes de asociación (prueba de Chi Cuadrado).

La prueba de Pearson permitió determinar el coeficiente de correlación entre valores de todos los caracteres; y se determinó que la pubescencia del hipocotilo y del tallo, y la posición de la flor presentaron los valores más altos (0,72 y 0,70 respectivamente), por lo tanto, tienen una alta contribución para discriminar entre grupos genéticos.

Los descriptores o caracteres cualitativos están constituidos por varios niveles o formas que expresan la variabilidad entre cultivares y grupos.

Cuadro 12

Tabla de clasificación cruzada para los siete grupos formados con cultivares de Chile tipo Cahabonero (*Capsicum annuum* L.), Santa María Cahabón, A.V.; 2018

Variable	X ² (Coeficiente cuadrado)	Chi	G, L,	Coef. (P) Pearson
Pubescencia del hipocótilo ^a	69,5	** (A,S)	12	0,72
Pubescencia del tallo ^a	69,5	** (A,S)	12	0,72
Posición de la flor ^a	63,15	** (A,S)	12	0,7
Tamaño de la semilla ^a	58,93	** (A,S)	6	0,69
Pubescencia de la hoja ^a	56	** (A,S)	6	0,68
Forma del fruto ^a	53,37	** (A,S)	18	0,67
Arrugamiento transversal del fruto ^a	45,09	** (A,S)	6	0,64
Número de semillas por fruto ^a	37,93	** (A,S)	12	0,6
Condición de mezcla varietal ^a	28,07	** (A,S)	6	0,55
Densidad de ramificación ^a	22,72	** (A,S)	6	0,51
Forma del ápice del fruto ^a	21,63	* (S)	6	0,5
Tipo de epidermis del fruto ^a	20,79	* (S)	6	0,49
Altura de la planta ^{ns}	25,4	N,S,	12	0,53
Color del fruto en el estado intermedio ^{ns}	21,94	N,S,	12	0,5
Hábito de crecimiento de la planta ^{ns}	18,6	N,S,	12	0,47
Color del tallo ^{ns}	17,8	N,S,	6	0,46
Forma de la hoja ^{ns}	17,61	N,S,	12	0,46
Macollamiento ^{ns}	17,55	N,S,	6	0,46
Color del fruto en estado maduro ^{ns}	15,26	N,S,	6	0,43
Cuello en la base del fruto ^{ns}	13,06	N,S,	6	0,41
Densidad de hojas ^{ns}	12,33	N,S,	6	0,4
Margen del cáliz ^{ns}	9,17	N,S,	12	0,35
Color de las anteras ^{ns}	6,43	N,S,	6	0,3
Constricción anular del cáliz ^{ns}	3,35	N,S,	6	0,22
Antocianina del nudo (toda la planta) ^{ns}	2,39	N,S,	6	0,19
Color del hipocótilo ^{ns}	0,82	N,S,	6	0,11
Color de la hoja cotiledónea ^{ns}	0,82	N,S,	6	0,11
Forma de la hoja cotiledónea ^{ns}	0,82	N,S,	6	0,11
Ciclo de vida ^{ns}	0,82	N,S,	6	0,11
Forma del tallo ^{ns}	0,82	N,S,	6	0,11
Color de la hoja ^{ns}	0,82	N,S,	6	0,11
Margen de la lámina foliar ^{ns}	0,82	N,S,	6	0,11
Color de la corola ^{ns}	0,82	N,S,	6	0,11
Color de la mancha de la corola ^{ns}	0,82	N,S,	6	0,11
Forma de la corola ^{ns}	0,82	N,S,	6	0,11
Longitud de la corola ^{ns}	0,82	N,S,	6	0,11
Color del filamento ^{ns}	0,82	N,S,	6	0,11
Exserción del estigma ^{ns}	0,82	N,S,	6	0,11
Esterilidad masculina ^{ns}	0,82	N,S,	6	0,11
Pigmentación del cáliz ^{ns}	0,82	N,S,	6	0,11
Manchas o rayas antocianínicas ^{ns}	0,82	N,S,	6	0,11
Cuajado del fruto ^{ns}	0,82	N,S,	6	0,11
Forma del fruto en la unión/ pedicelo ^{ns}	0,82	N,S,	6	0,11
Apéndice en el fruto, vestigio floración ^{ns}	0,82	N,S,	6	0,11
Pedicelo con el fruto ^{ns}	0,82	N,S,	6	0,11
Pedicelo con el tallo ^{ns}	0,82	N,S,	6	0,11
Longitud de la placenta ^{ns}	0,82	N,S,	6	0,11
Color de la semilla ^{ns}	0,82	N,S,	6	0,11
Superficie de la semilla ^{ns}	0,82	N,S,	6	0,11

Fuente: Investigación de campo. 2018

a = caracteres que presentaron mayor valor discriminante para separar los grupos genéticos

** (A,S)= alta significancia, con (p<0,0001) y (p<0,0005)

* (S) = Significancia con (p<0,0005) N.S. (No significativo)

A continuación se describen las características cualitativas sobresalientes:

a) Pubescencia del hipocótilo

Carácter con el mayor valor discriminante para el agrupamiento de la colección de cultivares e indica que los G3, G4, G6 y G7 están asociados por el carácter de pubescencia escaso; mientras que G2 y G1 presentan pubescencia intermedia.

b) Posición de la flor

El carácter posición de la flor pendiente separa al G1, mientras que los grupos G2, G4 y G6, presentan posición de la flor erecta.

c) Tamaño de la semilla

Separa al grupo G1 con carácter intermedia, de los demás grupos (G2 al G9) que presentan carácter tamaño de semilla pequeña.

d) Pubescencia de la hoja

El carácter escaso de pubescencia de la hoja, asocia los G3, G4, G6 y G7; mientras que los grupos G1 y G2 se asocian por la pubescencia intermedia.

e) Forma del fruto

Separa mediante su valor discriminante, al indicar que los grupos G1, G3, G6 presentan carácter puntudo, mientras que se los grupos G4 y G7 presentan frutos con ápice romo.

f) Arrugamiento transversal del fruto

Separa al grupo G1 con carácter intermedio, de los demás grupos (G2, G3, G4, G5, G8 y G9) que presentan carácter levemente corrugado.

6.7 Relaciones entre características cuantitativas

Adicionalmente se realizaron algunas correlaciones simples entre las características cuantitativas más importantes, principalmente las relacionadas al fruto y semilla (Anexo H).

El diámetro y la longitud de los frutos son caracteres correlacionados con el peso de éstos, poseen un alto valor discriminante y facilitan la identificación de los morfotipos. Dada la forma de comercialización del chile cahabonero (en forma seca) se requieren frutos de pulpa delgada para simplificar el proceso de deshidratación, ya que materiales con alto espesor de pared del fruto también manifiesta una alta pérdida de agua y por tanto de peso final.

Se estableció que entre más ancho es el fruto, presenta un mayor número de semillas y más grueso es el espesor de la pared del fruto. La característica peso de 1 000 semillas, correlacionó positivamente con el longitud del fruto y diámetro de la semilla, lo que

también responde a lo mencionado anteriormente de que frutos de espesor alto, son de mayor peso.

En cuanto a la relación de las características, días a floración y días a fructificación se obtuvo una fuerte correlación positiva, lo que concuerda con algunos estudios con *Capsicum*, como los generados por anteriormente Madrigal²⁸.

Respecto al fruto se debe considerar que el chile cahabonero se comercializa principalmente molido, donde la forma y tamaño del fruto no tienen mucha repercusión; sin embargo, si se desea explorar otro tipo de agroindustria, es necesario considerar la calidad referida a las dimensiones de tamaño del fruto y características de la semilla que fueron correlacionadas.

6.8 Evaluación del rendimiento de cultivares de chile cahabonero

De acuerdo a los datos obtenidos (Anexos X y Y), los cultivares H2, W1 y V2 son estadísticamente iguales, presentando los mejores rendimientos en peso fresco. Sin embargo, de los tres mencionados, V2 pierde menos peso (14 %) en el proceso de secado, mientras que H2 y W1 pierden 21 % y 17 % respectivamente.

Cuadro 13
Rendimiento de los siete cultivares superiores (peso fresco y peso seco) y porcentaje de peso conservado, Santa María Cahabón, A.V.; 2018

Cultivar	Grupo morfológico	Peso en fresco lb/cuerda	Peso seco lb /cuerda	Peso conservado (%)
H2	6	408.48	321.37	78.67
W1	7	393.29	324.74	82.57
V2	6	389.88	333.52	85.54
H1	4	385.24	332.96	86.43
M2	7	378.94	315.71	83.31
T3	4	373.04	325.19	87.17
Q1	7	360.73	316.64	87.78

Fuente: Investigación de campo. 2018

Los cultivares que presentaron el mejor peso seco corresponden únicamente a miembros de los grupos morfológicos 4, 6 y 7; del grupo 4, sobresalieron H1 (Se'asir, Cahabón), T3 (Chichaché, Lanquín); del grupo 6, sobresalieron V2 (Chajmax, Lanquín) y H2 (Se'asir, Cahabón); finalmente del grupo 7 sobresalieron los cultivares W1 (Chichum, Lanquín), Q1 (La Isla, Raxruhá) y M1 (Tzalamtum, Cahabón); que estadísticamente son iguales (Anexo de rendimientos).

²⁸ Madrigal, L. A. *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. 1988, pàg. 97 p

Cuadro 14
Porcentaje de peso conservado por grupo morfológico de cultivares de chile tipo
Cahabonero, Santa María Cahabón, A.V.; 2018

Grupo	Peso en fresco lb/cuerda	Peso seco lb /cuerda	Peso conservado (%)
1	290.56	191.05	65.75
2	323.21	265.30	82.08
3	319.24	245.48	76.90
4	329.06	269.36	81.86
5	302.40	218.57	72.28
6	332.89	272.37	81.82
7	318.38	259.00	81.35

Fuente: Investigación de campo. 2018

De acuerdo al cuadro 14, en general, los cultivares del grupo 1 pierden mayor peso en proceso de secado, mismo que se caracteriza por frutos grandes con pocas semillas, por lo que buena parte de su peso está representado por la pared del fruto con alto contenido agua. Cultivares con frutos pequeños pierden menos peso, como es el caso de los grupos 2, 6 y 7, lo que se atribuye al mayor número de semillas que contienen.

6.9 Discusión general

En relación con la variabilidad morfológica de los 66 cultivares de chile cahabonero, los resultados de esta investigación coinciden con lo reportado por Medina, *et al.*²⁹, Cherian & Indira³⁰, Pardey, *et al.*³¹, Walsh & Hoot³² y Castañón³³, *et al.*, respecto a la variabilidad del género *Capsicum* que se manifiesta en caracteres del fruto, seguido de la arquitectura de la planta y finalmente caracteres de la flor.

Con base en la descripción del Consejo Internacional de Recursos Fitogenéticos – IBPGR³⁴ la caracterización involucra el registro de 49 variables cualitativas que son altamente heredables, y poco modificables por factores ambientales y por consiguiente pueden identificarse fácilmente. Sin embargo, el descriptor incluye 21 variables

²⁹ Medina CI, Lobo M, Gómez AF) *Variabilidad fenotípica en poblaciones de ají y pimentón de la colección colombiana del género Capsicum*. Revista Corpoica–Ciencia y Tecnología Agropecuaria; 2006 p.25–39.

³⁰ Cherian EV, Indira P *Variability in Capsicum chinense Jacq.* Germoplasm. Capsicum and Eggplant Newsletter. (2003) p. 47–53

³¹ Medina CI, Lobo M, Gómez AF *Variabilidad fenotípica en poblaciones de ají y pimentón de la colección colombiana del género Capsicum*. Revista Corpoica–Ciencia y Tecnología Agropecuaria. (2006) p. 25–39.

³² Walsh BM, Hoot SB) *Phylogenetic relationships of Capsicum (Solanaceae), using DNA sequences from two noncoding regions: the chloroplast atpB–rbcL spacer region and nuclear waxy introns*. International Journal of Plant Sciences (2001), p.1409–1418.

³³ Castañón, G. *Identificación de variables para caracterizar morfológicamente colectas de chile (Capsicum spp.) en Tabasco, México*. Universidad y Ciencia, húmedo trópico. México: 2010.

³⁴ International Board For Plant Genetic Resources (IBPGR). *Guidelines for developing descriptor lists* (Roma, Italia: IBPGR, 1980), pág 13

cuantitativas, íntimamente relacionadas con el rendimiento cuya expresión depende de las condiciones de manejo y del ambiente durante el ciclo de cultivo. Por lo tanto, los datos generados en esta investigación deben tomarse como preliminares, y los cultivares deberán ser sujetos de evaluación bajo diferentes condiciones ambientales, con el fin de tener un mejor criterio en cuanto al comportamiento productivo de los mismos.

Se identificaron 12 caracteres cualitativos y 13 caracteres cuantitativos con mayor capacidad discriminante de grupos, donde la posición de la flor, pubescencia de hipocotilo, y tallo; pubescencia, longitud y ancho de la hoja; ancho de la planta, forma, ancho y longitud del fruto; diámetro y peso de semillas son los caracteres más importantes por su variación, y útiles en una descripción morfológica inicial.

Esta caracterización, corroboró que los 66 cultivares de chile cahabonero evaluados corresponden a la especie *Capsicum annum* L. ya que presentaron plantas con flores solitarias, de corola blanca; caracteres que coinciden con lo reportado por Hernández, et al³⁵, Palacios³⁶, Muñoz³⁷ y Pardey³⁸; quienes describen estos atributos, como propios de la especie; mientras que las diferentes formas alternas de otros caracteres son evidencia de la diversidad dentro de los cultivares conocidos como chile cahabonero.

Además permitió la identificación de cultivares con características deseables desde el punto de vista agronómico: hábito de crecimiento, posición de la flor y tamaño del fruto.

Las características pubescencia en tallo y hoja se presentó en las tres opciones, escasa, intermedia y densa, siendo la más común la pubescencia escasa, este carácter es importante por su asociación con la susceptibilidad a algunas plagas o enfermedades y otras formas de estrés que afectan a la planta, por lo que esta diversidad del carácter es importante en futuras evaluaciones de cultivares.

En relación al hábito de crecimiento también existe variabilidad, es importante mencionar que la característica postrada es poco deseable porque los frutos sufren daño al estar en contacto con el suelo y se incrementa los gastos de mano de obra que se emplea para el tuteo. De los 66 materiales evaluados, 58 materiales (88%) presentaron un hábito intermedio, carácter deseable porque facilita las labores de cultivo; en caso de elegir materiales altos, se debe considerar actividades de tuteo.

³⁵ Hernández, E. *Jardines Botánicos y Bancos de Germoplasma: conservación ex situ frente a las perspectivas de una estrategia para la conservación de las plantas*. ES, Publicación ambienta. 2007. Disponible en http://www.mapa.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_AM/AM_2007_65_40_4_6.pdf. (28 de enero de 2018)

³⁶ Palacios, Shirley. *Caracterización morfológica de accesiones de Capsicum spp.* Tesis de Magíster en Ciencias, con énfasis en Recursos Fitogenéticos Neotropicales (Colombia: Universidad Nacional de Colombia, 2007), pág. 9

³⁷ Muñoz M., A. M. *Estudio de cruzabilidad entre las especies cultivadas y silvestres de Capsicum annum L. Capsicum chinense Jacq. y C. frutescens L. y propuesta de un protocolo para la observación de cromosomas en especies del género Capsicum*. Tesis Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira. 2002

³⁸ Pardey, Catherine. *Caracterización y evaluación de accesiones de capsicum del banco de germoplasma de la universidad nacional de Colombia sede palmira y determinacion del modo de herencia de la resistencia a potyvirus (pepdmv)*. Universidad Nacional de Colombia (Colombia: 2008), pág. 11

Es importante señalar que la forma del fruto también presentó variación y la mayoría de los cultivares presentaron frutos triangulares (80 %) y elongados (12 %), y algunos cultivares de fruto pequeño redondos. El análisis de relación entre variables cuantitativas del fruto, determinó que el peso del fruto está correlacionado positivamente con el largo y espesor del fruto y el número de semillas. Ello concuerda con lo reportado por González³⁹ y Madrigal⁴⁰ en la caracterización con otros materiales de *Capsicum*; y García⁴¹ establecieron que caracteres como ancho, peso y longitud de fruto, contribuyen de manera significativa en la discriminación de la variabilidad entre y dentro de *Capsicum annuum*.

Según Martín y González⁴², una de las mayores preocupaciones de los mejoradores es, conocer y determinar las características cuantitativas asociadas directamente con el rendimiento del cultivo. En este orden, el número de frutos por planta, altura y ancho de la planta, diámetro y longitud del fruto presentan alta variabilidad, son caracteres de selección para el incremento del rendimiento en chile cahabonero.

Según varios autores, *Capsicum* incluye especies autógamas facultativas, por lo que es capaz de autopolinizarse y polinizar a otras plantas del mismo género y atribuyen el bajo nivel de polimorfismo y de heterocigosis a la capacidad de comportarse como una planta autógama. El cruzamiento en esta especie se asocia a insectos polinizadores. Sin embargo, esta caracterización morfológica manifiesta la existencia de variabilidad entre los cultivares evaluados.

Es importante señalar que el chile cahabonero, ha sido un cultivo poco tecnificado, y sujeto a selección empírica, por lo que la variabilidad identificada entre los cultivares puede atribuirse a cruzamientos naturales, mutaciones espontáneas y mezcla de semillas por parte de agricultores; y constituye un valioso recurso sobre el cual, iniciar un programa de mejoramiento genético y desarrollo de cultivares con adecuadas características de porte y estructura de la planta, de calidad de fruto y rendimiento que favorezcan las labores de cultivo y la productividad.

³⁹ Gonzalez, O.A. 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 CATIE. 1985. 164 p.

⁴⁰ Madrigal, L. A. 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. 1988. 97 p.

⁴¹ García, MA. *Estudio de la diversidad genética de las accesiones de Capsicum spp. Del banco de germoplasma de la Universidad Nacional de Colombia*. Ph.D. Thesis. Sede (Palmira, Colombia, 2006), pág. 102

⁴² Martín, N. & González, W. Caracterización de accesiones de chile (*Capsicum* spp.). *Agronomía Mesoamericana*. (1991), p. 31-39.

6.9.1 Materiales promisorios

Según López y Castro⁴³, para *Capsicum* los procesos formales de mejoramiento genético a mediano o largo plazo, deben cumplir en primera instancia con la identificación de materiales promisorios o variedades propias para la región. De acuerdo a los datos obtenidos: análisis de características morfológicas cuantitativas y cualitativas, sumadas a aspectos agronómicos; se establece que:

a. Grupo promisorio

El grupo 7 presenta características de verdadero interés para fines de producción por lo que se puede considerar como promisorio. Las características que resaltan de materiales de este grupo son: altura de planta de entre 46-65 cm, hábito de crecimiento intermedio, densidad de ramificación intermedio, macollamiento escaso o intermedio, posición de la flor erecta, forma del fruto casi redondo o triangular, forma del ápice del fruto romo, epidermis lisa, mezcla varietal leve, tamaño de semilla pequeña y número de semillas de entre 20 a 50 por fruto. Mientras que en relación al rendimiento posterior al secado, se conserva el 81.35 % de peso.

Los materiales que constituyen este grupo, proceden de campos de agricultores ubicados en las comunidades: Chimulak, Santa Rosa Chivité, Se'asir, Chinatal, Tzalamtum de Santa María Cahabón; Chajmax y Chichum de San Agustín Lanquín; La isla, Raxruhá; y Catalpec, Chisec.

b. Materiales promisorios

Tres son los cultivares que sobresalen del grupo 7, por su rendimiento en peso seco y características morfológicas: M2 procedente de Tzalamtum, Santa María Cahabón, con rendimiento de 315 lb/cuerda; W1, procedente de Chichum, Lanquín, cuyo rendimiento fue 324,74 lb/cuerda; y Q1, procedente de La Isla, Raxruhá, con rendimiento de 316,64 lb/cuerda; los cuales pueden ser considerados para continuar con procesos de obtención de semilla y mejoramiento.

Los tres materiales en mención presentan características morfológicas: altura intermedia, arrugamiento transversal del fruto leve, mezcla varietal leve, densidad de ramificación intermedia y ancho de planta cercano a los 60 cm, y los mejores rendimientos en fresco y en seco, en comparación a los otros materiales.

⁴³ López, L. P. S. y Castro, G. F. H. *Al rescate de la diversidad del chile (Capsicum spp) en Oaxaca.* (México: Campo Experimental Valles INIFAP, Oaxaca. México, 1999), pág. 7

7. Conclusiones

- 7.1 La caracterización morfológica, mediante la evaluación variables cualitativas y cuantitativas confirma la existencia de variabilidad intra-específica en *Capsicum annuum* L. y de diversidad morfológica entre los 66 cultivares de chile tipo Cahabonero, que se expresa en 7 grupos morfológicos definidos.
- 7.2 En el municipio de Santa María Cahabón, el chile es un cultivo de tradición, como su nombre lo indica, y presenta mayor distribución espacial y variabilidad morfológica, ya que entre el 40 % y 60 % de cultivares que integran cada uno de los grupos morfológicos, tiene este origen. Actualmente se ha producido una amplia dispersión del cultivo hacia los municipios del departamento de Alta Verapaz, que reúnen condiciones de suelo, altitud, temperatura, precipitación pluvial y humedad relativa similares .
- 7.3 Características morfológicas como, como la pubescencia intermedia y densa del tallo, tamaño intermedio de semilla, la capacidad intermedia de ramificación y bajo macollamiento, que son importantes desde el punto de vista agronómico, presentan baja frecuencia relativa; sin embargo, los cultivares que las poseen constituyen una fuente importante de germoplasma a partir de la cual se puede iniciar un programa de mejoramiento genético.
- 7.4 Los cultivares de chile tipo Cahabonero ubicados en el grupo morfológico 1 son los que presentaron mayores diferencias en relación a los caracteres cualitativos y cuantitativos evaluados, y que se expresa en la distancia de Gower (2.61) que lo separa de los demás grupos. Los grupos morfológicos 7 y 3 comparten mayor similitud en caracteres cualitativos y cuantitativos.
- 7.5 El análisis de componentes principales indicó que 13 caracteres cuantitativos presentan alto valor discriminante: ancho de la planta, diámetro del tallo, longitud y ancho de hoja madura, días a la floración, y a la fructificación, longitud, ancho y peso del fruto, espesor de pared del fruto, número de lóculos por fruto y peso de 1 000 semillas. La prueba de X^2 , indicó que 10 de los caracteres cualitativos tienen alto valor discriminante, siendo ellas, en orden de mayor a menor valor de significancia, pubescencia de hipocotilo y tallo, posición de la flor, tamaño de semilla, pubescencia de la hoja, forma del fruto, arrugamiento transversal del fruto, número de semillas por fruto, condición de mezcla varietal y densidad de ramificación. El conjunto de estos caracteres cuantitativos y cualitativos es fundamental para la caracterización de los cultivares de chile tipo Cahabonero evaluados.
- 7.6 A través del análisis estadístico se estableció la existencia de correlaciones importantes entre caracteres morfológicos; así, se presentó una correlación positiva y altamente significativa entre días de floración y días de fructificación, entre longitud del fruto y ancho del fruto, entre peso del fruto y espesor de la pared del fruto, entre la longitud del fruto y diámetro de semilla, entre peso de 1 000 semillas y longitud del fruto, entre ancho del fruto y peso de 1 000 semillas; y correlación negativa entre número de lóculos y características de tamaño y peso del fruto.

- 7.7 En relación al factor agronómico rendimiento, se determinó que los cultivares H2 (Caserío Se'asir, Santa María Cahabón), W1 (Caserío Chichum, San Agustín Lanquín) y V2 (Aldea Chajmax (Guajbal), San Agustín Lanquín) son estadísticamente iguales y presentan los mejores rendimientos de frutos en peso fresco, 408.48 lb/cuerda, 393.29 lb/cuerda y 389.88 lb/cuerda respectivamente. Sin embargo, durante el proceso de secado, pierden diferente porcentaje de peso, de manera que los cultivares V2 (Aldea Chajmax (Guajbal), San Agustín Lanquín), H1 (Caserío Se'asir, Santa María Cahabón) T3 (Caserío Chicache, San Agustín Lanquín), W1 (Caserío Chichum, San Agustín Lanquín), H2 (Caserío Se'asir, Santa María Cahabón), Q1 (Aldea la Isla, Raxruhá) y M2 (Aldea Tzalamtun, Santa María Cahabón) presentan los mejores rendimientos de fruto, expresado en peso seco, 333.52 lb/cuerda, 332.96 lb/cuerda, 325.19 lb/cuerda, 324.74 lb/cuerda, 321.37 lb/cuerda, 316.64 lb/cuerda y 315.71 lb/cuerda, respectivamente y estadísticamente iguales, por lo que representan una interesante opción como materia prima para desarrollar cultivares con altos rendimientos.
- 7.8 Producto de la caracterización, se identificó al Grupo morfológico 7, como promisorio por sus caracteres morfológicos de importancia agronómica y rendimiento y entre los cultivares que lo conforman, sobresalen M2 (Aldea Tzalamtun, Santa María Cahabón), W1 (Caserío Chichum, San Agustín Lanquín), Q1 (Aldea la Isla, Raxruhá) y que presentan un buen rendimiento y características de alta importancia agronómica, tales como: altura de planta de entre 46-65 cm, hábito de crecimiento intermedio, densidad de ramificación intermedio, macollamiento intermedio, posición de la flor erecta, forma del fruto casi redondo o triangular, forma del ápice del fruto romo, epidermis lisa, mezcla varietal leve, tamaño de semilla pequeña y número de semillas de entre 20 a 50 por fruto; además presentan una buena adaptación a las condiciones climáticas de la región.

8. Recomendaciones

- 8.1. Realizar una serie de experimentos con los materiales promisorios en las áreas tradicionalmente productoras de Chile, para evaluar el comportamiento ante las variaciones ambientales (estrés abiótico) y la presencia de plagas y enfermedades.
- 8.2. Realizar análisis bromatológico y la identificación y cuantificación de los capsainoides (capsaicina e dihidrocapsaicina), considerando que son los compuestos que le confieren características fundamentales al producto.
- 8.3. A partir de los materiales promisorios realizar mejoramiento genético, mediante un programa de selección que permita obtener materiales con adecuadas características morfológicas y agronómicas, con resistencia o tolerancia a enfermedades (*Fusarium* sp. y *Phytophthora* sp.) y plagas insectiles (*Anthonomus* sp. y *Bemisia tabaci*) y alto potencial de rendimiento.
- 8.4. Propiciar la tecnificación del cultivo a través de la implementación de prácticas agronómicas de conservación de suelos, riego, control de malezas, plagas y enfermedades y fertilización; ya que la productividad depende de la interacción entre el potencial genético de la planta y de las condiciones ambientales donde se desarrolla la misma.

9. Bibliografía

- Ayala, H. 2003. LE IK, Los chiles en Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala Guatemala: Facultad de Agronomía. 107 p.
- Azurdia, C. y Martínez, A. 1983. Propuesta para la conservación y evaluación de los recursos fitogenéticos de Guatemala. Guatemala: Tikalia, 72 p.
- Azurdia, C. 1984. Consideraciones preliminares sobre la distribución y variabilidad del género *Capsicum* en el norte, oriente y centro de Guatemala. Guatemala: TIKALIA.
- Bosland, P.W. 1995. Capsicums: Innovative uses of and ancient crop. En: Estados Unidos: journal Janick (ed), progress in new crop.
- Bosland, P. W.; Votava, E. J. Peppers: vegetable and spice capsicums, 2012, Consultado 10 de enero de 2018. Disponible en http://books.google.com.mx/books?id=5AWTPZeFL8QC&printsec=frontcover&source=gbgbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Carballo, C. A. 1992. La calidad genética y su importancia en la producción de semillas. Situación actual de la producción, investigación y comercio de semillas en México. Memoria tercer Simposium. Torreón, Coahuila, México, 101 p.
- Castañón, G. 2010. Identificación de variables para caracterizar morfológicamente colectas de chile (*Capsicum spp.*) en Tabasco, México. Universidad y Ciencia, húmedo trópico. México.
- Castellón, E. 2013. Variación fenotípica de morfotipos de chile (*Capsicum annuum* L.) nativo de Oaxaca, México. México. 26 p.
- Chavéz, S. J. L.; Castillo, G. F. 1999. Variabilidad en caracteres morfológicos de colectas de chile manzano (*Capsicum pubescens* R y P). Rev. Fitotecnia Mexicana. México.
- Cherian EV, Indira P. 2003. Variability in *Capsicum chinense* Jacq. Germoplasm. Capsicum and Eggplant Newsletter.
- Di Rienzo J. A., Et al. 2017. InfoStat versión 2017. Universidad Nacional de Córdoba Argentina: Grupo InfoStat.
- Fundación Fray Domingo de Vico. 2014. Antecedentes, contexto y justificación. Santa María Cahabón, Alta Verapaz, Guatemala.
- 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. Ph.D. Thesis. Sede. Palmira, Colombia.

- González, M. M. y Bosland, P. W. 1991. Estrategias for stemming genetic erosion of *Capsicum* germoplasm in the Americas Diversity 7. México: 1991.
- González, M. y Azurdia, C. 1985. Los recursos genéticos de algunos cultivos tradicionales de Guatemala. Guatemala: Unidad de Comunicación Social del Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación.
- 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 CATIE.
- Hernández, E. 2007. Jardines Botánicos y Bancos de Germoplasma: conservación ex situ frente a las perspectivas de una estrategia para la conservación de las plantas. ES, Publicación ambiental. Consultado 28 de enero de 2018. Disponible en http://www.mapa.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_AM/AM_2007_65_40_46.pdf
- International Board For Plant Genetic Resources (IBPGR). 1983. Genetic Resources of *Capsicum*. Roma: IBPGR.
- Latournerie, M. L.; Et al. 2002. Valoración in situ de la diversidad morfológica de chiles (*Capsicum annuum* L. y *Capsicum chinense* Jacq) en Yaxcaba, Yucatán. Revista Fitotecnia Mexicana 25. México: Sociedad de Fitotecnia Mexicana.
- Long-Solis, J. 1986. *Capsicum* y cultura. La historia del chilli. México: Fondo de Cultura Económico.
- López, Jaime Rolando. 2014. Densidad de siembra. Asociación Nacional del Café, Revista El Cafetal. (Guatemala, ANACAFÈ). Consultado 09 de abril de 2018. Disponible en <https://www.anacafe.org/glifos/index.php?title=16TEC:Densidad-de-siembra>
- López, L. P. S.; Castro, G. F. H. 1999. Al rescate de la diversidad del chile (*Capsicum spp*) en Oaxaca. México: Campo Experimental Valles Centrales de Oaxaca. INIFAP, Oaxaca. México.
- 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.
- Martín, Nora y González, William. 1991. Caracterización de Acciones de Chile (*Capsicum spp.*) Agronomía Mesoamericana. México.
- Medina CI, Lobo M, Gómez AF). 2006. Variabilidad fenotípica en poblaciones de ají y pimentón de la colección colombiana del género *Capsicum*. Revista Corpoica-Ciencia y Tecnología Agropecuaria.

- Muñoz M., A. M. 2002. Estudio de cruzabilidad entre las especies cultivadas y silvestres de *Capsicum annuum* L. *Capsicum chinense* Jacq. y *C. frutescens* L. y propuesta de un protocolo para la observación de cromosomas en especies del género *Capsicum*. Tesis Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira.
- Nuez, F.; Gil, R.; Costa, J. 1996. El Cultivo de los Pimientos, Chiles y Ajies. México: Ediciones Mindiprensa.
- Palacios, Shirley. 2007. Caracterización morfológica de accesiones de *Capsicum* spp. Tesis de Magíster en Ciencias, con énfasis en Recursos Fitogenéticos Neotropicales. Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Pardey, Catherine. 2008. Caracterización y evaluación de accesiones de capsicum del banco de germoplasma de la universidad nacional de Colombia sede palmira y determinacion del modo de herencia de la resistencia a potyvirus (pepdmv). Universidad Nacional de Colombia. Colombia, 2008.
- Pla, E. 1986. Análisis Multivariado: Método de Componentes Principales. Washington D.C: Secretaria General de la Organización de los Estados Americanos).
- Viloria de Z., A; Et al. 2001. Crecimiento del pimentón (*Capsicum annuum* L.) en respuesta a diferentes niveles de N P K y densidad de siembra. Proc. Interamer. Soc. Trop. Hort. México.
- Vollota, Diana, Et al. 2011. Caracterización morfológica de introducciones de *Capsicum* spp. existentes en el Banco de Germoplasma activo de Corpoica C.I. Palmira, Colombia. Colombia: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria.
- Votaba, E. J., Et al. 2000. Genetic diversity and similarity revealed via molecular analysis among and within an in situ population and ex situ accessions of chiltepin (*Capsicum annuum* var. *glabriusculum*). China: Cons. Gene.
- Walsh BM, Hoot SB). 2001. Phylogenetic relationships of Caspicum (Solanaceae), using DNA sequences from two noncoding regions: the chloroplast atpB–rbcL spacer region and nuclear waxy introns. International Journal of Plant Sciences. EEUU.
- Zevada, Karla. 2005. Aplicación de Nitrógeno y magnesio para estimular el contenido de clorofila y los parámetros de crecimiento en chile jalapeño (*Capsicum annuum*), bajo condiciones de invernadero. Tesis de Ingeniero Biotecnólogo. México: Instituto Tecnológico de Sonora.

9. Anexos

Anexo 1

Agrupación del rendimiento (lb/cuerda) en peso fresco de 66 cultivares de chile tipo Cahabonero, Santa María Cahabón, A.V.; 2018

Materia l	Medias	Agrupación LSD Fisher LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=19,49393
H2	408,48	A
W1	393,29	A B
V2	389,88	A B C
H1	385,24	B C
M2	378,94	B C D
Ñ2	374,58	B C D E
T3	373,04	C D E
U2	361,53	D E F
T2	361,09	D E F G
Q1	360,73	D E F G
P1	357,43	E F G H
E1	357,41	E F G H
I4	357,00	E F G H
X2	352,02	F G H I
B1	351,82	F G H I
A3	349,66	F G H I J
A2	346,98	F G H I J
I3	346,09	F G H I J
O3	342,51	F G H I J
O1	341,95	G H I J
Y1	341,86	G H I J
X3	339,30	H I J
V1	337,20	I J K
G1	335,87	I J K L
AA1	334,39	I J K L
P2	332,90	I J K L M
J2	331,75	J K L M N
BB1	318,33	K L M N O
K2	317,03	L M N O P
Z1	314,35	M N O P Q
L3	312,64	N O P Q
R2	311,48	O P Q R
I2	309,43	O P Q R
C1	309,17	O P Q R
M1	308,42	O P Q R
II	305,92	O P Q R S
U3	304,87	O P Q R S
G3	304,40	O P Q R S
U1	304,19	O P Q R S
J1	303,79	O P Q R S
X1	301,11	O P Q R S T
N1	300,70	O P Q R S T U
W2	300,34	O P Q R S T U W
S2	299,86	O P Q R S T U W
H3	299,80	O P Q R S T U W
D1	299,61	O P Q R S T U W
Ñ3	298,98	O P Q R S T U W

C3	298,75	P Q R S T U W
O2	296,08	Q R S T U W X
V3	295,53	Q R S T U W X
R1	292,52	R S T U W X
L2	292,27	R S T U W X
Q2	286,75	S T U W X Y
CC1	282,27	T U W X Y Z
B3	281,56	U W X Y Z
S1	281,09	W X Y Z
K1	278,83	X Y Z
Ñ1	271,01	Y Z
L1	269,31	Y Z
DD1	269,29	Y Z
T1	267,08	Z a
B2	263,01	Z a
K3	249,04	a b
P3	231,11	b c
G2	226,90	c
O4	193,04	d

Fuente: Investigación de campo. 2018

Anexo 2

**Rendimiento en peso seco (lb/cuerda) de cultivares de chile tipo Cahabonero,
Santa María Cahabón, A.V.; 2018**

Materia l	Media s	Agrupación (Prueba medias LSD Fisher) LSD Fisher Alfa=0,05 DMS= 24,10310
V2	333,52	A
H1	332,96	A
T3	325,19	A
W1	324,74	A
H2	321,37	A B
Q1	316,64	A B C
M2	315,71	A B C D
Ñ2	299,97	B C D E
E1	292,97	C D E F
P1	292,37	D E F G
U2	290,56	E F G
X3	285,36	E F G H
P2	283,55	E F G H I
T2	282,23	E F G H I J
V1	279,65	E F G H I J K
I4	278,49	E F G H I J K L
G1	278,47	E F G H I J K L
O3	277,89	E F G H I J K L
K2	269,34	F G H I J K L M
X2	268,32	G H I J K L M N
BB1	264,43	H I J K L M N O
M1	261,99	H I J K L M N O
I1	261,65	H I J K L M N O
D1	261,34	H I J K L M N O
C1	260,65	I J K L M N O
O1	259,77	I J K L M N O
Ñ3	259,56	I J K L M N O
I2	258,79	J K L M N O
B1	257,13	K L M N O
Z1	255,46	L M N O P
I3	252,73	M N O P Q
S2	250,84	M N O P Q R
X1	249,83	M N O P Q R
N1	248,14	M N O P Q R S
V3	247,62	M N O P Q R S T
Q2	247,29	M N O P Q R S T
Y1	244,71	N O P Q R S T
W2	243,59	O P Q R S T
Ñ1	231,91	P Q R S T U
R2	230,67	Q R S T U
L1	229,23	Q R S T U
S1	227,90	R S T U W
C3	224,75	S T U W X

AA1	224,31	S T U W X
K1	223,74	T U W X
J2	215,43	U W X Y
A2	215,02	U W X Y
A3	214,71	U W X Y
K3	214,49	U W X Y
R1	213,20	U W X Y
H3	212,59	U W X Y
B3	212,40	U W X Y
L3	208,74	U W X Y
L2	205,05	W X Y Z
O2	203,48	X Y Z
U1	201,49	X Y Z a
G3	200,65	X Y Z a
U3	193,25	Y Z a b
B2	192,95	Y Z a b
CC1	181,89	Z a b
J1	181,62	Z a b
DD1	177,83	a b
T1	172,01	b
G2	170,20	b
P3	136,01	c
O4	126,68	c

Fuente: Investigación de campo. 2018

Anexo 3

Coeficiente de correlación entre pares de características cuantitativas de los cultivos de chile tipo Cahabonero (*Capsicum annuum* L.), Santa María Cahabón, A.V.; 2018

Variable(1)	Variable(2)	Pearson	p-valor
Días a la floración	Días a la fructificación	0.96	0.00
	Longitud del pedicelo del ..	0.11	0.37
Días a la fructificación	Días a la floración	0.96	0.00
	Ancho del fruto [cm]	0.11	0.36
Período de fructificación	Días a la floración	0.07	0.60
	Longitud del fruto [cm]	-0.08	0.53
	Ancho del fruto [cm]	-0.14	0.26
	Número de lóculos	0.13	0.29
Longitud del fruto [cm]	Días a la fructificación	0.06	0.61
	Ancho del fruto [cm]	0.61	0.00
	Número de lóculos	-0.42	0.00
	Diámetro de la semilla [mm..]	0.80	0.00
	Peso de 1 000 semillas [g]	0.81	0.00
Ancho del fruto [cm]	Longitud del fruto [cm]	0.61	0.00
	Número de lóculos	-0.37	0.00
	Diámetro de la semilla [mm..]	0.58	0.00
	Peso de 1 000 semillas [g]	0.61	0.00
Peso del fruto [g]	Longitud del pedicelo del ..	0.25	0.04
	Espesor de la pared del fr..	0.78	0.00
	Diámetro de la semilla [mm..]	0.05	0.70
	Peso de 1 000 semillas [g]	0.07	0.60
Longitud del pedicelo del fruto	Peso del fruto [g]	0.25	0.04
	Espesor de la pared del fr..	0.15	0.22
Espesor de la pared del fruto	Peso del fruto [g]	0.78	0.00
	Longitud del pedicelo del ..	0.15	0.22
Número de lóculos	Longitud del fruto [cm]	-0.42	0.00
	Ancho del fruto [cm]	-0.37	0.00
	Diámetro de la semilla [mm..]	-0.44	0.00
	Peso de 1 000 semillas [g]	-0.43	0.00
Diámetro de la semilla	Longitud del fruto [cm]	0.80	0.00
	Ancho del fruto [cm]	0.58	0.00
	Número de lóculos	-0.44	0.00
	Peso de 1 000 semillas	0.91	0.00
Peso de 1 000 semillas [g]	Longitud del fruto [cm]	0.81	0.00
	Ancho del fruto [cm]	0.61	0.00
	Número de lóculos	-0.43	0.00
	Diámetro de la semilla [mm]	0.91	0.00

Fuente: Investigación de campo. 2018

Anexo 4



Descripción de características de los cultivares de chile tipo Cahabonero (*Capsicum annuum* L.) del grupo morfológico 1, Santa María Cahabón, A.V.; 2018

Grupo Morfológico 1	
<ul style="list-style-type: none"> • Pubescencia del hipocótilo: intermedio • Pubescencia del tallo: intermedio • Posición de la flor: pendiente • Tamaño de la semilla: intermedia • Pubescencia de la hoja: intermedio • Forma del fruto : elongado • Arrugamiento transversal del fruto: intermedio • Número de semillas por fruto: <20 semillas • Condición de mezcla varietal: leve • Densidad de ramificación: intermedia • Forma del ápice del fruto: puntudo • Tipo de epidermis del fruto: semirrugosa • Ancho de la planta [cm]: 64,87 • Diámetro del tallo [cm] : 1,52 • Longitud hoja madura [cm] : 6,20 • Ancho de la hoja madura [cm] : 3,60 • Días a la floración: 51,44 • Días a la fructificación 61,78 • Longitud del fruto [cm] : 3,91 • Ancho del fruto [cm] : 1,62 • Peso del fruto [g] : 0,70 • Espesor de la pared del fruto [mm] : 0,76 • Número de lóculos: 2,00 • Diámetro de la semilla [mm] : 4,11 • Peso de 1 000 semillas [g] : 6,27 	 
<p>Localidades de origen:</p> <p>Santa María Cahabón: Se'xoy, Santa Cruz Miraflores, Santa Rosa Chivitéy Chipoc</p> <p>San Agustín Lanquín: Serraxquiche</p> <p>San Fernando Cahal: Siguanhá I</p> <p>San Pedro Carchá: Chipar</p>	

Fuente: Investigación de campo. 2018

Anexo 4

Descripción de características de los cultivares de chile tipo Cahabonero (*Capsicum annuum* L.) del grupo morfológico 2, Santa María Cahabón, A.V.; 2018

Grupo Morfológico 2	
<ul style="list-style-type: none"> • Pubescencia del hipocótilo: intermedio • Pubescencia del tallo: intermedio • Posición de la flor: erecta • Tamaño de la semilla: pequeña • Pubescencia de la hoja: intermedio • Forma del fruto : triangular • Arrugamiento transversal del fruto: leve • Número de semillas por fruto: 20-50 semillas • Condición de mezcla varietal: leve • Densidad de ramificación: intermedia • Forma del ápice del fruto: puntudo • Tipo de epidermis del fruto: lisa • Ancho de la planta [cm]: 61,69 • Diámetro del tallo [cm] : 1,44 • Longitud hoja madura [cm] : 6,22 • Ancho de la hoja madura [cm] : 3,58 • Días a la floración: 51,13 • Días a la fructificación 61,13 • Longitud del fruto [cm] : 1,80 • Ancho del fruto [cm] : 1,08 • Peso del fruto [g] : 0,65 • Espesor de la pared del fruto [mm] : 0,80 • Número de lóculos: 3 • Diámetro de la semilla [mm] : 3,25 • Peso de 1 000 semillas [g] : 4,26 	 
<p>Localidades de origen:</p> <p>Santa María Cahabón: Saquijá, Chinatal, San Jacinto Chinayú</p> <p>San Agustín Lanquín: Serraxquiché, Chichum</p> <p>San Fernando Chahal: Siguanhá I</p> <p>Raxruhá: San Isidro</p>	

Fuente: Investigación de campo. 2018

Anexo 4



Descripción de características de los cultivares de chile tipo Cahabonero (*Capsicum annuum* L.) del grupo morfológico 3, Santa María Cahabón, A.V.; 2018

Grupo Morfológico 3	
<ul style="list-style-type: none"> • Pubescencia del hipocótilo: escaso • Pubescencia del tallo: escaso • Posición de la flor: erecta • Tamaño de la semilla: pequeña • Pubescencia de la hoja: escasa • Forma del fruto : triangular • Arrugamiento transversal del fruto: leve • Número de semillas por fruto: 20-50 semillas • Condición de mezcla varietal: intermedia • Densidad de ramificación: escasa • Forma del ápice del fruto: puntudo • Tipo de epidermis del fruto: lisa • Ancho de la planta [cm]: 56,92 • Diámetro del tallo [cm] : 1,59 • Longitud hoja madura [cm] : 6,37 • Ancho de la hoja madura [cm] : 4,12 • Días a la floración: 51,36 • Días a la fructificación 61,64 • Longitud del fruto [cm] : 1,84 • Ancho del fruto [cm] : 1,04 • Peso del fruto [g] : 0,69 • Espesor de la pared del fruto [mm] : 0,81 • Número de lóculos 2 • Diámetro de la semilla [mm] : 3,41 • Peso de 1 000 semillas [g] : 4,72 	 
<p>Localidades de origen:</p> <p>Santa María Cahabón: Chimulak, Santa Rosa Chivité, Pinares, Champerico, Chipoc y Sehuc</p> <p>San Agustín Lanquín: Yutbal, Sesab y Chajmax</p> <p>Santa Catalina La Tinta: Cantihá</p> <p>Raxruhá: Sexan I</p>	

Fuente: Investigación de campo. 2018

Anexo 4

Descripción de características de los cultivares de chile tipo Cahabonero (*Capsicum annuum* L.) del grupo morfológico 4, Santa María Cahabón, A.V.; 2018

Grupo Morfológico 4	
<ul style="list-style-type: none">• Pubescencia del hipocótilo: escaso• Pubescencia del tallo: escaso• Posición de la flor: erecta• Tamaño de la semilla: pequeña• Pubescencia de la hoja: escasa• Forma del fruto : triangular• Arrugamiento transversal del fruto: leve• Número de semillas por fruto: 20-50 semillas• Condición de mezcla varietal: intermedia• Densidad de ramificación: escasa• Forma del ápice del fruto: romo• Tipo de epidermis del fruto: lisa• Ancho de la planta [cm]: 62,41• Diámetro del tallo [cm] : 1,42• Longitud hoja madura [cm] : 5,92• Ancho de la hoja madura [cm] : 3,69• Días a la floración: 48,11• Días a la fructificación: 58,67• Longitud del fruto [cm] : 1,51• Ancho del fruto [cm] : 0,90• Peso del fruto [g] : 0,75• Espesor de la pared del fruto [mm] : 0,81• Número de lóculos: 2,89• Diámetro de la semilla [mm] : 3,22• Peso de 1 000 semillas [g] : 4,32	 
Localidades de origen: Santa María Cahabón: Chaslaw Searranx, San Martín Chichaj, Se'asir, Sehuc y San Jacinto Chinayú San Agustín Lanquín: Yutbal y Chichaché Chisec: Catalpec Raxruhá: Sexan I Fray Bartolomé de las Casas: Secacao I	

Fuente: Investigación de campo. 2018

Anexo 4



Descripción de características de los cultivares de chile tipo Cahabonero (*Capsicum annuum* L.) del grupo morfológico 5, Santa María Cahabón, A.V.; 2018

Grupo Morfológico 5	
<ul style="list-style-type: none">• Pubescencia del hipocótilo: intermedio• Pubescencia del tallo: intermedio• Posición de la flor: pendiente• Tamaño de la semilla: pequeña• Pubescencia de la hoja: intermedio• Forma del fruto : triangular• Arrugamiento transversal del fruto: intermedio• Número de semillas por fruto: <20 semillas• Condición de mezcla varietal: intermedia• Densidad de ramificación: intermedia• Forma del ápice del fruto: puntudo• Tipo de epidermis del fruto: semirrugosa• Ancho de la planta [cm]: 65,40• Diámetro del tallo [cm] : 1,50• Longitud hoja madura [cm] : 6,42• Ancho de la hoja madura [cm] : 3,74• Días a la floración: 50,33• Días a la fructificación 61• Longitud del fruto [cm] : 2,41• Ancho del fruto [cm] : 1,37• Peso del fruto [g] : 0,68• Espesor de la pared del fruto [mm] : 0,78• Número de lóculos: 2• Diámetro de la semilla [mm] : 3,37• Peso de 1 000 semillas [g] : 5,05	
<p>Localidades de origen: Santa María Cahabón: Chaslaw Serranx y Sehuc San Agustín Lanquín: Serraxquiché y Chichaché Chisec: Muqbilhá Raxruhá: San Isidro San Fernando Chahal: Siguanhá I</p>	

Fuente: Investigación de campo. 2018

Anexo 4



Descripción de características de los cultivares de chile tipo Cahabonero (*Capsicum annuum* L.) del grupo morfológico 6, Santa María Cahabón, A.V.; 2018

Grupo Morfológico 6	
<ul style="list-style-type: none">• Pubescencia del hipocótilo: escaso• Pubescencia del tallo: escaso• Posición de la flor: erecta• Tamaño de la semilla: pequeña• Pubescencia de la hoja: escaso• Forma del fruto : triangular• Arrugamiento transversal del fruto: leve• Número de semillas por fruto: 20-50 semillas• Condición de mezcla varietal: leve• Densidad de ramificación: intermedia• Forma del ápice del fruto: puntudo• Tipo de epidermis del fruto: lisa• Ancho de la planta [cm]: 60,68• Diámetro del tallo [cm] : 1,57• Longitud hoja madura [cm] : 6,43• Ancho de la hoja madura [cm] : 3,84• Días a la floración: 51• Días a la fructificación: 61• Longitud del fruto [cm] : 1,71• Ancho del fruto [cm] : 0,88• Peso del fruto [g] : 0,67• Espesor de la pared del fruto [mm] : 0,65• Número de lóculos: 3,00• Diámetro de la semilla [mm] : 3,26• Peso de 1 000 semillas [g] : 4,35	 
<p>Localidades de origen: Santa María Cahabón: Se'Asir, Pinares, Champerico, Tzalamtum, Balamté, San Jacinto Chinayú San Agustín Lanquín: Sesab, Chajmax y Chichaché Chisec: Catalpec Santa Catalina la Tinta: Chavcal I</p>	

Fuente: Investigación de campo. 2018

Anexo 4

Descripción de características de los cultivares de chile tipo Cahabonero (*Capsicum annuum* L.) del grupo morfológico 7, Santa María Cahabón, A.V.; 2018

Grupo Morfológico 7	
<ul style="list-style-type: none">• Pubescencia del hipocótilo: escasa• Pubescencia del tallo: escasa• Posición de la flor: erecta• Tamaño de la semilla: pequeña• Pubescencia de la hoja: escaso• Forma del fruto : triangular• Arrugamiento transversal del fruto: leve• Número de semillas por fruto: 20-50 semillas• Condición de mezcla varietal: leve• Densidad de ramificación: intermedia• Forma del ápice del fruto: romo• Tipo de epidermis del fruto: lisa• Ancho de la planta [cm]: 64,38• Diámetro del tallo [cm] : 1,58• Longitud hoja madura [cm] : 6,97• Ancho de la hoja madura [cm] : 4,15• Días a la floración: 49• Días a la fructificación: 60• Longitud del fruto [cm] : 1,91• Ancho del fruto [cm] : 1,02• Peso del fruto [g] : 0,59• Espesor de la pared del fruto [mm] : 0,55• Número de lóculos: 2• Diámetro de la semilla [mm] : 3,29• Peso de 1 000 semillas [g] : 4,45	 
<p>Localidades de origen: Santa María Cahabón: Chimulak, Santa Rosa Chivité, Se'asir, Chinatal, Tzalamtum. San Agustín Lanquín: Chajmax y Chichum Raxruhá: La isla Chisec: Catalpec</p>	

Fuente: Investigación de campo. 2018

Anexo 5

Descriptores utilizados en la caracterización morfológica de chile tipo cahabonero (*Capsicum annuum* L.)

	1. Parte vegetativa	34	- Longitud de la antera
	1.1. Plántula	35	- Color del filamento
1	- Color del hipocótilo	36	- Longitud del filamento
2	- Pubescencia del hipocótilo	37	- Exserción del estigma
3	- Color de la hoja cotiledónea	38	- Esterilidad masculina
4	- Forma de la hoja cotiledónea	39	- Pigmentación del cáliz
5	- Longitud de la hoja cotiledónea	40	- Margen del cáliz
6	- Ancho de la hoja cotiledónea	41	- Constricción anular del cáliz
	1.2. Datos de la planta		2.2. Fruto
7	- Ciclo de vida	42	- Días a la fructificación
8	- Color del tallo	43	- Manchas o rayas antocianínicas
9	- Antocianina del nudo (toda la planta)	44	- Color del fruto en el estado intermedio
10	- Forma del tallo	45	- Cuajado del fruto
11	- Pubescencia del tallo	46	- Período de fructificación
12	- Altura de la planta	47	- Color del fruto en el estado maduro
13	- Hábito de crecimiento de la planta	48	- Forma del fruto
14	- Ancho de la planta	49	- Longitud del fruto
15	- Longitud de la planta	50	- Ancho del fruto
16	- Diámetro del tallo	51	- Peso del fruto
17	- Densidad de ramificación	52	- Longitud del pedicelo del fruto
18	- Macollamiento	53	- Espesor de la pared del fruto 25
19	- Densidad de hojas	54	- Forma del fruto en la unión del pedicelo
20	- Color de la hoja	55	- Cuello en la base del pedicelo
21	- Forma de la hoja	56	- Forma en el ápice del fruto
22	- Margen de la lámina foliar	57	- Apéndice en el fruto, vestigio de la floración
23	- Pubescencia de la hoja	58	- Arrugamiento transversal del fruto
24	- Longitud de la hoja madura	59	- Número de lóculos
25	- Ancho de la hoja madura	60	- Tipo de epidermis del fruto
	2. Inflorescencia y fruto	61	- Persistencia fruto maduro –pedicelo con fruto
	2.1. Inflorescencia	62	- Persistencia fruto maduro- pedicelo con tallo
26	- Días a la floración	63	- Longitud de la placenta
27	- Número de flores por axila	64	- Condición de mezcla varietal
28	- Posición de la flor		2.3. Semilla
29	- Color de la corola	65	- Color de la semilla
30	- Color de la mancha de la corola	66	- Superficie de la semilla
31	- Forma de la corola	67	- Tamaño de la semilla
32	- Longitud de la corola	68	- Diámetro de la semilla
33	- Color de las anteras	69	- Peso de 1000 semillas
		70	- Número de semillas por fruto

Fuente: IPGRI, *Descriptores para Capsicum (Capsicum spp.)*. 1995

Anexo 6

Condiciones de la toma de datos de cada descriptor para *Capsicum annuum* L.

Descriptor	Momento toma de dato
1-4	Registrar los datos cuando el brote terminal tiene de 1 a 2 mm de tamaño
5	Medir la longitud cuando las hojas cotiledóneas estén completamente desarrolladas. Promedio de 10 hojas cotiledóneas
6	Medir la longitud cuando las hojas cotiledóneas estén completamente desarrolladas. Promedio de 10 hojas cotiledóneas
7	Se registra en las plantas jóvenes antes del trasplante
8-9	Se observa cuando la planta está madura
10	Se observa en las plantas maduras, excluyendo los primeros dos nudos debajo del brote
11	Se registra cuando comienza a madurar el primer fruto en el 50% de las plantas
12	Observado cuando ha comenzado a madurar el primer fruto en el 50% de las plantas.
13	Se mide inmediatamente después de la primer cosecha, en el punto más ancho
14	Se mide la altura hasta la primer bifurcación, inmediatamente después de la primer cosecha
15	Se mide en la parte del medio hasta la primer bifurcación, inmediatamente después de la primer cosecha
16	Todo el ciclo
17	Se observa debajo de la primer bifurcación
18	Se observa en plantas sanas y maduras. Promedio de 10 plantas
19-23	Los datos se registran cuando ha comenzado a madurar el primer fruto en el 50% de las plantas. Promedio de 10 hojas maduras (de las ramas principales de la planta)
24	Número de días desde la siembra hasta que el 50% de las plantas tienen por lo menos una flor abierta
25-29	Datos registrados en flores totalmente abiertas durante el primer flujo de floración
30	Promedio de 10 pétalos de corola diseccionada
31	Se observa inmediatamente después de la floración y en el momento de la antesis
32	Promedio de 10 flores seleccionadas de 10 plantas. Observadas inmediatamente en el momento de la antesis
33	Se observa inmediatamente cuando la antesis está completa
34	Promedio de 10 flores seleccionadas de 10 plantas. Se observa inmediatamente a la antesis.
35	Exserción con relación a las anteras, Promedio de 10 flores seleccionadas de 10 plantas. Se observa a la antesis completa
36-38	Datos registrados en flores totalmente abiertas durante el primer flujo de floración
39	En la unión del cáliz con el pedicelo. Se observa cuando su estado es maduro.
40	Los datos se registran en frutos maduros (a la primera cosecha) Número de días desde el trasplante hasta que el 50% de las plantas tienen frutos en la primera y segunda bifurcaciones
41	Se observa en frutos inmaduros justo antes de la madurez
42	Se observa justo antes de la madurez
43	Se registra antes de la cosecha
44	Número de días desde el primer cuajado del fruto hasta la última formación del fruto
45-46	En la unión del cáliz con el pedicelo. Se observa cuando su estado es maduro.

47-49	Promedio de 10 frutos maduros de la segunda cosecha
50	Promedio de la longitud de 10 pedicelos de la segunda cosecha medida hasta un lugar decimal
51	Promedio del espesor de 10 frutos maduros de la segunda cosecha, medido en el punto más ancho hasta un lugar decimal
52-53	Se observa cuando su estado es maduro.
54	Promedio de 10 frutos.
55	Se observa cuando su estado es maduro.
56	Promedio de 10 frutos, (1/3 desde el final del pedicelo).
57	Regístrelo; si no, registre los dos números más frecuentes (o el porcentaje de todas las categorías)
58	Promedio de 10 frutos, (1/3 desde el final del pedicelo).
59	Observar 10 frutos, si el número de lóculos (cámara) es uniforme, regístrelo; si no, registre los dos números más frecuentes (o el porcentaje de todas las categorías)
60-66	Se observa cuando su estado es maduro.
67	Promedio de 10 semillas escogidas al azar
68	Diámetro máximo de 10 semillas hasta dos lugares decimales
69	Toma posterior a la cosecha
70	Promedio de por lo menos 10 frutos por accesión escogidos al azar

Fuente: IPGRI, *Descriptores para Capsicum (Capsicum spp.)*. 1995

Anexo 7

Descriptores para *Capsicum*, según IPGRI, AVRDC y CATIE

De acuerdo al IPGRI, AVRDC, CATIE ⁴⁴

1. Descriptores de la planta

1.1 Parte vegetativa

1.1.1 Color del hipocótilo

- 1 Blanco
- 2 Verde
- 3 Morado

1.1.2 Pubescencia del hipocótilo

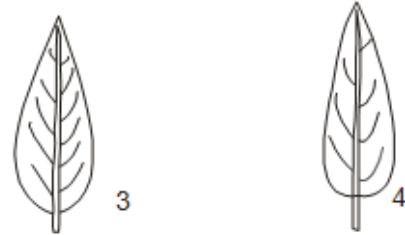
- 3 Escasa
- 5 Intermedia
- 7 Densa

1.1.3 Color de la hoja cotiledónea

- 1 Verde claro
- 2 Verde
- 3 Verde oscuro
- 4 Morado claro
- 5 Morado
- 6 Morado oscuro
- 7 Jaspeado
(abigarrado)
- 8 Amarillo
- 9 Otro (especificar
en el descriptor)

1.1.4 Forma de la hoja cotiledónea

- 1 Deltoide
- 2 Oval
- 3 Lanceolada
- 4 Elongada-deltoide



1.1.5 Longitud de la hoja cotiledónea [mm]

1.1.6 Ancho de la hoja cotiledónea [mm]

1.2 Datos de la planta

1.2.1 Ciclo de vida

- 1 Anual
- 2 Bianual
- 3 Perenne

1.2.2 Color del tallo

- 1 Verde
- 2 Verde con rayas púrpura
- 3 Morado
- 4 Otro (especificar)

1.2.3 Antocianina del nudo (toda la planta)

- 1 Verde
- 3 Morado claro
- 5 Morado
- 7 Morado oscuro

⁴⁴ International Plant Genetic Resources Institute, Centro Asiático para el Desarrollo y la Investigación Relativos a los Vegetales y Centro Agronómico Tropical de Investigación Y Enseñanza (IPGRI, AVRDC, CATIE). *Descriptores para Capsicum (Capsicum spp.)*. (Roma, Italia: IPGRI), pág. 25-40

- 1.2.4 Forma del tallo
- 1 Cilíndrico
 - 2 Angular
 - 3 Achatado (aplastado)



- 1.2.5 Pubescencia del tallo
- 3 Escasa
 - 5 Intermedia
 - 7 Densa



- 1.2.6 Altura de la planta [cm]

- 1 <25
- 2 25-45
- 3 46-65
- 4 66-85
- 5 >85

- 1.2.7 Hábito de crecimiento de la planta

- 3 Prostrada
- 5 Intermedia (compacta)
- 7 Erecta
- 9 Otro (Especificar)

- 1.2.8 Ancho de la planta [cm]

- 1.2.9 Longitud del tallo [cm]

- 1.2.10 Diámetro del tallo [cm]

- 1.2.11 Densidad de ramificación

- 3 Escasa
- 5 Intermedia
- 7 Densa

- 1.2.12 Macollamiento

- 3 Escaso
- 5 Intermedio
- 7 Denso

1.2.13 Densidad de hojas

3 Escasa

5 Intermedia

7 Densa

1.2.14 Color de la hoja

1 Amarillo

2 Verde claro

3 Verde

4 Verde oscuro

5 Morado claro

6 Morado

7 Jaspeado (abigarrado)

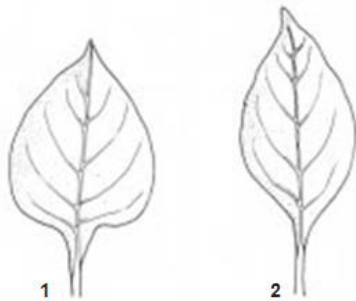
8 Otro (especificar)

1.2.15 Forma de la hoja

1 Deltoide

2 Oval

3 Lanceolada



1.2.16 Margen de la lámina foliar

1 Entera

2 Ondulada

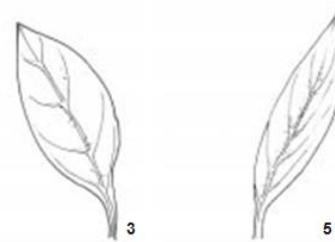
3 Ciliada

1.2.17 Pubescencia de la hoja

3 Escasa

5 Intermedia

7 Densa



1.2.18 Longitud de la hoja madura [cm]

1.2.19 Ancho de la hoja madura [cm]

2 Inflorescencia y fruto

2.1 Inflorescencia

2.1.1 Días a la floración

2.1.2 Número de flores por axila

1 Uno

2 Dos

3 Tres o más

4 Muchas flores en racimo,

pero cada una en axila individual
(crecimiento fasciculado)

5 Otro (es decir, cultivares
con dos flores en la primer axila y con
una solamente en la otra)

2.1.3 Posición de la flor

- 3 Pendiente
- 5 Intermedia
- 7 Erecta



2.1.4 Color de la corola

- 1 Blanco
- 2 Amarillo claro
- 3 Amarillo
- 4 Amarillo-verdoso
- 5 Morado con la base blanca
- 6 Blanco con la base púrpura
- 7 Blanco con el margen púrpura
- 8 Morado
- 9 Otro (especificar en el descriptor)

2.1.5 Color de la mancha de la corola

- 1 Blanco
- 2 Amarillo
- 3 Verde-amarillento
- 4 Verde
- 5 Morado
- 6 Otro (especificar en el descriptor)

2.1.6 Forma de la corola

- 1 Redonda
- 2 Acampanulada
- 3 Otro (especificar en el descriptor)

2.1.7 Longitud de la corola [cm]

- 1 <1.5
- 2 1-5-2.5
- 3 >2.5

2.1.8 Color de las anteras

- 1 Blanco
- 2 Amarillo
- 3 Azul pálido
- 4 Azul
- 5 Morado
- 6 Otro (especificar en el descriptor)

2.1.9 Longitud de la antera [mm]

2.1.10 Color del filamento

- 1 Blanco
- 2 Amarillo
- 3 Verde
- 4 Azul
- 5 Morado claro
- 6 Morado
- 7 Otro (especificar en el descriptor)

2.1.11 Longitud del filamento [mm]

2.1.12 Exserción del estigma

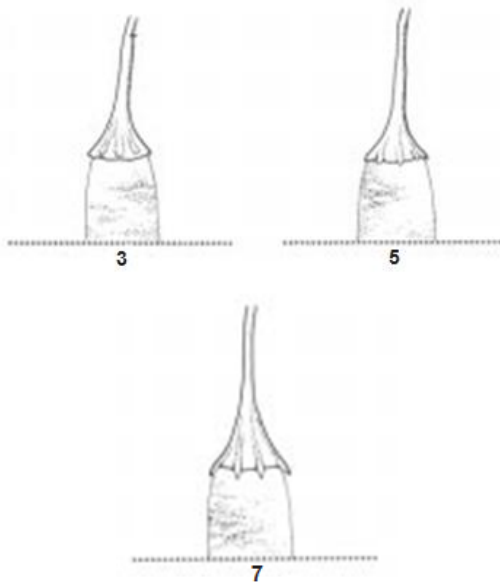
- 3 Inserto
- 5 Al mismo nivel
- 7 Exserto

2.1.13 Esterilidad masculina

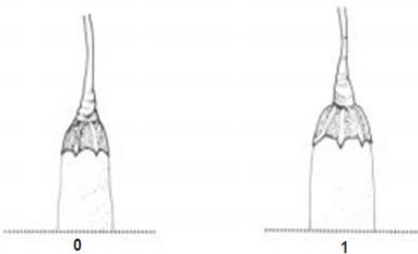
- 0 No
- 1 Si

- 7.2.1.14 Pigmentación del cáliz
 0 Ausente
 1 Presente

- 2.1.15 Margen del cáliz
 1 Entero (liso)
 2 Intermedio
 3 Dentado
 4 Otro (especificar en el descriptor)



- 2.1.16 Constricción anular del cáliz
 0 Ausente
 1 Presente



2.2 Fruto

- 2.2.1 Días a la fructificación

- 2.2.2 Manchas o rayas antocianínicas
 0 Ausente
 1 Presente

- 2.2.3 Color del fruto en el estado intermedio
 1 Blanco
 2 Amarillo
 3 Verde
 4 Anaranjado
 5 Morado
 6 Morado oscuro
 7 Otro (especificar en el descriptor)

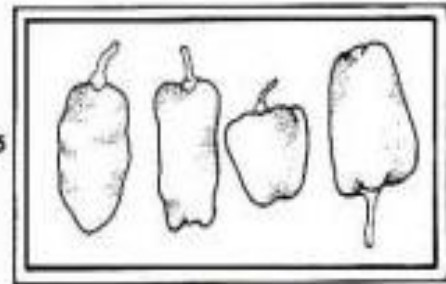
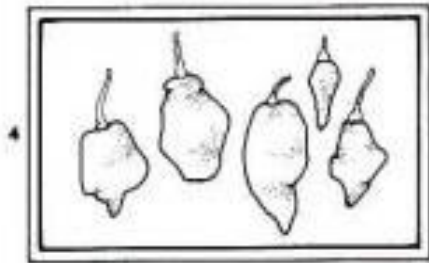
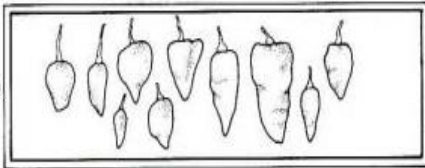
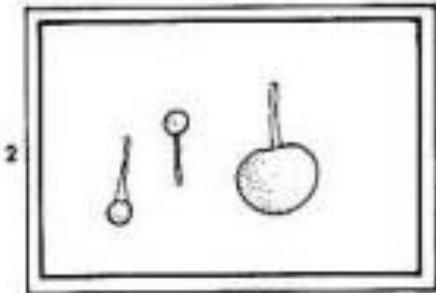
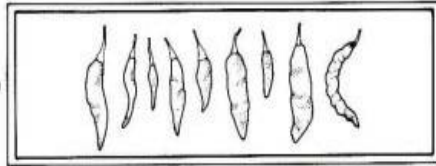
- 2.2.4 Cuajado del fruto
 3 Bajo
 5 Intermedio
 7 Alto

- 2.2.5 Período de fructificación

- 2.2.6 Color del fruto en estado maduro
 1 Blanco
 2 Amarillo-limón
 3 Amarillo-naranja pálido
 4 Amarillo-naranja
 5 Naranja pálido
 6 Naranja
 7 Rojo claro
 8 Rojo
 9 Rojo oscuro
 10 Morado
 11 Marrón
 12 Negro
 13 Otro (especificar en el descriptor)

- 2.2.7 Forma del fruto
 1 Elongado
 2 Casi redondo
 3 Triangular

- 4 Acampanulado
- 5 Acampanulado y en bloque
- 6 Otro (especificar en el descriptor)



2.2.8 Longitud del fruto [cm]

2.2.9 Ancho del fruto [cm]

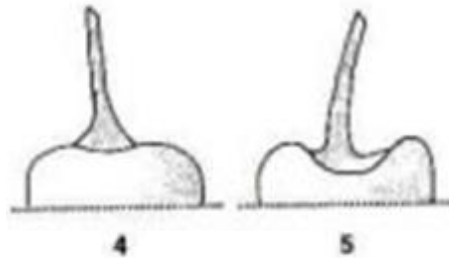
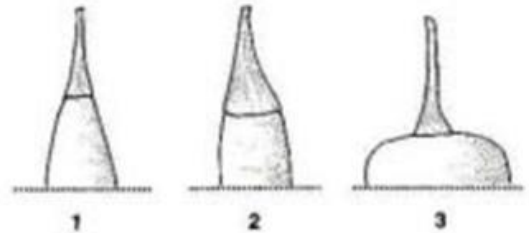
2.2.10 Peso del fruto [g]

2.2.11 Longitud del pedicelo del fruto [cm]

2.2.12 Espesor de la pared del fruto 25 [mm]

2.2.13 Forma del fruto en la unión con el pedicelo

- 1 Agudo
- 2 Obtuso
- 3 Truncado
- 4 Cordado
- 5 Lobulado



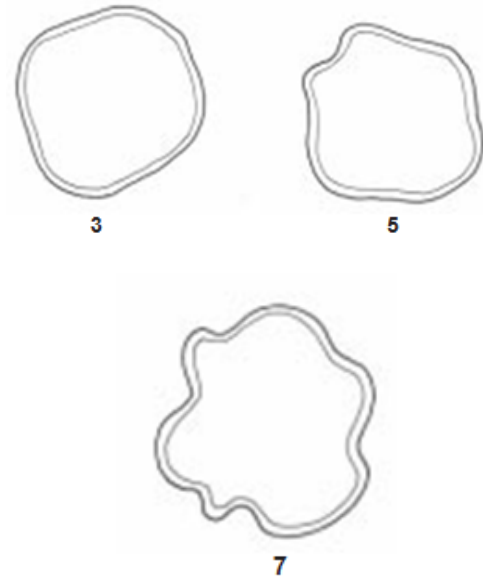
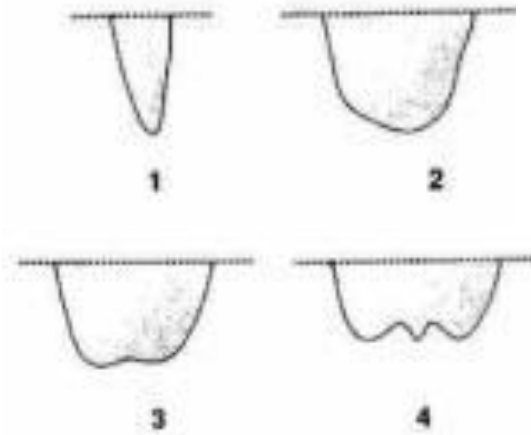
2.2.14 Cuello en la base del fruto

- 0 Ausente
- 1 Presente

2.2.15 Forma del ápice del fruto

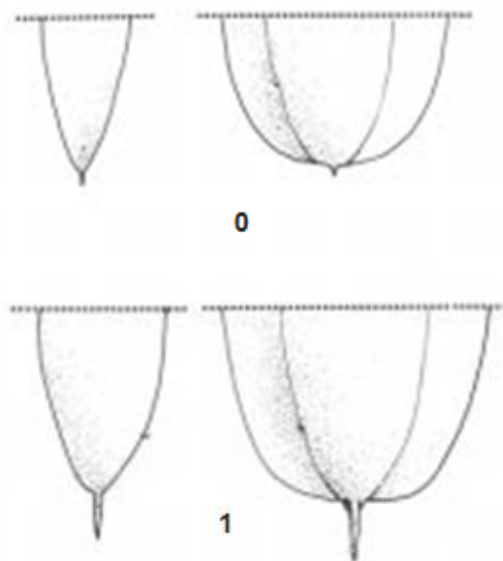
- 1 Puntudo
- 2 Romo
- 3 Hundido

- 4 Hundido y puntudo
- 5 Otro (especificar en el descriptor)



2.2.16 Apéndice en el fruto, vestigio de la floración

- 0 Ausente
- 1 Presente



2.2.17 Arrugamiento transversal del fruto

- 3 Levemente corrugado
- 5 Intermedio
- 7 Muy corrugado

2.2.18 Número de lóculos

2.2.19 Tipo de epidermis del fruto

- 1 Lisa
- 2 Semirrugosa
- 3 Rugosa

2.2.20 Persistencia del fruto maduro

2.2.20.1 Pedicelo con el fruto

- 3 Fácil (leve)
- 5 Intermedia
- 7 Persistente

2.2.20.2 Pedicelo con el tallo

- 3 Fácil (leve)
- 5 Intermedia
- 7 Persistente

2.2.21 Longitud de la placenta

- 1 <1/4 longitud del fruto
- 2 1/4-1/2 longitud del fruto
- 3 >1/2 longitud del fruto

2.2.22 Condición de mezcla varietal

- 3 Mezcla leve
- 5 Mezcla intermedia
- 7 Mezcla importante

3 Semilla

3.1 Color de la semilla

- 1 Amarillo oscuro (paja)
- 2 Marrón
- 3 Negro Otro (especificar en el descriptor)

3.2 Superficie de la semilla

- 1 Lisa
- 2 Aspera
- 3 Rugosa

3.3 Tamaño de la semilla

- 3 Pequeña
- 5 Intermedia
- 7 Grande

3.4 Diámetro de la semilla [mm]

3.5 Peso de 1000 semillas [g]

3.6 Número de semillas por fruto

- 1 <20
- 2 20-50
- 3 >50

4 Notas

Se puede indicar aquí cualquier información adicional, especialmente bajo la categoría “otro”, de los distintos descriptores anteriores.

