

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE BOTÁNICA



Selección de Caracteres Morfológicos para la Descripción Varietal del Chaute
(*Ariocarpus retusus* Scheidw.) Cactácea Ornamental del Desierto Chihuahuense

Por:

CRISTINA ALEJANDRA GONZÁLEZ HERNÁNDEZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO EN AGROBIOLOGÍA

Saltillo, Coahuila, México

Mayo de 2013

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE BOTÁNICA

Selección de Caracteres Morfológicos para la Descripción Varietal del Chaute
(*Ariocarpus retusus* Scheidw.) Cactácea Ornamental del Desierto Chihuahuense

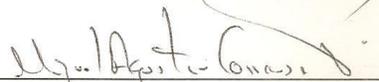
Por:

CRISTINA ALEJANDRA GONZÁLEZ HERNÁNDEZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO EN AGROBIOLOGÍA



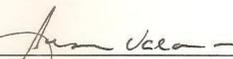
Biol. Miguel Agustín Carranza Pérez

Asesor Principal



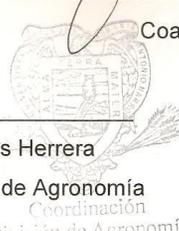
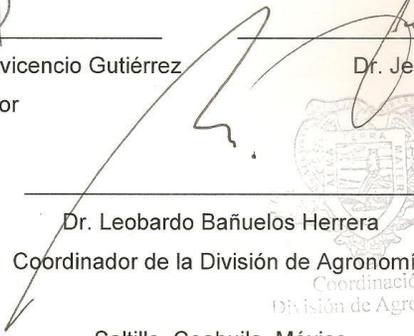
M.C. Eulalia Edith Villavicencio Gutiérrez

Coasesor



Dr. Jesús Valdés Reyna

Coasesor



Dr. Leobardo Bañuelos Herrera

Coordinador de la División de Agronomía

Coordinación
División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México

Mayo del 2013

AGRADECIMIENTOS

A Dios porque me ha acompañado siempre, dándome salud, fuerza y motivos para seguir adelante en todo momento de felicidad y de debilidad, pero sobre todo porque me ha dado la dicha de disfrutar a mis padres y hermanas hasta este momento de mi vida.

A mis padres Blanca Camarillo y Humberto González que me han dado su apoyo incondicional para verme realizada profesionalmente. Gracias por hacerme una persona de bien y por sus valores inculcados.

A mis hermanas Carmen y Gorety por su confianza y consejos, por haber hecho más que solamente un lazo familiar y haberme brindado ese apoyo y fuerza para salir adelante.

A la Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias de (INIFAP) Campo Experimental Saltillo Coahuila CIR-NORESTE, por brindarme la oportunidad de formar parte de su equipo de trabajo y tener el gusto de realizar el presente trabajo de tesis con investigadores de dicha institución. También por permitirme usar su infraestructura, equipo y disposición de los materiales necesarios para realizar mi estancia en el curso BOT-490 de prácticas profesionales, el cual se realizó en las instalaciones del Laboratorio de Cultivo de Tejidos Vegetales. Mi agradecimiento por los conocimientos teórico-prácticos adquiridos.

Al Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (SNICS-SINAREFI) y a la Red Cactáceas por el interés en la conservación *ex situ* de los recursos fitogenéticos de uso ornamental.

A la M.C. E. Edith Villavicencio investigadora del Campo Experimental Saltillo, por su paciencia y dedicación como asesora de tesis. Gracias por brindarme la

oportunidad de adquirir conocimientos valiosos durante mis prácticas profesionales y aceptarme como practicante en el laboratorio de Cultivo de Tejidos Vegetales del Campo Saltillo *CIRNE INIFAP*, pero también, por su apoyo durante la elaboración y revisión de mi tesis, porque los conocimientos que me llevaré estoy segura me ayudarán más adelante. Mi agradecimiento por asesoría como director externo.

A la M.C. Areli por ser, no solo una gran instructora sino una amiga, que me ha dado la confianza y me ha transmitido buenos conocimientos, así mismo, por su apoyo y paciencia durante mis prácticas profesionales y en la revisión de la tesis.

Al Biólogo Miguel Carranza porque me ha brindado su confianza, su tiempo, y paciencia para sentarse a conversar y aclarar dudas sobre mi tesis, por su apoyo en la revisión de la misma, así también por sus enseñanzas como catedrático, durante la licenciatura.

Al Ingeniero Froilán y a Iván encargados del jardín botánico por su buena disposición y carisma. Y por sus consejos.

Al Dr. Jesús Valdés Reyna por darse el tiempo para la revisión de la tesis, también por los conocimientos de Biodiversidad que nos proporcionó durante la licenciatura, ya que me fueron muy útiles en el análisis de los resultados y finalmente por la amabilidad que tuvo en poner a disposición equipo para la observación de algunas estructuras de las plantas.

Y aquellas personas como es el caso de Lupita del laboratorio de Zoología, Chelita del Laboratorio de Biología y a Oscar Ángel un amigo de Licenciatura, que de una forma u otra influyeron para que esta tesis se viera concretada.

A todos ellos muchísimas gracias.....

DEDICATORIA

A mi mamá, la Sra. Blanca Hernández por ser la persona que desde que me llevó en su vientre se ha preocupado día a día por mi bienestar.

A mi papá, El Sr. Humberto González que con su carácter fuerte me ha enseñado que la vida es un sinfín de retos y que depende de uno mismo sacarlos adelante.

A mi hermana mayor Carmen, que ha sido una persona que con su firmeza de carácter y su personalidad de cambio constante me ha motivado a ser distinta y a detenerme a pensar, en lo que realmente vale luchar.

A mi hermana menor Gorety, que con su carácter siempre alegre y noble me ha enseñado que hay que sonreírle a la vida y siempre buscar lo mejor de uno.

A mi novio Diego, por ser la persona que me da motivos para continuar todos los días.

A la memoria de mi abuelita Raquel de León, porque aunque ya no está físicamente, siempre está de alguna forma bendiciéndome e intercediendo para darme ánimo.

A la memoria de Don Antonio Narro y a su ALMA TERRA MATER porque tuve el gusto de formarme profesionalmente en esta ahora mi casa y compartir hermosos momentos entre los pasillos de esta universidad que un día fue tan solo un sueño del Sr. Antonio Narro, con la diferencia de haber sido concretado.

Considero más valiente al que conquista sus deseos que al que conquista a sus enemigos, ya que la victoria más dura es la victoria sobre uno mismo.

Aristóteles (384 AC-322 AC) Filósofo griego.

INDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	iii
DEDICATORIA.....	v
INDICE DE CONTENIDO.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE DE CUADROS	xiii
RESUMEN	xviii
1. INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVO GENERAL.....	3
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
HIPOTESIS	4
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
2.1. La Conservación de los Recursos Fitogenéticos.....	5
2.1.1. Colecciones <i>ex situ</i>	7
2.2. Estado actual de la conservación de los recursos fitogenéticos en México.....	8
2.2.1. Conservación de las cactáceas	9
2.3. Generalidades de las cactáceas.....	11
2.4. Origen y Evolución.....	11
2.5. Características fisiológicas de adaptación.....	12
2.5.1. Crecimiento	13
2.5.2. Reproducción	13
2.5.3. Germinación	14
2.6. Importancia de las cactáceas de México.....	14
2.7. Distribución de las cactáceas	15
2.8. El Desierto Chihuahuense	15
2.9. Factores de degradación y problemática que presentan las cactáceas.....	17
2.10. El género <i>Ariocarpus</i> Scheidw.....	19
2.10.1. <i>Ariocarpus retusus</i> Scheidw.	19

2.10.2. Clasificación taxonómica de <i>Ariocarpus retusus</i> Scheidw.	21
2.10.3. Descripción Morfológica	22
2.11. El Convenio de la UPOV	22
2.12. Carácter Morfológico	23
2.13. Tipo de expresión de los caracteres.	24
2.13.1. Caracteres cuantitativos (QN)	25
2.13.2. Caracteres cualitativos (QL)	25
2.13.3. Caracteres pseudocualitativos (PQ)	25
2.14. Que es un carácter de agrupamiento	26
2.15. Que es una especie de dominio público y sus variantes	26
2.16. Que es una variedad vegetal	28
2.17. Examen DHE	30
2.17.1. Principios generales que se aplican en el examen DHE	31
2.17.2. Las Directrices de Examen	31
2.18. Obtentor de una variedad	32
3. MATERIALES Y MÉTODOS	33
3.1. Descripción del área experimental	33
3.2. Material Vegetal	33
3.3. Datos de ubicación geográfica de las accesiones	33
3.4. Manejo del material vegetativo	35
3.5. Variables a evaluar	35
3.6. Proceso de Caracterización	36
3.7. Diseño experimental y Análisis estadístico	47
4. RESULTADOS	48
Sitios de colecta	48
Selección de caracteres morfológicos	49
Caracteres morfológicos de la planta	49
4.1. Análisis del carácter de agrupamiento: Planta	50
4.1.1. Variables Cuantitativas	50
4.1.1.1. Altura de planta	50

4.1.1.2. Diámetro de planta	52
4.1.2. Variables Cualitativas	53
4.1.2.1. Composición de planta	53
4.1.2.2. Forma de la planta.....	55
4.1.3. Variables Pseudocualitativas	58
4.1.3.1. Color de planta	58
4.2. Análisis del carácter de agrupamiento: Tubérculo.....	62
4.2.1. Variables Cuantitativas	62
4.2.1.1. Número de tubérculos/planta.....	62
4.2.1.2. Longitud del tubérculo.	64
4.2.1.3. Ancho de la base	64
4.2.2. Variables Cualitativas	66
4.2.2.1. Formación de los tubérculos.....	66
4.2.2.2. Textura	68
4.2.2.3. Forma del ápice	70
4.3. Análisis del carácter de agrupamiento: Aréola	73
4.3.1. Variables Cuantitativas	73
4.3.1.1. Tamaño de la areola.....	73
4.3.2. Variables Cualitativas	75
4.3.2.1. Posición de la areola	75
4.3.2.2. Forma de la areola.....	77
4.3.2.3. Presentación de la areola	80
4.4. Análisis del carácter de agrupamiento: Espina.....	82
4.4.1. Variables Cuantitativas	82
4.4.1.1. Número de espinas.....	82
4.4.2. Variables Cualitativas	84
4.4.2.1. Ángulo de la espina	84
4.4.3. Variables Pseudocualitativas	86
4.4.3.1. Color de espina.....	86
4.5. Análisis del carácter de agrupamiento: Flor.....	89

4.5.1. Variables Cuantitativas	89
4.5.1.1. Número de flores	89
4.5.1.2. Longitud de la flor	90
4.5.1.3. Diámetro de la flor	91
4.5.1.4. Número de tépalos internos.....	92
4.5.1.5. Número de tépalos externos.....	94
4.5.1.6. Número de Lóbulos en el estigma	95
4.5.1.7. Longitud del Gineceo.....	96
4.5.1.7. Número de estambres	97
4.5.2. Variables Cualitativas	99
4.5.2.1. Forma de la flor.....	99
4.5.2.2. Posición de la flor en cuanto a la planta	101
4.5.2.3. Forma de tépalos internos	103
4.5.2.4. Forma de tépalos externos	105
4.5.2.5. Tipo de ápice en tépalos internos	107
4.5.2.6. Tipo de ápice en tépalos externos.....	109
4.5.3. Variables Pseudocualitativas	111
4.5.3.1. Color del perianto.	111
4.5.3.2. Color de los tépalos internos y externos de la flor	113
4.5.3.3. Color del gineceo (estilo y estigma).....	115
4.5.3.4. Color de las anteras.....	116
4.6. Análisis al carácter de agrupamiento “Fruto”.....	118
4.6.1. Variables Cuantitativas	118
4.6.1.1. Número de frutos por planta	118
4.6.1.2. Largo del fruto sin perianto	119
4.6.1.3. Ancho del fruto.....	120
4.6.2. Variables Cualitativas	121
4.6.2.1. Forma del fruto	121
4.6.2.2. Superficie de los frutos	121
4.6.2.3. Dehiscencia	122

4.6.2.4. Restos del perianto.....	123
4.6.3. Variables Pseudocualitativas	124
4.6.3.1. Color del fruto	124
4.7. Análisis del carácter de agrupamiento: Semilla	125
4.7.1. Variables Cuantitativas	125
4.7.1.1. Número de semillas por fruto.....	125
4.7.1.2. Longitud de la semilla	126
4.7.1.3. Ancho de la semilla.....	126
4.7.2. Variables Cualitativas	127
4.7.2.1. Forma de la semilla	127
4.7.2.2. Textura de la semilla.....	128
4.7.3. Variables Pseudocualitativas	129
4.7.3.1. Color de la semilla	129
5. DISCUSIÓN	131
Caracteres cuantitativos (QN)	131
Caracteres cualitativos (QN).....	134
Caracteres pseudocualitativos (PQ)	136
8. CONCLUSIONES	141
9. GLOSARIO BOTÁNICO (Moreno y Escamilla, 1984)	142
8. LITERATURA CITADA.....	146

ÍNDICE DE FIGURAS

	Páginas
1. Dimensiones del Desierto Chihuahuense en México y sur de Estados Unidos _____	16
2. Planta colectada de <i>Ariocarpus retusus</i> _____	20
3. Distribución de <i>Ariocarpus retusus</i> Scheidw. _____	21
4. Área de colecta de la especie <i>Ariocarpus retusus</i> Scheidw. en el Desierto _____	34
5. Evaluación de la altura que presentan las plantas de <i>Ariocarpus retusus</i> _____	51
6. Evaluación de los diámetros que presentan las plantas de <i>Ariocarpus retusus</i> _____	52
7. Evaluación de la composición que presentan las plantas de <i>Ariocarpus retusus</i> _____	54
8. Evaluación de la forma que presentan las plantas de <i>Ariocarpus retusus</i> _____	56
9. Evaluación del color en seco y húmedo en una planta colectada de <i>Ariocarpus retusus</i> _____	59
10. Evaluación del número de tubérculos _____	63
11. Evaluación de la longitud de los tubérculos _____	64
12. Evaluación de la anchura de la base de los tubérculos _____	65
13. Evaluación de la formación de quilla en los tubérculos _____	66
14. Evaluación de la textura del tubérculo _____	69
15. Evaluación del tipo de tubérculo que presentan las plantas del chaute _____	71
16. Evaluación del tamaño que presentan las areolas de los tubérculos _____	74
17. Evaluación de la posición de las aréolas en los tubérculos _____	76
18. Evaluación de las distintas formas que presentan las aréolas _____	78
19. Evaluación de la manera en se presentan las aréolas sobre los tubérculos _____	81
20. Comparación del número de espinas que contienen las aréolas _____	83
21. Evaluación de la inclinación que presentan las espinas _____	85
22. Evaluación del color que presentan las espinas _____	87
23. Comparación del número de flores que brotan de una planta de <i>Ariocarpus retusus</i> _____	90
24. Comparación de la longitud de las flores _____	91
25. Comparación del diámetro de las flores _____	92
26. Evaluación del número de tépalos internos que forman parte del perianto de la flor _____	93
27. Comparación del número de tépalos externos que forman parte de la flor. _____	94

28. Comparación del número de lóbulos que forman el estigma como parte del pistilo de la flor. _____	95
29. Evaluación de la longitud que presentaron los gineceos de las flores del chaute ___	96
30. Evaluación de la cantidad de estambres presentes en la flor. _____	98
31. Evaluación de la forma de las flores _____	100
32. Evaluación del sitio que ocupaba la flor en el ápice _____	102
33. Evaluación de la forma de los tépalos internos de la flor _____	104
34. Evaluación de la forma de los tépalos externos de la flor _____	106
35. Evaluación de la forma del ápice en los tépalos internos de la flor _____	108
36. Evaluación de la forma del ápice en los tépalos externos de la flor _____	110
37. Evaluación del color en que se muestran las flores del chaute _____	112
38. Color de tépalos internos y externos de las flores de <i>Ariocarpus retusus</i> _____	114
39. Color de lóbulos que forman parte del gineceo de la flor de <i>Ariocarpus retusus</i> ___	116
40. Evaluación del color de las anteras que mostraron los estambres de las flores ___	117
41. Evaluación del número de frutos presentes en plantas de <i>A. retusus</i> _____	119
42. Evaluación de la longitud de los frutos _____	120
43. Evaluación de la anchura de los frutos _____	120
44. Evaluación de la forma del fruto _____	121
45. Evaluación del tipo de superficie del fruto _____	122
46. Fruto dehiscente _____	123
47. Presencia de los restos secos del perianto en el fruto _____	123
48. Evaluación del color del fruto _____	124
49. Evaluación del número de semillas que contiene un fruto _____	125
50. Evaluación de la longitud de las semillas _____	126
51. Evaluación de la anchura de las semillas _____	127
52. Evaluación de la forma de las semillas _____	128
53. Evaluación de la textura de la semilla _____	129
54. Evaluación del color de la semilla _____	130

ÍNDICE DE CUADROS

	Páginas
1. Lugares de colecta de la especie <i>Ariocarpus retusus</i> en municipios de Coahuila y Nuevo León.....	33
2. Formato de descriptores varietales cuantitativos (QN), cualitativos (QL) y pseudocualitativos (PQ) utilizados en el análisis de la planta, según los lineamientos establecidos por la UPOV (2011) para el Examen DHE.....	38
3. Descriptores varietales cuantitativos (QN), cualitativos (QL) y pseudocualitativos (PQ) utilizados en el análisis de los Tubérculos de las plantas para el Examen DHE.....	39
4. Descriptores varietales cuantitativos (QN), cualitativos (QL) y pseudocualitativos (PQ) utilizados en el análisis de las Areolas para el Examen DHE.....	40
5. Descriptores varietales cuantitativos (QN), cualitativos (QL) y pseudocualitativos (PQ) utilizados en el análisis de las Espinas para el Examen DHE.....	41
6. Descriptores varietales cuantitativos (QN), cualitativos (QL) y pseudocualitativos (PQ) utilizados en el análisis de las Flores para el Examen DHE....	42
7. Descriptores varietales cuantitativos (QN), cualitativos (QL) y pseudocualitativos (PQ) utilizados en el análisis de los Frutos para el Examen DHE....	45
8. Descriptores varietales cuantitativos (QN), cualitativos (QL) y pseudocualitativos (PQ) utilizados en el análisis de las Semillas para el Examen DHE.....	46
9. Registros con datos geográficos de las seis accesiones del estado de Coahuila y una de Nuevo León de <i>Ariocarpus retusus</i>	48
10. Caracteres de agrupamiento para la descripción varietal de <i>Ariocarpus retusus</i> Scheidw.	49
11. Comparación de medias correspondiente a las variables altura y diámetro de planta de <i>Ariocarpus retusus</i>	51
12. Niveles de expresión referentes a la altura de planta.	52

13. Niveles de expresión referentes al diámetro de planta.	53
14. Niveles de expresión referentes a la composición de planta.....	53
15. Comparación porcentual de la variación encontrada en las 7 accesiones, con relación a 2 variables correspondientes a la Composición de la planta.....	55
16. Niveles de expresión referentes a la forma de planta.	56
17. Comparación porcentual de la variación encontrada en las 7 accesiones, con relación a 2 variables correspondientes a la Forma de la planta.	57
18. Niveles de expresión referentes al color de planta.....	58
19. Comparación porcentual de la variación encontrada en las 7 accesiones, con relación a 3 variables correspondientes al Color seco de la planta.....	60
20. Comparación porcentual de la variación encontrada en las 7 accesiones, con relación a 3 variables correspondientes al Color húmedo de la planta.	61
21. Comparación de medias de tres variables de distinción correspondiente al carácter de agrupamiento Tubérculos de <i>Ariocarpus retusus</i>	63
22. Niveles de expresión referentes al Número de tubérculos por planta.	63
23. Niveles de expresión referentes al largo del tubérculo.....	64
24. Niveles de expresión referentes al ancho de tubérculos.	65
25. Niveles de expresión referentes al tipo de formación de tubérculos.	66
26. Comparación porcentual de la variación encontrada en las 7 accesiones, con relación a 2 variables correspondientes a la Formación de tubérculos.	67
27. Niveles de expresión referentes al tipo de textura de los tubérculos.	68
28. Comparación porcentual de la variación encontrada en las 7 accesiones, con relación a 2 variables correspondientes a la textura de los tubérculos.	70
29. Niveles de expresión referentes al tipo de ápice de los tubérculos.....	70
30. Comparación porcentual de la variación encontrada en las 7 accesiones, con relación a 3 variables correspondientes a la forma del ápice de los tubérculos.	73
31. Comparación de medias correspondiente al tamaño de aréola.	74

32. Niveles de expresión referentes al tamaño de la Areola.	74
33. Niveles de expresión referentes a la posición de las aréolas en los tubérculos.	75
34. Comparación porcentual de la variación encontrada en las 7 accesiones, con relación a 2 variables correspondientes a la posición de la aréola en los tubérculos.	77
35. Niveles de expresión referente a la forma de las aréolas.	78
36. Comparación porcentual de la variación encontrada en las 7 accesiones, con relación a 3 variables correspondientes a la forma de las aréolas.	79
37. Niveles de expresión correspondiente a la presentación de las areolas.	80
38. Comparación porcentual de la variación encontrada en las 7 accesiones, con relación a 3 variables correspondientes a la presentación de las aréolas.	82
39. Comparación de medias correspondiente al número de espinas presentes en las aréolas.	83
40. Niveles de expresión referentes al número de espinas presentes en las aréolas.	84
41. Niveles de expresión respecto al ángulo de las espinas.	84
42. Comparación porcentual de la variación encontrada en las 7 accesiones, con relación a 2 variables correspondientes al ángulo de las Espinas.	86
43. Niveles de expresión referentes al color de las espinas.	86
44. Comparación porcentual de la variación encontrada en las 7 accesiones, con relación a 3 variables correspondientes al color de las Espinas.	88
45. Comparación de medias de tres variables de distinción correspondiente al carácter de agrupamiento de flor en <i>Ariocarpus retusus</i>	89
46. Niveles de expresión referentes al número de flores por planta.	90
47. Niveles de expresión referentes al largo de la Flor.	91
48. Niveles de expresión referentes al diámetro de la Flor.	92
49. Comparación de las medias de cuatro variables de distinción correspon- diente al carácter de agrupamiento de flor.	93

50. Niveles de expresión referentes a la cantidad de tépalos internos en las flores.....	94
51. Niveles de expresión referentes a la cantidad de tépalos externos en las flores.....	95
52. Niveles de expresión referentes al número de lóbulos en el estigma de las flores.....	96
53. Niveles de expresión referentes al largo del gineceo de las flores.....	97
54. Niveles de expresión referentes a la forma del ápice en los tépalos internos.	97
55. Comparación porcentual de la variación encontrada en las 7 accesiones, con relación a 3 variables correspondientes al carácter número de estambres.	99
56. Niveles de expresión referentes a la forma de las flores.....	100
57. Comparación porcentual de la variación encontrada en las 7 accesiones, con relación a 2 variables correspondientes a la forma de la Flor.....	101
58. Niveles de expresión referentes al lugar donde se posiciona la flor en el ápice de la planta.	101
59. Comparación porcentual de la variación encontrada en las 7 accesiones, con relación a 2 variables correspondientes a la posición de la Flor.....	102
60. Niveles de expresión referentes a la forma de los tépalos internos.	103
61. Comparación porcentual de la variación encontrada en las 7 accesiones, con relación a 2 variables correspondientes a la forma de Tépalos internos.	104
62. Niveles de expresión referentes a la forma de los tépalos externos.	105
63. Comparación porcentual de la variación encontrada en las 7 accesiones, con relación a 2 variables correspondientes a la forma de Tépalos externos.	107
64. Niveles de expresión referentes a la forma del ápice en los tépalos.....	107
65. Comparación porcentual de la variación encontrada en las 7 accesiones, con relación a 2 variables correspondientes al ápice de Tépalos internos.	108
66. Niveles de expresión referentes a la forma del ápice en los tépalos externos. ...	109
67. Comparación porcentual de la variación encontrada en las 7 accesiones, con relación a 2 variables correspondientes al ápice de Tépalos externos.....	110

68. Niveles de expresión referente al color que muestra el perianto de las flores del chaute.	111
69. Comparación porcentual de la variación encontrada en las 7 accesiones, con relación a 3 variables correspondientes al color de Flor.	113
70. Niveles de expresión referentes al color que presentan los tépalos internos y externos de las flores del chaute.	114
71. Nivel de expresión referente al color que presentó el gineceo de las flores del chaute.	115
72. Niveles de expresión referentes al color de las anteras.	116
73. Comparación porcentual de la variación encontrada en las 7 accesiones, con relación a 2 variables correspondientes al color de las Anteras.	117
74. Niveles de expresión referentes al número de frutos por planta.	118
75. Niveles de expresión referentes al largo del Fruto.	119
76. Niveles de expresión referentes al ancho del Fruto.	120
77. Niveles de expresión referentes a la forma de los frutos.	121
78. Niveles de expresión referentes al tipo de superficie que presentan los frutos. .	121
79. Nivel de expresión referente al tipo de superficie que presentan los frutos.	122
80. Nivel de expresión referente a la presencia del perianto en el fruto maduro.....	123
81. Niveles de expresión referentes al tipo de superficie que presentan los frutos. .	124
82. Niveles de expresión referentes a la número de semillas por fruto.	125
83. Niveles de expresión referentes al largo de la Semilla.	126
84. Niveles de expresión referentes al ancho de la Semilla.	127
85. Niveles de expresión referentes a la forma de la semilla.	128
86. Niveles de expresión referentes a la textura de la semilla.	128
87. Niveles de expresión referentes al color de la semilla.	129

RESUMEN

México cuenta con gran variabilidad de climas y condiciones topográficas, que lo hacen contar con una gran diversidad biológica vegetal. Dentro de esta diversidad existen especies que por su adaptación al suelo, clima y humedad, han sido consideradas como plantas endémicas, como es el caso de las cactáceas. El género *Ariocarpus* es un cacto que se distribuye principalmente en regiones semiáridas; sin embargo, es en la región noreste del Desierto Chihuahuense donde se observa la mayor riqueza de especies de este género. En estas áreas, las plantas del chaute (*Ariocarpus retusus* Scheidw.) muestran una marcada variación morfológica, siendo común que existan diferencias en los hábitos de crecimiento, así como en la forma, color, tamaño, entre otras características descriptivas de las plantas.

El objetivo del presente trabajo fue determinar la variabilidad morfológica existente entre diferentes accesiones de plantas de *Ariocarpus retusus* en etapa adulta, colectadas en siete localidades de los Estados de Coahuila y Nuevo León. Se evaluaron caracteres morfológicos de tipo Cuantitativo (QN), Cualitativo (QL) y Pseudocualitativo (PQ), en base a lo dispuesto por la UPOV. Considerando siete niveles de agrupamiento (1.Planta, 2.Tubérculo, 3.Areola, 4.Espina, 5.Flor, 6.Fruto, 7.Semilla). El modelo estadístico utilizado para la evaluación de los caracteres cuantitativos (**QN**) se realizó en base al análisis y comparación de medias, de máximos y mínimos (prueba de Tukey) mediante el programa SAS, mientras que el modelo estadístico utilizado para la evaluación de los caracteres cualitativos (**QL**) y pseudocualitativos (**PQ**), fue mediante un análisis simple de conteo en base a percentiles y promedios de acuerdo a los rangos obtenidos en cada carácter de distinción. Este análisis estadístico se explica en el punto 3.8.

Del análisis estadístico realizado se encontró que existe variabilidad morfológica entre las diferentes accesiones de *Ariocarpus retusus* colectadas, determinándose 52 caracteres de distinción, subdivididos en 7 niveles de agrupamiento: 1. Planta (2-QN,

2-QL y 2-PQ), 2. Tubérculos (3-QN y 3-QL), 3. Areolas (1-QN y 3-QL), 4. Espinas (1-QN, 1-QL y 1-PQ), 5. Flor (8-QN, 6-QL y 5-PQ), 6. Fruto (3-QN, 4-QL y 1-PQ) y 7. Semillas (3-QN, 2-QL y 1-PQ). La variabilidad morfológica se presentó en 47 de los 52 caracteres evaluados.

Las plantas de la localidad La Paloma del Mpio. de Ramos Arizpe, Coahuila fueron las que presentaron mayores diferencias en los caracteres morfológicos Cuantitativos (QN) y Cualitativos (QL); mientras que la accesión de plantas de la localidad El Cercado del Municipio de Saltillo, Coahuila presentaron diferencia en los caracteres de tipo Pseudocualitativo (PQ). Dicha variabilidad, es causa de las distintas condiciones que presentan los sitios donde habitan las plantas, como son: precipitación media anual, horas de luz solar y calor durante el día, depredadores, vegetación asociada, tipo de suelo, por mencionar algunos, otro factor es el método de dispersión de las especies; así como también, los cambios adaptativos que presentan las plantas, debido a la modificación local por otros individuos de la misma o de otras especies.

Con la información obtenida en el presente Trabajo de Investigación se establecieron las bases para describir la variabilidad morfológica de *A. retusus*, con la finalidad de que esta especie conocida pueda conservarse y aprovecharse adecuadamente como un recurso fitogenético ornamental de México y también pueda someterse al examen DHE que establece la UPOV para su registro en el CNVV (Catálogo Nacional de Variedades Vegetales).

Palabras clave: *Recurso fitogenético, Variabilidad morfológica, Caracteres, UPOV, Ariocarpus retusus.*

1. INTRODUCCIÓN

Las cactáceas, son plantas que se clasifican dentro del orden Caryophyllales y pertenecen a la familia Cactaceae. Estas plantas son populares en todo el mundo por la belleza de sus flores, tallos, espinas, colores y por su capacidad de sobrevivir mucho tiempo sin necesidad de agua. Los cactus o cactus como comúnmente se les conoce, presentan una distribución geográfica restringida y lenta tasa de crecimiento. Estas especies han desarrollado adaptaciones anatómicas y fisiológicas que les permiten enfrentar las condiciones climáticas de la región desértica, desarrollando tallos gruesos y carnosos, hojas que la evolución transformó en espinas y areolas con espinación diversa, así como una estructura crasa, siguiendo la ruta fotosintética del metabolismo ácido de las crasuláceas (CAM) (Villavicencio *et al.*, 2010). Éste tipo de metabolismo consiste en que las plantas sólo abren los estomas por la noche, toman el CO₂ y hacen la fotosíntesis de día, con sol (Anderson, 2001).

México es el más importante centro de concentración de Cactáceas, albergando el 45% de la diversidad de especies que existen a nivel mundial. En nuestro país se encuentra la mayor diversidad de cactáceas del continente con 63 géneros y 670 especies, de las cuales cerca de 260 presentan algún nivel de riesgo (CITES, 1990 y 1994; Villavicencio *et al.*, 2010). Una región rica en diversidad de cactáceas se localiza en el Desierto Chihuahuense, en la que se distribuyen 25 géneros con aproximadamente 148 especies (Guzmán y Dávila, 2007).

La diversidad de cactáceas se da a nivel de género y especies, los estados de San Luis Potosí, Oaxaca y Tamaulipas respectivamente tienen la mayor diversidad de géneros; sin embargo, a nivel de especies la porción sureste del Desierto Chihuahuense es la más rica en especies, siendo los estados de San Luis Potosí, Coahuila y Nuevo León donde se distribuye la mayor diversidad de especies del continente (Arredondo *et al.*, 2001; Bárcenas, 2003; Hernández y Godínez, 1994). A pesar de que esta área ecológica es considerada como el núcleo de concentración y

diversidad genética más importante del Continente Americano, muchas de éstas especies se encuentran en la Nom-059-ECOL-2001 como amenazadas o en peligro de extinción, al igual que las orquídeas y cicadáceas (SEMARNAT, 2010).

De todos los desiertos mexicanos el Desierto Chihuahuense es el más grande y aunque alberga la mayor riqueza de cactáceas del mundo (329 especies), se ubica entre los menos estudiados (Bárcenas, 2006).

Muchas especies de esta familia son endémicas o se encuentran bajo alguna categoría de riesgo (NOM-059-ECOL-2001) como las del género de *Ariocarpus*, que está integrado por siete especies del sureste de Texas y este de México; cuatro de ellas nativas del Desierto Chihuahuense (3 endémicas), lo que ha llevado a realizar investigaciones sobre la diversidad que existe, para crear una cultura sobre su cuidado, explotación, propagación, valoración, así como su reconocimiento, registro, protección y conservación de este recurso fitogenético. Las especies de este género por su belleza se consideran como plantas ornamentales, que presentan ciertas características fisiológicas, morfológicas y edafoclimáticas que les permiten en condiciones naturales crecer y desarrollarse; sin embargo, en viveros o invernaderos de plantas ornamentales donde se requiere de una propagación intensiva, es necesario que las especies de dominio público y sus variantes como es el caso de *Ariocarpus retusus* conserven sus caracteres morfológicos (forma de la planta, tamaño, color de la flor, textura de los tubérculos, presencia de espinas, color de la pubescencia, etc.) para que la producción de plantas mantenga sus características de distinción, homogeneidad y estabilidad en forma continua durante el tiempo de su propagación tal como lo establece la UPOV (Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales) y los lineamientos del SNICS (Sistema Nacional de Inspección y Certificación de Semillas) (Aboites y Martínez , 2005; SNICS, 2001; UPOV, 2009c).

Con el propósito de generar las bases para estructurar un manual y guía técnica como lo establece la UPOV y el SNICS se desarrolló la presente tesis, en donde se describen los caracteres morfológicos que están relacionados con la especie en referencia (*Ariocarpus retusus* Scheidw.) haciendo una selección, descripción y análisis de sus caracteres morfológicos expresados cuantitativa (QN), cualitativa (QL) y pseudocualitativamente (PQ). Esto con el propósito de generar una base descriptiva para registrar, conservar y propagar esta especie de dominio público y sus variantes así como brindar a los técnicos y productores de plantas ornamentales nuevas opciones productivas.

OBJETIVO GENERAL

Establecer los lineamientos para la caracterización morfológica de la especie conocida como *Ariocarpus retusus* de acuerdo con las disposiciones de Distinción, Homogeneidad y Estabilidad (DHE) marcadas por la UPOV y establecidas en los lineamientos del Catálogo Nacional de Variedades Vegetales (CNVV) del Sistema Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS) para la Protección de las Obtenciones Vegetales.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar colectas en campo (accesiones) de ejemplares adultos para su caracterización morfológica en tres municipios de Coahuila y uno de Nuevo León con el fin de estudiar la variabilidad.
- Contar con una colección *ex situ*.
- Definir los caracteres morfológicos considerados para la realización de su descripción y elaborar un formato de caracterización.
- Evaluar los caracteres cualitativos, cuantitativos y pseudocualitativos de la especie a caracterizar.

HIPOTESIS

Entre localidades hay ejemplares que conservan los caracteres de distinción, homogeneidad y estabilidad que diferencian las estructuras morfológicas de la especie *Ariocarpus retusus* Scheidw.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. La Conservación de los Recursos Fitogenéticos

La biodiversidad o diversidad biológica es toda la variabilidad de formas de vida que existen sobre la Tierra; comprende por consiguiente, todas las plantas, animales, hongos y microorganismos. Este concepto incluye los genes que contienen estos seres y los ecosistemas de los que forman parte. El Convenio sobre la Diversidad Biológica define un Recurso Genético como el material genético (los genes) que tiene actual o potencialmente algún valor o uso, mientras que un Recurso Biológico implica individuos, organismos (o parte de éstos), poblaciones o cualquier componente biótico con valor o utilidad real o potencial y que contiene el recurso genético o sus productos derivados (CATIE, 1979; CRGAA, 2011; Estrella *et al.*, 2005).

A partir de que el hombre dejara su vida sedentaria para dedicarse a la agricultura, ha procurado conservar los recursos genéticos de los cultivos que requiere como fuente de alimento, productos (ceras, aceites y lubricantes, gomas, resinas, colorantes de fibra, energía, sustancias aromáticas, medicinales, ornamentales) y aquellos recursos que son de interés por su valor ecológico (McNeely y Scherr, 2003; Prance y Nesbitt, 2005).

Con la desaparición de idiomas y estilos de vida tradicionales, es probable que se esté perdiendo una gran cantidad de conocimiento sobre cultivos y variedades tradicionales. Esto además trae aparejada la pérdida de una parte importante del valor de los recursos genéticos, lo cual justifica la necesidad de prestar más atención al manejo de los recursos fitogenéticos en la explotación. Algunas de estas medidas, incluyen: coleccionar y preservar las semillas, sembrar invernaderos para propiciar la investigación, introducir plantas a sus hábitats naturales y propiciar un comercio legal (CRGAA, 2011; Jiménez, 2011).

La conservación de los recursos genéticos de un cultivo requiere la recolección del mayor número de sus variedades. Esto implica la exploración del área de distribución natural, a menudo de regiones en que ha sido introducido. México y América central fueron considerados por Vavilov como uno de los centros de diversidad genética más importantes del mundo (CATIE, 1979).

La conservación de los recursos genéticos puede llevarse a cabo a través del mantenimiento de organismos *in situ* y *ex situ*.

La conservación *in situ*, se refiere a especies silvestres, razas nativas y variedades tradicionales como una estrategia de conservación que permite la utilización racional, manteniendo las especies en sus hábitats naturales para que los procesos evolutivos continúen sucediendo. Por otro lado los métodos de conservación *ex situ* se basan en el mantenimiento del material biológico en bancos de semillas, en bancos de cultivo *in vitro* y colecciones de plantas (en campo, viveros o jardines botánicos) (CRGAA, 2011; Jarvis *et al.*, 2006).

En el transcurso de la última década la promoción y el apoyo del manejo de recursos genéticos en la explotación, han sido un componente clave para las estrategias de conservación de cultivos, ya que se han documentado las metodologías y los enfoques siguiendo un método científico realizando un control de sus efectos.

El fitomejoramiento participativo se ha adoptado ampliamente como un enfoque para la gestión de la diversidad en la explotación, con el objetivo de desarrollar cultivares mejorados, conservar las características de adaptación y otros rasgos de importancia local. Esto proporciona un vínculo particularmente efectivo para la conservación y el uso *ex situ* (Biodiversity International, 2007; CRGAA, 2011).

2.1.1. Colecciones *ex situ*

La cantidad total de muestras que se conservan *ex situ* en el mundo se ha incrementado año con año. La nueva colección de la FAO registró al menos 240,000 muestras. A partir de 1996 al 2010 esta colección ha aumentado aproximadamente un 20% llegando a 7.4 millones de muestras. La mayor parte de este aumento se debe al intercambio y duplicación imprevista; sin embargo, se estima que menos del 30% de ese total sean muestras distintas (CRGAA, 2011).

Las principales tendencias se pueden inferir al comparar el estado actual de la diversidad de un conjunto de colecciones *ex situ* bien documentadas. Para tal efecto, se han analizado datos de 12 colecciones en poder de los centros del Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional (GCIAl) en Washington USA, en el World Vegetable Centre (Centro de Investigación y Desarrollo sobre los Vegetales de Asia, AVRDC) en Taiwan China y datos de 16 colecciones seleccionadas que se conservan en los sistemas nacionales de investigaciones agronómicas (SNIA) constituido por la SAGARPA en México. Estas colecciones representan una parte sustancial del total de los recursos *ex situ* mundiales (CRGAA, 2011).

Su objetivo no es proporcionar un panorama completo o regionalmente equilibrado de la situación mundial, sino reportar los bancos de genes que disponen de datos completos desde 1996 hasta la actualidad.

Si bien los métodos de conservación *ex situ* y manejo en finca son los más apropiados para conservar germoplasma de cultivos domesticados y especies silvestres, la conservación *in situ* es la estrategia más elegida, para facilitar la utilización de las Especies Silvestres Afines a las Cultivadas (ESAC); sin embargo, la degradación que presentan los ecosistemas naturales donde se distribuyen y crecen las especies, hace necesario implementar programas de manejo y conservación

ex situ eficientes para la reproducción de especies con problemas de sobrevivencia y regeneración, sobre todo de aquellas que se encuentran en el Apéndice I y II de CITES (Convención sobre Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestres), en la NOM-059 SEMARNAT y en el libro rojo de la UICN (Bárcenas, 2006; CRGAA, 2011; Villavicencio *et al.*, 2011).

2.2. Estado actual de la conservación de los recursos fitogenéticos en México

Aunque se desconoce el número exacto de especies que integran la flora nativa mexicana, esta cifra oscila entre 20,000 (1978) y 30,000 (1996) especies de plantas vasculares según la Comisión Nacional para el uso y conocimiento de la Biodiversidad (SAGARPA, 2005; Rzedowski, 2006). Esto se debe a las variadas condiciones naturales que ofrecen numerosos ambientes para el florecimiento de un gran número de especies de plantas, razón por la cual México es considerado uno de los 17 países con mayor diversidad genética del mundo (CONABIO, 2000; González 2004; Lépiz y Rodríguez, 2006).

México comparte como muchos otros países problemas por la desaparición de especies como resultado de la acción de diversos factores, sobre todo de cambios drásticos en el uso de suelo, colecta excesiva y selectiva de plantas, así como de semillas (Bárcenas, 2006, Villavicencio *et al.*, 2011). Al respecto se han aplicado una serie de medidas regionales, nacionales e internacionales a fin de proteger, conservar y disminuir el impacto de las actividades humanas sobre las poblaciones naturales. De tal manera que en 1994 se expidió la Norma Oficial Mexicana NOM-ECOL-059-1994, que “establece el número de especies amenazadas y en peligro de extinción y especifica acciones para su conservación”. Aunque esta norma fue un gran avance en *pro* de la preservación de la riqueza biológica del país, en la práctica esta Norma presentó deficiencias en cuanto a terminologías y aplicabilidad, por lo que se actualizó en 2001 para incluir términos y observaciones que no tenía la anterior (Villavicencio *et al.*, 2010).

Por otra parte, la distribución de las especies endémicas tiene patrones bien definidos en el territorio mexicano, aunque varía para los distintos grupos de especies, el menor número de especies endémicas se encuentra en las regiones tropicales húmedas; una proporción mayor en las regiones tropicales subhúmedas y una muy alta proporción en las regiones áridas y semiáridas. El total de plantas de la flora mexicana, consta en su mayoría de angiospermas con un nivel de endemismo superior al 40%. Destacan por sus niveles de endemismo la familia de las cactáceas (con 850 especies, 83% de ellas endémicas) y la de las orquídeas (920 especies, 63% endémicas) (CONABIO, 2006; Valle, 2006).

Sin embargo, cuando se habla de recursos genéticos es importante considerar no sólo la conservación de las especies de interés, sino también los hábitats y ecosistemas en los que viven; ya que los conocimientos científicos sobre la gestión de la diversidad genética en la explotación han aumentado.

El INIFAP, ha logrado concentrar una gran diversidad de los recursos genéticos en diversas colecciones y bancos de germoplasma. Sin embargo, la mayoría de los bancos de germoplasma requieren, regeneración, mantenimiento de colectas, caracterización, análisis y reordenamiento para transferir las accesiones al Centro Nacional de Recursos Genéticos (CNRG) y actualizar la base de datos y desarrollar un programa integral de trabajo sobre los recursos genéticos (Villavicencio *et al.*, 2010 y 2011).

2.2.1. Conservación de las cactáceas

En el catálogo de Cactáceas Mexicanas, se reconocen 913 taxones, de estos 669 son especies y 244 subespecies, mismas que se agrupan en 63 géneros. De este total, 25 géneros son endémicos para México en el que se agrupan y reconocen 518 especies y 206 subespecies. Del total de taxones reconocidos, 255 se incluyen

en la NOM-059-ECOL-2001, 65 en el libro rojo de la UICN y 41 taxones se incluyen en el Apéndice I del CITES (Guzmán *et al.*, 2007).

Entre las alternativas para la conservación de cactus fuera de su hábitat, *ex situ*, se encuentran los jardines botánicos, en estos se pueden mantener colecciones de plantas vivas para estudios y conservación (Gold *et al.*, 2004). Otra estrategia es la propagación y cultivo de los cactus usando diferentes métodos, con lo cual se pretende reducir las presiones de las poblaciones silvestres, con fines ornamentales, alimenticios, etc. (Oviedo, 2003).

Con el propósito de conservar los recursos filogenéticos de México la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) a través del Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS) y el Sistema Nacional de Recursos Filogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (SINAREFI), han estructurado dentro del marco del plan nacional de desarrollo tres áreas estratégicas, y una de ellas es la conservación *ex situ*.

De la enorme diversidad de cactáceas que existen en México y de los factores que amenazan su permanencia se desprendió el interés de la Red Cactáceas por difundir el conocimiento sobre estas plantas para su mejor aprovechamiento, valoración y conservación en sus medios naturales. Esto es posible con la protección de las variedades a través de su propagación.

Sin embargo, la propagación de una variedad de cactácea que haya sido producida mediante algún programa de mejoramiento genético y que se encuentre registrada en la Gaceta Oficial de los Derechos de Obtentor de Variedades Vegetales del SNICS (con Título de Obtentor vigente), deberá contar con algún tipo de convenio entre el poseedor del Título de Obtentor y la persona que desee hacer la propagación de dicha variedad, esto con el fin de evitar que los recursos genéticos de México sean patentados en otros países.

Respecto a lo mencionado anteriormente, se pretende que para este tipo de especies se elaboren guías técnicas y manuales gráficos para la caracterización morfológica, en donde se incluya la especie *Ariocarpus retusus*.

2.3. Generalidades de las cactáceas

Las cactáceas son un grupo de vegetales capaces de sobrevivir en ambientes secos durante mucho tiempo, gracias a su capacidad de almacenar agua en sus tallos y raíces en forma de jugos mucilaginosos.

La palabra cactácea deriva del griego, “káctos”, utilizado para nombrar una especie de cardo espinoso, posiblemente el cardo *Cynara cardunculus* (Asteraceae) y usado como nombre genérico cactus por Carlos Linneo en 1753, para agrupar plantas que hoy se consideran dentro de géneros diversos de la familia Cactaceae (Hunt, 2006; Nobel, 1998).

Esta familia conforma cerca de 1,500 especies, todas ellas nativas del continente americano, cuya distribución abarca desde Canadá hasta la Patagonia en Argentina, incluyendo las Antillas. Sin embargo, en México se alberga la mayor riqueza de especies con alrededor de 700, que corresponde a cerca del 40% de la familia. Esto convierte a nuestro país en el más rico en diversidad y endemismo, es decir que casi el 85% de las especies que crecen en México no se encuentran en ningún otro lugar. Las entidades federativas con mayor número de especies son Coahuila, Nuevo León, San Luis Potosí y Oaxaca (Arredondo *et al.*, 2001; Arredondo, 2009; Bárcenas, 2006, Villavicencio *et al.*, 2006, 2010).

2.4. Origen y Evolución

Los cactus evolucionaron en los últimos 80 millones de años, a partir de plantas no suculentas con hojas desarrolladas, con fotosíntesis C₃ que vivieron en territorios

emergidos del Caribe. El origen filogenético de estas formas ancestrales se encuentra entre las antiguas dicotiledóneas del orden Caryophyllales. De dichos ancestros se originaron las primeras Pereskioideas, Opuntioideas y Cactoideas que constituyen en orden evolutivo, las subfamilias de las cactáceas, que migraron hacia el sur y hacia el norte a lo largo del continente; alcanzando regiones donde la mayoría se diferenció en géneros que alcanzaron un endemismo muy notable (Bravo, 1978; Ordóñez, 2003).

2.5. Características fisiológicas de adaptación

La adaptación al medio árido donde habitan estas cactáceas, se ha logrado mediante la modificación de diversos procesos fisiológicos, como el intercambio gaseoso que es uno de los principales y la obtención de energía.

La respiración, transpiración y asimilación del carbono están determinadas por la estructura crasa de los tallos y por la apertura nocturna de sus estomas, ya que evitan la pérdida de agua, porque la temperatura es más baja durante la noche que durante el día y es entonces cuando ocurre el intercambio gaseoso (Jiménez, 2011).

Las cactáceas poseen un metabolismo fotosintético ácido crasuláceo (CAM), en donde la entrada del CO_2 ocurre únicamente de noche, este gas como no se utiliza de inmediato por la falta de luz solar, se transforma en un ácido orgánico, en un malato, permaneciendo en este estado durante la noche y liberándose al principiar el día para continuar con el proceso de fotosíntesis (Hernández, 2007).

Durante la transpiración se acumula agua en los tejidos vegetales que es utilizada de diversas maneras, el resto se elimina durante la noche a través de sus estomas. En las cactáceas la evapotranspiración se efectúa de manera activa en la época de lluvias, de modo que el suelo está húmedo y los pelos absorbentes de la raíz pueden tomar agua (Bravo y Scheinvar, 1995; Ordóñez, 2003).

2.5.1. Crecimiento

El crecimiento, se da por la actividad de los tejidos embrionarios, meristemas vegetativos que se localizan en la punta de las raíces y de los tallos, en el cambium y en las yemas, en el caso de cactus en las aréolas, que dan origen a brotes, flores, espinas, etc. Un aspecto importante es su lento crecimiento, que a veces dura cientos de años (Islas, 2008).

Las condiciones climáticas son un factor determinante en el crecimiento de las cactáceas, así como lo son los factores genéticos, metabólicos y las hormonas vegetales que se forman en los tejidos y se movilizan a través del sistema vascular. Entre estas hormonas están las auxinas, giberelinas y citocininas. La auxina más estudiada y abundante en la planta es el ácido indolacético (AIA). Su efecto es regular el crecimiento y desarrollo de la planta, ésta interaccionan con otras fitohormonas. La auxina se sintetiza principalmente en los ápices de tallos y raíces de donde se transporta a la zona de elongación y otras zonas donde ejercerá su acción. Las giberelinas inducen la germinación, estimulan la síntesis de auxinas y también regularizan el crecimiento general de la planta. Las citocininas regulan la división celular y participan en el control de desarrollo y senescencia de las plantas. Las concentraciones más elevadas de las citocininas son encontradas en regiones meristemáticas, semillas en desarrollo, frutos y raíces; el meristemo apical de la raíz es el principal lugar de síntesis de citocininas (Amador, 2001; Bravo y Scheinvar, 1995).

2.5.2. Reproducción

La reproducción puede ser asexual por multiplicación vegetativa, debido al desprendimiento de artículos que una vez en el suelo brotan por sus aréolas o bien pueden reproducirse sexualmente (Paniagua, 1980). La reproducción sexual ocurre en primavera.

Las flores de las cactáceas tienen como característica ser poco longevas en un esfuerzo por economizar agua. Las flores de los cactus suelen abrirse durante el día, salvo algunos géneros (*Discocactus*, *Echinopsis*, *Neobinghamia*, etc.) que abren sus flores al anochecer, con frecuencia gratamente perfumadas para ayudar a las polillas y a los murciélagos a encontrarlas a oscuras; durante el día llegan a ellas numerosos insectos, aves y mariposas que llevan a cabo la polinización. Dicha polinización es cruzada (alogamia), pues generalmente ocurre protandria, esto es cuando el polen, madura antes que el estigma esté en aptitud de recibirlo. Entre los más eficientes polinizadores están las avispas y abejas, que son bastante especializados en cuanto a la especie que polinizan, existiendo en algunos casos una relación planta-polinizador (Kunte y Subik, 2004; Paniagua, 1980).

2.5.3. Germinación

La germinación de las semillas de las cactáceas es un proceso difícil, debido al medio en que se encuentran, aun cuando los frutos produzcan numerosas semillas sólo unas cuantas logran germinar. Las plántulas que logran desarrollarse son aquellas que sobreviven a una serie de adversidades, tanto climáticas como biológicas. Es de considerar también las condiciones ecológicas actuales a las que están expuestas, las cuales hacen aún más difícil su sobrevivencia y reproducción (CONABIO, 1997; Flores y Jurado. 2009).

2.6. Importancia de las cactáceas de México

Los cactus son sin lugar a dudas las plantas más emblemáticas y representativas de nuestro país. Es en México donde de manera natural, se presenta el mayor número de especies y endemismos de cactáceas en el mundo. En América hay alrededor de dos mil especies, nuestro país cuenta con 670 especies y 244 subespecies, por lo que es fundamental crear una cultura para su cuidado y explotación (Alanís y Velazco, 2008; Chable, 2010).

A pesar de la diversidad de cactáceas de nuestro país, aún no se ha sabido aprovechar esta ventaja para generar recursos mediante la explotación responsable de esas plantas, sobre todo como producto ornamental.

La sobreexplotación de las cactáceas de México pone en riesgo especies únicas en el mundo. Las cactáceas brindan diversos beneficios a los ecosistemas, crecen en suelos áridos y de poca humedad. Los mantienen compactos y vivos gracias a una red construida con sus raíces. Tardan en crecer entre 150 y 300 años, por lo que cuando se extrae un ejemplar sin control, resulta difícil reponer sus funciones biológicas (Arredondo *et al.*, 2009; Chable, 2010).

2.7. Distribución de las cactáceas

Las cactáceas habitan en lugares áridos y semiáridos del continente americano; sin embargo, también se encuentran en zonas tropicales húmedas. En las regiones desérticas, semidesérticas, a veces cubiertas de bosques secos, chaparrales o matorrales espinosos de América del Norte y de Centroamérica, se encuentran la mayor variedad de cactus, los cuales llegan a dominar las asociaciones vegetales y determinar el paisaje (Ríha y Subik, 1991; Robbins, 2003).

Hay numerosas especies y variedades, de las cuales algunas están localizadas en pequeñas áreas, mientras otras se distribuyen en regiones desérticas como el Desierto Chihuahuense.

2.8. El Desierto Chihuahuense

Es conocido que el Desierto Chihuahuense es uno de los desiertos biológicamente hablando más ricos del mundo, superado únicamente por el de Namib-Karoo en África y el Desierto de Australia (WWF, 2005).

El Desierto Chihuahuense se localiza en la altiplanicie mexicana entre los 30° Latitud Norte y Latitud Sur, así también entre las Sierras Madre Oriental y Madre Occidental. Aproximadamente el 80% del Desierto Chihuahuense se extiende dentro de México por los estados de Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Durango, San Luis Potosí, Tamaulipas y Zacatecas, mientras que el otro 20% se expande hacia el oeste de Texas, el sur de Nuevo México y sureste de Arizona. Esta ecorregión cubre 630,000 km² (Robbins, 2003; WWF, 2012) (Figura 1).



Figura 1. Dimensiones del Desierto Chihuahuense en México y sur de Estados Unidos.

Fuente: WWF, 2012

Este Desierto, es el conjunto de fenómenos climáticos que lo distinguen de otros componentes del Gran Desierto Norteamericano. De acuerdo al enfoque climático-geográfico de Holdridge (1967), basado en la clasificación de zonas de vida, el Desierto Chihuahuense es un desierto templado o chaparral-transicional caliente. Acorde al sistema de clasificación climática de Koppen esta región es un desierto caliente con una estación de invierno seca (Tamayo, 1962). La clasificación climática de Thornthwaite (1931), categoriza este desierto como templado, muy seco, con inviernos templados (siendo el límite noroeste seco con inviernos extremos).

La vegetación está compuesta principalmente de comunidades bióticas áridas y semiáridas, constituida por arbustos que forman algunas veces matorrales cerrados, tales como, desértico micrófilo, crasicale, rosetófilo y submontano. Las especies de pasto corto crecen en asociación con los arbustos, entre los que se identifican la gobernadora, la yuca, varias euforbiáceas y gran variedad de especies de cactáceas. En algunos lugares se encuentran cactáceas columnares como *Myrtillocactus geometrizans* y especies arborecentes de *Yucca*. La vegetación predominante consiste de matorrales xerófitos, aún cuando también son frecuentes los pastizales y Bosques espinosos de *Prosopis* spp. (Arredondo *et al.*, 2001; Villavicencio *et al.*, 2006 y 2011).

Las poblaciones de cactus ornamentales que se distribuyen en las zonas áridas y semiáridas del Desierto Chihuahuense se consideran especies nativas o ancestrales que se localizan en variaciones fisiográficas, climáticas y edáficas que determinan en gran medida su distribución y abundancia; agrupándose en 25 géneros con aproximadamente 148 especies. Esta zona cuenta con una gran riqueza cactológica; sin embargo, muchas especies se encuentran amenazadas o en peligro de extinción. El mayor índice de endemismo de cactus ornamentales también se ubica en esta zona, siendo los géneros más representativos; *Ariocarpus*, *Astrophytum*, *Coryphantha*, *Echinocereus*, *Echinomastus*, *Epithelantha*, *Neobesseya*, *Normanbokea*, *Leuchtenbergia*, *Lophophora*, *Mammillaria* y *Thelocactus* (Alanís y Velazco, 2008; Arredondo *et al.*, 2001; Bárcenas, 2003 y 2006; Villavicencio *et al.*, 2006 y 2011).

2.9. Factores de degradación y problemática que presentan las cactáceas

Los esfuerzos por rescatar y proteger a los cactus son complicados ya que la mayoría presentan un lento crecimiento y tienen ciclos de vida muy largos. Por otro lado, el ecosistema donde se distribuyen estas especies, está siendo destruido por la necesidad de tierras para la agricultura y el pastoreo, la construcción de carreteras y

el avance urbano. De tal manera que la diversidad biológica desaparece, perdiéndose flora y fauna probablemente no descrita o endémicas del lugar, que se acaban al desaparecer su hábitat natural (Bárceñas, 2006; Castañeda y Vargas, 1996).

La deforestación y la sobrecolecta de especies de cactáceas para su uso comercial, más que todo como ornamentales, contribuye no sólo a la pérdida de este recurso natural, sino también a la desertificación del suelo alterando las comunidades y su regeneración. Al llevarse a las plantas maduras, éstas ya no dejan descendientes en la zona, no hay reproducción vegetativa ni reproducción sexual que permita la propagación de las especies, de tal manera que los individuos van siendo cada vez más escasos, y restringidos a áreas más pequeñas dentro de la zona (Castañeda y Vargas, 1996).

La creciente demanda de los países extranjeros por los cactus ha propiciado el establecimiento de actividades dedicadas a la colecta y al comercio ilegal de éstos (AGEXPRONT, 2001). Por lo que la mayoría de las cactáceas se incluyen en el apéndice II de la Convención sobre el Comercio Internacional De Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES, 1990 y 1994).

El afectar los ecosistemas semiáridos es una lamentable realidad que pone en riesgo a las poblaciones naturales, atenta directamente contra los productores establecidos que cuentan con todos los requerimientos de ley, contribuye al empobrecimiento de la biodiversidad biológica nacional y se considera un robo a la nación (Reyes, 2012; Villavicencio *et al.*, 2011).

El aprovechamiento de las cactáceas es variado razón por la cual es necesario su estudio sin olvidar su importancia ecológica, como especies endémicas, que mantienen relación con otras especies de flora y fauna de las zonas semiáridas del país. Para su conservación es vital mantener el hábitat donde crecen y se

desarrollan, todos sus procesos biológicos e interrelaciones a los cuales están adaptados.

2.10. El género *Ariocarpus* Scheidw.

El género *Ariocarpus* Scheidw. Bull. Acad. Roy. Sci. Bruxelles 5(8) 491-492 f. 1-5. 1838

El nombre del género proviene del término Ario, fruto similar al Aria (*Pyrus*) y al carpo. El género *Ariocarpus* forma parte de la familia Cactaceae. De este género están consideradas unas 7 especies que se distribuyen en el área de influencia del Desierto Chihuahuense.

Todas las especies de *Ariocarpus* son conocidas en México con el nombre vernáculo de chaute. Desde épocas prehispánicas el mucílago se ha utilizado para la preparación de pegamentos y adhesivos. Los tarahumaras utilizan a *Ariocarpus fissuratus* como narcótico, para remediar fiebres y dolores reumáticos; *A. kotschoubeyanus* como un analgésico para los golpes y para los moretones, o como pegamento para reparar la alfarería rota; *A. retusus* le atribuyen propiedades mágicas considerado como falso peyote (Batis y Rojas, 2002; Villavicencio et al., 2006).

2.10.1. *Ariocarpus retusus* Scheidw.

Ésta es la especie tipo y la más grande del género *Ariocarpus*, aunque su crecimiento es muy lento (Figura 2). El estatus asignado en 2009 por la IUCN es preocupación menor (Fitz y Maurice, 2009).



Figura 2. Planta colectada de *Ariocarpus retusus*.

Las plantas de esta especie pueden desarrollarse solas o agrupadas formando conglomerados. Estas presentan tubérculos triangulares más largos que anchos, de superficie lisa sin rugosidad, con ápice agudo en las puntas. Las yemas axilares presentan una espina rudimentaria al final de la aréola, no así en la yema floral, que está en la porción central de la planta separada de la yema axilar. (Bravo y Sánchez, 1991).

Se encuentra distribuida en los estados de Coahuila, Nuevo León, Zacatecas, Tamaulipas y San Luis Potosí. Ha sido colectada cerca de Saltillo, Coahuila; Monterrey, Nuevo León; Hacienda de Cedros, Zacatecas; Valle de Jaumave, Tamaulipas; Matehuala y San Luis Potosí (<http://www.living-rocks.com/distribution/retmap.htm>). Crece en colinas calizas y pedregosas, rara vez yesosas, en matorrales rosetófilos donde son comunes: *Agave stricta*, *Yucca carnerosana*, *Dasyilirion sp.* (Bravo y Sánchez, 1991).

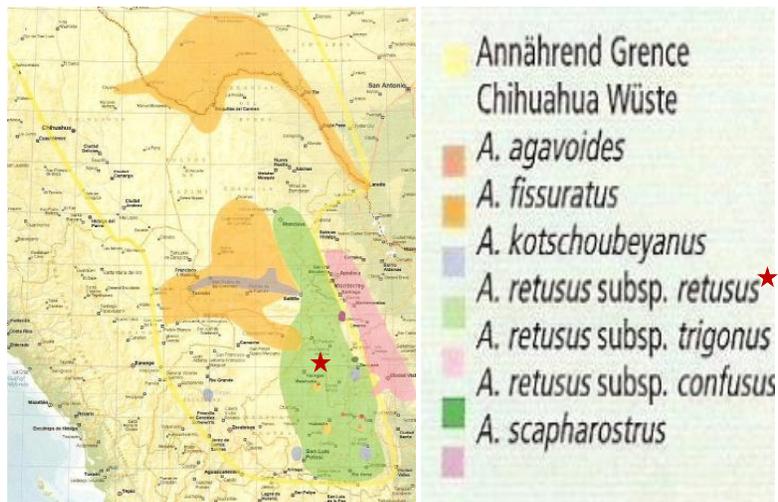


Figura 3. Distribución de *Ariocarpus retusus* Scheidw.

Fuente: Kaktusy, 2002 (por: Kunte y Sedivý)

2.10.2. Clasificación taxonómica de *Ariocarpus retusus* Scheidw.

REINO.....Plantae

DIVISIÓN.....Magnoliophyta Cronquist, Takht. & W. Zimm. Ex Reveal

CLASE.....Magnoliopsida Brongn.

SUBCLASE...Caryophyllidae Takht.

ORDEN.....Caryophyllales Benth. &Hook.

FAMILIA.....CACTACEAE Juss.

GÉNERO.....*Ariocarpus* Scheidw.

ESPECIE.....*retusus* Scheidw.

Nombre Común: Biznaga maguey, peyote cimarrón y chaute.

NOM-059 Sujeta a Protección Especial (Pr)

CITES Apéndice I

2.10.3. Descripción Morfológica

Plantas de hasta 12 cm de altura y de 10 a 25 cm de diámetro, de color verde azulado o grisáceo. Su forma típica de rosetón la adquieren al primer año de crecimiento. **Tallos** muy enterrados, globosos. **Tubérculos** triangulares, atenuados hacia el ápice que a veces se prolongan en forma de un mucrón angostamente cónico, superficie convexa o casi plana, algo ondulada y más o menos arrugada, no figurados, de 1.5 a 4 cm de longitud y 1 a 3.5 cm de anchura, casi tan largos como anchos. **Aréolas** espiníferas en la punta de los tubérculos o casi así, muy pequeñas, circulares, como de 1 a 5 mm de diámetro, con algo de lana y a veces con algunas espinas diminutas; Aréolas floríferas lanosas cerca de la axila de los tubérculos. *A. retusus* presenta aréolas monomórficas y dimórficas, las cuales también se han encontrado en ciertas especies del género *Coryphantha*. **Flores** en las aréolas floríferas de los tubérculos jóvenes del ápice de la planta, de 4 a 5 cm de diámetro, y hasta 4.5 cm de longitud; segmentos exteriores del perianto blanquecinos, ocasionalmente con la línea media rojiza, de 1.2 a 2 cm de longitud y 5 a 8 mm de anchura, segmentos interiores del perianto lanceolados, acuminados, como de 2 cm de longitud y 5 a 9 mm de anchura; estambres numerosos; **filamentos** blanquecinos; **anteras** de color amarillo oro; grano de polen entre 80 y 85 micras; estilo blanco; lóbulos del estigma 7 ó más. **Fruto** ovoide, de 10 a 25 mm de longitud, blanco verdoso hasta rosado pálido, liso, ampliamente umblicado, conserva los restos secos del perianto (Bravo y Sánchez 1991; Hunt, 2006).

2.11. El Convenio de la UPOV

El Convenio Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales ("el Convenio de la UPOV"), fue aprobado en París desde 1961, en el se establece un sistema internacional de protección de las obtenciones vegetales y reconocimiento de los derechos de propiedad intelectual de los obtentores.

En virtud del Convenio de la UPOV se instituyó la Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV) que es una organización intergubernamental con personalidad jurídica propia y sede central en Ginebra, Suiza. Este Convenio de la UPOV ha sido revisado en Ginebra en 1972, 1978, y 1991 y su misión es *“proporcionar y fomentar un sistema eficaz para la protección de las variedades vegetales, con miras al desarrollo de nuevas variedades vegetales para beneficio de la sociedad”* (UPOV, 2006).

2.12. Carácter Morfológico

Para que las variedades tengan derecho a la protección, en primer lugar deben definirse claramente a fin de considerar si cumplen los criterios DHE necesarios para la protección. Un carácter morfológico se refiere a cada uno de los rasgos que se usan en la descripción de la planta (UPOV, 2002).

De acuerdo con la UPOV, el o los caracteres morfológicos deben definirse claramente para poder ser evaluados, de un modo objetivo. En algunos casos se puede utilizar una ilustración para explicar el carácter con mayor claridad. Los caracteres morfológicos que se seleccionen para cada especie, son los que se van a utilizar en el examen DHE o en la descripción de la variedad.

También éstos deben ser evaluados respecto de su homogeneidad. El carácter o caracteres deben de ser consistentes para cumplir con los requisitos sobre la estabilidad; es decir, deben de producir resultados consistentes y repetibles después de cada reproducción o multiplicación repetida al final de cada ciclo de reproducción o multiplicación. La estabilidad, como la homogeneidad, es otro de los criterios que se evalúa en el examen DHE y por ello todos los caracteres morfológicos utilizados en el examen DHE o en la descripción de la variedad han de satisfacer el requisito de estabilidad. Los caracteres pueden ser observados visualmente, o medidos, según el

tipo de carácter y el tipo de variedad y pueden ser Cuantitativos (QN), Pseudocuantitativos (PQ) y Cualitativos (QL).

El mejoramiento de una variedad vegetal es un proceso que dura muchos años. El fitomejorador ha de generar una planta que presente los caracteres deseados. Para ello, puede partir de plantas que presenten una variabilidad natural, o puede crear la variabilidad cruzando plantas seleccionadas para ese fin. Por último, cuando ya se ha identificado una planta, debe fijarse su configuración genética para hacer de ella una variedad vegetal uniforme y estable (UPOV, 2006).

La caracterización morfológica para la descripción varietal de la especie *Ariocarpus retusus*, se llevó a cabo con el propósito de seleccionar caracteres de distinción por genotipo y cumplir con la regulación para su protección y registro en el CNVV (Catalogo Nacional de Variedades Vegetales) en cumplimiento con las especificaciones de la UPOV (Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales), en donde se marca que los caracteres deben definirse claramente para poder ser evaluados, de un modo objetivo. Los caracteres seleccionados para la especie *Ariocarpus retusus* son los que se utilizarán para el examen DHE (Distinción, Homogeneidad, Estabilidad) o en la descripción de la variedad cuando esta se genere por los obtentores, que pueden ser un horticultor profesional y no profesional un agricultor, un científico, una institución dedicada al fitomejoramiento, o empresa especializada en fitomejoramiento.

2.13. Tipo de expresión de los caracteres.

Con el fin de permitir el uso adecuado de los caracteres en el examen DHE es importante entender las distintas maneras en que pueden expresarse los caracteres.

2.13.1. Caracteres cuantitativos (QN)

La expresión abarca toda la gama de variaciones, de un extremo a otro. La expresión puede inscribirse en una escala unidimensional lineal continua o discontinua. La gama de expresión se divide en varios niveles de expresión a los fines de la descripción (ejemplo, longitud del tallo: corto, medio, largo).

La división tiene por fin proporcionar, en la medida en que resulta práctico, una distribución equilibrada a lo largo del nivel. En las Directrices de Examen no se especifica la diferencia necesaria a los efectos de la distinción; sin embargo, los niveles de expresión deben ser fidedignos para el examen DHE (UPOV, 2002).

2.13.2. Caracteres cualitativos (QL)

Son los que se expresan en niveles discontinuos (ejemplo, composición de la planta: simple, cespitosa). Estos niveles de expresión se explican por sí mismos y tienen un significado independiente. Todos los niveles son necesarios para describir la gama completa del carácter, mientras que toda forma de expresión puede describirse mediante un único nivel. El orden de los niveles no es importante. Por regla general los caracteres no son influenciados por el medio ambiente (UPOV, 2002).

2.13.3. Caracteres pseudocualitativos (PQ)

La gama de expresión es parcialmente, continua pero varía en más de una dimensión (por ejemplo, la forma: oval, elíptica, redonda, oboval) y no puede describirse adecuadamente definiendo únicamente los extremos de una gama lineal. De manera similar a los caracteres cualitativos (discontinuos), de ahí el uso del término “pseudocualitativo”, cada nivel de expresión individual tiene que ser determinado para describir adecuadamente la gama del carácter (UPOV, 2002).

2.14. Que es un carácter de agrupamiento

Son aquellos en los que los niveles de expresión documentados, aun cuando hayan sido registrados en distintos lugares, pueden utilizarse, individualmente o en combinación con otros caracteres similares.

Para determinar los tipos de expresión de los caracteres (cuantitativo, cualitativo y pseudocualitativo), es necesario familiarizarse con los conceptos referidos en el documento TGP/13 de la Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV, 2009a).

2.15. Que es una especie de dominio público y sus variantes

De acuerdo con el Convenio de la UPOV (Artículo 7), una variedad puede considerarse especie de dominio público si el material de reproducción o de multiplicación vegetativa es producto de la cosecha de la variedad que se ha comercializado. Se ha publicado su descripción detallada; depositado una solicitud para la concesión del derecho de obtentor, o la variedad se ha inscrito en un registro oficial de variedades, de cualquier país, considerándose que la variedad es notoriamente conocida desde la fecha de la solicitud, siempre que ésta dé lugar a la concesión del derecho de obtentor o la inscripción de la variedad en el registro oficial de variedades, según corresponda; o bien si existe material vegetal vivo de la variedad en colecciones botánicas accesibles al público. En todos estos casos una especie de dominio público tiene que satisfacer el requisito de distinción, la variedad, debe distinguirse claramente de toda otra variedad que sea notoriamente conocida. Su reconocimiento debe ser notorio y no tener limitación nacional o geográfica (UPOV, 2009c).

En el artículo 7 del Acta de 1991, se establecen las especificaciones de distinción “Se considerará distinta la variedad si se distingue claramente de cualquier

otra variedad cuya existencia, en la fecha de presentación de la solicitud, sea notoriamente conocida. En particular el depósito, en cualquier país, de una solicitud de concesión de un derecho de obtentor para otra variedad o de inscripción de otra variedad en un registro oficial de variedades, se considerará la calidad que hace a esta otra variedad notoriamente conocida a partir de la fecha de la solicitud, si ésta conduce a la concesión del derecho de obtentor o a la inscripción de esa otra variedad en el registro oficial de variedades, según el caso.”

En el Convenio de la UPOV se establece que una variedad se distingue claramente de cualquier otra variedad si la diferencia en los caracteres es: constante y clara.

Diferencia constante: Una manera de garantizar que una diferencia en un carácter, observada en un ensayo en cultivo, es lo suficientemente constante consiste en examinar el carácter al menos en dos ocasiones independientes. No obstante, en ciertas circunstancias la influencia del entorno no justifica un segundo ciclo de cultivo a fin de garantizar que las diferencias observadas entre variedades sean lo suficientemente constantes. Como en un invernadero donde se controlan las condiciones de temperatura y de luz, puede no ser necesario observar dos ciclos de cultivo. En ambos casos, deberán tenerse en cuenta las características de reproducción o de multiplicación de la variedad y la calidad del material vegetal.

En las Directrices de Examen individuales se especifica si se necesitan varios ciclos de cultivo para probar que una diferencia en un carácter es suficientemente constante o si, por el contrario, para ciertas especies, el ensayo podrá realizarse en un solo ciclo de cultivo.

Diferencia clara: Se refiere a la diferencia entre dos variedades cuando esta depende de muchos factores y para ello debería considerarse, en particular, el tipo de expresión del carácter examinado, es decir, si se expresa de forma cualitativa, cuantitativa o pseudocualitativa. (UPOV, 2009c).

En el Artículo 8 del Convenio de la UPOV define a una variedad como homogénea, si es suficientemente uniforme en sus caracteres pertinentes, a reserva de la variación previsible habida cuenta de las particularidades de su reproducción sexuada o de su multiplicación vegetativa. El criterio de homogeneidad no pretende una homogeneidad absoluta. En el Convenio de la UPOV se establece una vinculación entre el requisito de homogeneidad para una determinada variedad y las peculiaridades de su modo de reproducción o multiplicación. Por ello, el grado de homogeneidad requerido para las variedades estrictamente autóгамas, las híbridas de líneas puras, las de multiplicación vegetativa, las estrictamente heterógamas, las principalmente heterógamas, las sintéticas y las híbridas, será, en general, diferente. Además, se atiende únicamente a los caracteres que son pertinentes desde el punto de vista de la protección de la variedad.

Al igual que el requisito de homogeneidad, la estabilidad se ha concebido para determinar la identidad de la variedad objeto de la protección. Por ello, el criterio de estabilidad atiende únicamente a los caracteres pertinentes de la variedad. El Artículo 9 del Convenio de la UPOV considerará estable una variedad si sus caracteres pertinentes se mantienen inalterados después de reproducciones o multiplicaciones sucesivas o, en caso de un ciclo particular de reproducciones o de multiplicaciones, al final de cada ciclo. Esto significa que los caracteres pertinentes de la variedad no se alteran con el transcurso de las generaciones (UPOV, 2009c).

2.16. Que es una variedad vegetal

El reino vegetal es vasto y por ello ha sido clasificado en un sistema que comprende categorías mayores, menores e infraespecíficas.

Una "familia" es una categoría del reino vegetal que está subdividida en "géneros", y éstos, a su vez, están subdivididos en "especies". Una especie es un grupo de plantas aislado que tienen características morfológicas similares y que se

pueden reproducir entre ellos mismos. Esto significa que plantas de especies diferentes, como por ejemplo, el manzano, la papa, la rosa, el trigo, no pueden reproducirse entre sí por medios naturales.

Aunque la categoría de especie es importante en la clasificación botánica, es patente que las plantas de una misma especie pueden ser muy diferentes. Los agricultores y cultivadores necesitan plantas que estén adaptadas a las condiciones de cultivo locales y que se adecuen a las prácticas agrícolas que emplean. Por ello, utilizan un conjunto de plantas definido con más precisión en el seno de una misma especie, denominado "variedad".

En el Convenio de la UPOV (Artículo 1vi), se define a la variedad vegetal como “un conjunto de plantas de un solo taxón botánico del rango más bajo conocido que, con independencia de si responde o no plenamente a las condiciones para la concesión de un derecho de obtentor, pueda definirse por la expresión de los caracteres resultantes de un cierto genotipo o de una cierta combinación de genotipos, distinguirse de cualquier otro conjunto de plantas por la expresión de uno de dichos caracteres por lo menos y considerarse como una unidad, habida cuenta de su aptitud a propagarse sin alteración”; lo que confirma que la variedad vegetal está comprendida dentro de la última subdivisión de la especie. Por ello, una variedad no puede estar formada por plantas de especies diferentes (UPOV, 2009b).

Para ser susceptible de protección, una variedad ha de estar, ante todo, claramente definida y cumplir los criterios de distinción, homogeneidad y estabilidad (examen DHE). En todas las Actas del Convenio de la UPOV se ha establecido que la variedad se define por sus caracteres y que, en consecuencia, esos caracteres constituyen el criterio respecto del cual se realiza el examen DHE.

El Acta de 1991 del Convenio de la UPOV deja claro este punto al establecer en su Artículo 1vi) que la variedad es un conjunto de plantas que puede "definirse por la

expresión de los caracteres resultantes de un cierto genotipo o de una cierta combinación de genotipos" y "distinguirse de cualquier otro conjunto de plantas por la expresión de uno de dichos caracteres por lo menos". *Los caracteres sirven para determinar la distinción de las variedades (es decir, si son claramente diferenciables).*

El conjunto de plantas debe poder propagarse sin alteración o, dicho de otro modo, la expresión de los caracteres por los que la variedad se ha definido debe mantenerse constante a lo largo de las generaciones. Si un conjunto de plantas no satisface estos criterios, no es considerado una variedad en el sistema de la UPOV. Para ser protegida, la variedad ha de satisfacer las condiciones de novedad, distinción, homogeneidad y estabilidad, y ser designada con una denominación adecuada.

Estas condiciones para la concesión del derecho de obtentor se establecen en el Artículo 5 del Convenio de la UPOV.

El descubrimiento de algunas variantes puede constituir la etapa inicial del proceso de creación de una variedad. Una variedad puede ser obtenida mediante las técnicas de fitomejoramiento tradicional, tal como la cruce y selección, hasta nuevas tecnologías como la ingeniería genética en donde el Convenio de la UPOV no establece restricciones a este respecto (UPOV, 2009b).

2.17. Examen DHE

Este examen se realiza tanto para especies de dominio público y sus variantes así como variedades. El examen DHE se basa, en esencia, en caracteres examinados por medio de ensayos en cultivo. Realizar un ensayo en cultivo consiste en cultivar la variedad de un modo que asegure la expresión de las características pertinentes de la variedad.

La UPOV ha redactado unos principios básicos y orientaciones para la realización del examen DHE, que están recogidos en los siguientes documentos:

1.-Introducción general al examen de la distinción, la homogeneidad y la estabilidad.

2. Documentos asociados, los "Documentos TGP" en donde se marcan las "Directrices para la ejecución del examen de la distinción, la homogeneidad y la estabilidad" (Directrices de Examen) (UPOV, 2009d).

2.17.1. Principios generales que se aplican en el examen DHE

La UPOV ha elaborado varios documentos para establecer los principios generales que se aplican en el examen DHE. La identificación de esos principios promueve el uso de las mejores prácticas, basadas en la experiencia adquirida, y permite que el examen de las nuevas variedades vegetales se lleve a cabo de un modo armonizado por los distintos miembros de la Unión.

La armonización es importante porque facilita la cooperación en materia del examen DHE y asegura la eficacia de la protección al permitir que se formulen descripciones armonizadas y reconocidas internacionalmente de las variedades protegidas.

Los documentos "Introducción General" y "TGP" son revisados y actualizados periódicamente por un Comité Técnico. Las versiones más recientes se enumeran en el documento TGP/0, "Lista de documentos TGP y fechas de última publicación" (UPOV, 2009d).

2.17.2. Las Directrices de Examen

La UPOV también ha elaborado una serie de "Directrices de Examen" específicas, respecto de un amplio número de especies u otros conjuntos de

variedades. El propósito de las Directrices de Examen es desarrollar algunos de los principios recogidos en la Introducción General y sus documentos TGP asociados, detallando orientaciones prácticas para el examen DHE armonizado y, en especial, para identificar caracteres aptos para el examen DHE y la formulación de descripciones armonizadas de las variedades.

Cada una de las Directrices de Examen es redactada por el correspondiente Grupo de Trabajo Técnico para su aprobación (UPOV, 2009d). Las Directrices de Examen aprobadas por la UPOV pueden obtenerse en formato electrónico, en los cuatro idiomas de la UPOV, en la página electrónica: http://www.upov.int/test_guidelines/es/

2.18. Obtentor de una variedad

El "obtentor" es aquella *persona* que puede solicitar el derecho de obtentor de una nueva variedad. De acuerdo en el **Artículo 1iv del Acta de 1991 del Convenio** de la UPOV el obtentor se define como "la persona que haya creado o descubierto una variedad, la persona que sea el empleador de la persona antes mencionada o que haya encargado su trabajo, cuando la legislación de la Parte Contratante en cuestión así lo disponga, o el causahabiente de la primera o de la segunda persona mencionada, según el caso."

El obtentor puede ser por ejemplo, un horticultor no profesional, un agricultor, un científico, una institución dedicada al fitomejoramiento, o empresa especializada en fitomejoramiento. Por lo tanto el obtentor puede ser una *persona* física o también una jurídica (por ejemplo, las empresas) (UPOV, 2009b).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Descripción del área experimental

La presente investigación se llevó a cabo en el invernadero del Campo Experimental Saltillo del CIRNE-INIFAP, en el Jardín Botánico Ing. Gustavo Aguirre Benavides y en el laboratorio del Departamento de Botánica de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

3.2. Material Vegetal

Para la caracterización de esta especie se realizaron colectas en 7 localidades de Coahuila y Nuevo León durante el periodo 2010-2012, colectándose plantas adultas de *Ariocarpus retusus* (Cuadro 1).

Cuadro 1. Lugares de colecta de la especie *Ariocarpus retusus* en municipios de Coahuila y Nuevo León.

Localidad (Ejido)	Accesiones	Municipio	Estado
Cañón de la Bayas	2	Arteaga	Coahuila
Cañada Ancha	1	Ramos Arizpe	
La Paloma	1	Ramos Arizpe	
Sauceda	1	Ramos Arizpe	
El Cercado	1	Saltillo	
Las Colonias	1	Saltillo	
Cruz de Lorza	1	Dr. Arroyo	Nuevo León
Totales	8	7	2

3.3. Datos de ubicación geográfica de las accesiones

Para determinar las rutas de colecta se utilizó información cartográfica digital de la CONABIO disponible en línea, cartografía digital e impresa del INEGI, el

software Arcview, el software de libre acceso Google Earth y equipos GPS. También información de la base de datos de la Red Mexicana de Información sobre Biodiversidad (REMIB) disponible en la web de CONABIO (CONABIO-REMIB, 2009). Esta base de datos se encuentra en constante actualización y cuenta con registros de especímenes de herbarios nacionales y extranjeros. Esta información se integró a la base de datos sobre cactáceas ornamentales, que se tienen en los Campos Experimentales Saltillo y San Luis Potosí del CIRNE-INIFAP y en el Departamento de Botánica de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Con esta información se diseñó un cronograma de colecta y definieron rutas para el recorrido en campo.

Cada colecta se tomó como una accesión registrando en cada sitio los siguientes parámetros; altitud, coordenadas (latitud y longitud) y registros de vegetación asociada. En campo se registró de las diferentes accesiones información sobre las condiciones biofísicas del medio donde se distribuye la especie en referencia. Con la base de datos del INIFAP se obtuvieron los registros climáticos de la zona en cuanto a: precipitación, temperatura media anual y tipo de clima.

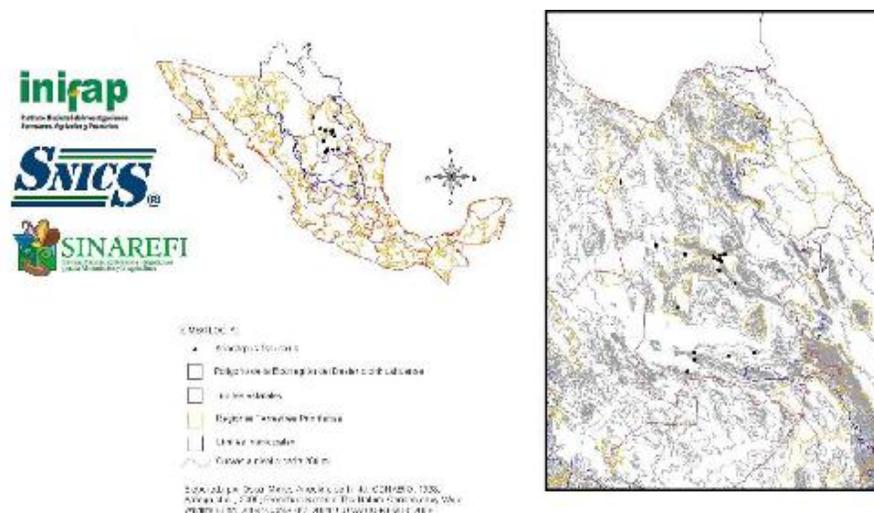


Figura 4. Área de colecta de la especie *Ariocarpus retusus* Scheidw. en el Desierto Chihuahuense, México. Fuente: Oscar Mares Arreola a partir de CONABIO, 1998.

3.4. Manejo del material vegetativo

Las plantas colectadas se etiquetaron y transportaron en cajas de plástico, al Jardín Botánico Ing. Gustavo Aguirre Benavides de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN) en Saltillo Coahuila y al Invernadero del Campo Experimental Saltillo CIRNE-INIFAP.

Estas plantas se trasplantaron al jardín botánico en macetas utilizando un sustrato estéril compuesto por una mezcla de grava, arcilla y tierra negra.

3.5. Variables a evaluar

Para la descripción de las expresiones fenotípicas se elaboró una base de datos con caracteres de agrupamiento tales como: planta, tubérculos, areolas, espinas, flor, fruto y semillas. De cada carácter de agrupamiento se evaluaron características de forma individual y se fotografiaron las características más sobresalientes de cada una de las expresiones fenotípicas.

Las características fenotípicas se agruparon en 3 tipos de variables según el tipo de análisis que se les realizó. Las variables se mencionan a continuación:

- **Variables de tipo cuantitativo (QN).** Fueron aquellos valores promedios obtenidos de las mediciones realizadas a la planta y sus partes. Los datos de estas expresiones se obtuvieron mediante instrumentos tales como el vernier o micrómetro digital marca DIGIMATIC, reglas de 30 cm, microscopio digital marca Dino-Lite modelo AD-413T el cual está adaptado a un programa llamado Dino capture versión 2.0 con el que se realizaron mediciones y fotografías digitales. Las variables de tipo cuantitativo fueron; **planta** (altura y diámetro en centímetros (cm)), **tubérculo** (número de tubérculos por planta, longitud y ancho de la base en cm), **areola** (tamaño), **espinas** (número de

espinas por areola), **flor** (número de flores por planta, longitud, diámetro, número de tépalos internos y externos, número de lóbulos en el estigma y tamaño del pistilo), **fruto** (número de frutos por planta, largo y ancho) y **semilla** (número de semillas por fruto, largo y ancho).

- **Variables de tipo cualitativo (QL).** Estas fueron expresadas mediante un análisis visual de las características morfológicas de la **planta**, determinando sus expresiones fenotípicas en cuanto a forma tales como forma de la planta, flor, semilla y aréola. Dichas formas se identificaron con base a documentos TGP de la UPOV y al Glosario Botánico Ilustrado cuyos autores son Moreno y Escamilla (1984). Para la observación de las semillas se requirió de un microscopio óptico marca Labomed (110-240V, 50-60Hz, 35 watts) y el microscopio digital marca Dino-Lite modelo AD-413T.
- **Variables de tipo pseudocualitativo (PQ).** Se consideran como registros pseudocualitativos todos los referentes al color. Su evaluación fue realizada de forma visual, utilizando la carta de colores Munsell (1977) y la carta de colores [webusable.com](http://www.webusable.com) (Disponible en línea en: <http://www.webusable.com/coloursChart.htm>). El registro se realizó con la clave del tono más próximo al color de la planta, de los tubérculos, espinas, tépalos internos y externos, estambres, frutos y semillas.

3.6. Proceso de Caracterización.

Se evaluaron plantas adultas en etapa reproductiva (floración), sin haber sido sometidas a ningún tratamiento. Las evaluaciones se realizaron en condiciones de crecimiento normal.

La información fue capturada en formatos, realizados en base a los lineamientos establecidos por la UPOV sobre caracterización (Examen DHE), posteriormente se hizo una base de datos en Excel 2007.

Los caracteres de los ejemplares colectados se definieron siguiendo los lineamientos establecidos por la UPOV (2002; 2006; 2008a y b; 2009a, b, c y d; 2010; 2011 y 2013), cada carácter se clasificó de acuerdo a sus expresiones fenotípicas, mismas que se mencionan a continuación:

Planta. Para este carácter de agrupamiento se evaluaron seis descriptores varietales: la **altura** y el **diámetro** de la planta, los cuales se analizaron de manera cuantitativa (QN), la **composición** y la **forma**, cuyo análisis fue de tipo cualitativo (QL); finalmente el **color** (seco y húmedo), cuyo análisis fue de tipo pseudocualitativo (PQ) (Cuadro 2).

La **altura** se determinó considerando tres tipos de expresión fenotípica (chica-mediana-grande), la cual se midió con un vernier o micrómetro digital marca DIGIMATIC, de la parte apical de la planta a la parte media del tronco de la planta donde comienzan los tubérculos que se encuentran unidos a la raíz. El **diámetro** se determinó considerando las mismas expresiones fenotípicas (chico-mediano-grande). Se tomó la medida del diámetro con el vernier o micrómetro digital marca DIGIMATIC y en algunas plantas muy grandes con una regla de 30 cm. La **composición** de la planta se evaluó considerando dos expresiones fenotípicas posibles en la planta (simple o cespitosa), el cual fue realizado de forma visual. La **forma** se determinó de acuerdo a las características referidas en el Glosario Botánico ilustrado de Moreno y Escamilla (1984), ésta expresión fenotípica mostraba dos formas de planta: coroniforme hemisférico y coroniforme débilmente hemisférico, las cuales se analizaron de forma visual. El carácter referente al **color de la planta** fue evaluada en seco y en húmedo, mojando un poco los tubérculos con un aspersor que contenía agua común; posteriormente se tomó un rango de color (verde azulado, verde

grisáceo, verde amarillento) que coincidiera con el de la planta según las claves de la carta de colores Munsell (7.5GY, 5GY y 2.5GY), las claves consistían en tomar el número de la parte superior derecha de la página y los números que coincidieran con la fila y la columna donde se posicionaba el color que más se asemejara al de la planta (Cuadro 2).

Cuadro 2. Formato de descriptores varietales cuantitativos (QN), cualitativos (QL) y pseudocualitativos (PQ) utilizados en el análisis de la planta, según los lineamientos establecidos por la UPOV (2011) para el Examen DHE.

TIPO DE CARÁCTER	CARÁCTER	EXPRESIÓN FENOTÍPICA
	Planta	
QN	Altura	Chica
		Mediana
		Grande
QN	Diámetro	Chico
		Mediano
		Grande
QL	Composición	Simple
		Cespitoso
QL	Forma	coroniforme y débilmente hemisférico
		coroniforme y hemisférico
PQ	Color en seco de la planta	Verde azulado (7.5GY)
		Verde grisáceo (5GY)
		Verde amarillento (2.5GY)
PQ	Color en húmedo de la planta	Verde azulado (7.5GY)
		Verde grisáceo (5GY)
		Verde amarillento (2.5GY)

Tubérculos. Para este carácter de agrupamiento se evaluaron seis descriptores varietales: el **número de tubérculos** por planta, **longitud** y **ancho de la base** se analizaron de manera cuantitativa (QN) y la **formación de los tubérculos** así como la **textura** y la **forma del ápice**, fue de tipo cualitativo (QL) (Cuadro 3).

Cuadro 3. Descriptores varietales cuantitativos (QN), cualitativos (QL) y pseudocualitativos (PQ) utilizados en el análisis de los Tubérculos de las plantas para el Examen DHE.

TIPO DE CARÁCTER	CARÁCTER	EXPRESION FENOTIPICA
	Tubérculos	
QN	Número de tubérculos por planta	Pocos
		Medios
		Muchos
QN	Longitud	Corta
		Mediana
		Larga
QN	Ancho de la base	Chica
		Media
		Larga
QL	Formación de los tubérculos	Con quilla parte ventral
		Sin quilla
QL	Textura	Ampollado
		Liso
QL	Forma del ápice	Mucronado
		Atenuado
		Agudo

El **número de tubérculos** por planta, se obtuvo contando cada uno de los tubérculos, se hizo de manera visual y se clasificaron las plantas según si tenían pocos, medios o muchos tubérculos. La **longitud** se tomó con el micrómetro digital (medidas dadas en mm), se midió desde la base o parte donde brota el tubérculo hasta el ápice del mismo, la información obtenida sería agrupada en tres categorías (corta, mediana y larga). El **ancho de la base** se midió también con el micrómetro y se realizó de la parte media-baja donde se empieza a ensanchar el tubérculo, siendo los datos obtenidos agrupados en tres categorías (chica, media y larga). La **formación de los tubérculos** (con quilla en la parte ventral o sin quilla) se evaluaron en base a la presencia o ausencia de quilla en la parte ventral del tubérculo, dicho término se obtuvo del Glosario Botánico ilustrado (Moreno y Escamilla, 1984). La **textura** se obtuvo de manera palpable tocando la epidermis de los tubérculos y considerando si ésta era lisa o rugosa (ampollosa). La **forma del ápice** (mucronado,

atenuado, agudo) fue evaluada de forma visual y en base al Glosario Botánico ilustrado.

Areola Evaluación de cuatro descriptores varietales: El **tamaño** de la areola fue de tipo QN y se obtuvo en mm con el micrómetro digital, este se clasificó como corto, medio y largo. Los caracteres QL fueron la **posición en cuanto al tubérculo** (ápice del tubérculo o área subterminal del tubérculo), este se realizó de manera visual; la **forma** (circular, elíptica o trulada) se determinó mediante revisión y observación de los gráficos del Glosario Botánico ilustrado (Moreno y Escamilla, 1984); La **presentación de la areola**, se hizo de manera visual observando con una lupa su presentación (hundida, poco hundida o no hundida) (Cuadro 4).

Cuadro 4. Descriptores varietales cuantitativos (QN), cualitativos (QL) y pseudocualitativos (PQ) utilizados en el análisis de las Areolas para el Examen DHE.

TIPO DE CARÁCTER	CARÁCTER	EXPRESIÓN FENOTÍPICA
	Areolas	
QN	Tamaño	Corto
		Medio
		Largo
QL	Posición en cuanto al tubérculo	Ápice del tubérculo
		Área subterminal del tubérculo
QL	Forma	Circular
		Elíptica
		Trulada
QL	Presentación de la areola	Hundida
		Poco hundida
		No hundida

Espinas. Se evaluaron tres descriptores varietales: se determinó como carácter QN el **número de espinas** (pocas, medias o muchas espinas por aréola) mediante conteo visual, observándolas en el microscopio digital Dino-Lite. El **ángulo** o la inclinación que presentaba la espina (ascendente o recto) se analizó como carácter de tipo QL, el cual se determinó de forma visual con una lupa y con ayuda del

Glosario Botánico ilustrado. Dentro del carácter PQ se evaluó el **color** de manera visual y con ayuda de la carta de colores Munsell (7/4 2.5Y, 8/6 2.5Y, 8/2 5Y) (Cuadro 5).

Cuadro 5. Descriptores varietales cuantitativos (QN), cualitativos (QL) y pseudocualitativos (PQ) utilizados en el análisis de las Espinas para el Examen DHE.

TIPO DE CARÁCTER	CARÁCTER	EXPRESION FENOTIPICA
	Espinas	
QN	Número de espinas por areola	Pocas
		Medias
		Muchas
QL	Ángulo	Ascendente
		Recto
PQ	Color	Café (clave 7/4 2.5Y)
		Crema (clave 8/2 5Y)
		Amarillo (clave 8/6 2.5Y)

Flor. Para esta variable se evaluaron un total de diecinueve descriptores varietales. Los caracteres de tipo QN fueron: el **número de flores** por planta, **longitud** y **diámetro** de la flor, **número de tépalos internos** y **externos**, **número de lóbulos en el estigma**, **tamaño del gineceo** (estilo y estigma) y **número de estambres**. Los caracteres QL fueron la **forma de la flor**, la **posición de la flor**, la **forma de tépalos internos** y **externos** y la **forma del ápice en tépalos internos** y **externos** (redondeado/mucronado). El **color de los tépalos internos** y **externos** (**perianto**), el de los **estambres** y del **pistilo**, fueron caracteres de tipo PQ (Cuadro 6).

Cuadro 6. Descriptores varietales cuantitativos (QN), cualitativos (QL) y pseudocualitativos (PQ) utilizados en el análisis de las Flores para el Examen DHE.

TIPO DE CARÁCTER	CARÁCTER	EXPRESIÓN FENOTÍPICA
	Flor	
QN	Número de flores por planta	Pocas
		Medias
		Muchas
QN	Longitud de la flor	Corta
		Mediana
		Larga
QN	Diámetro de la flor	Chica
		Media
		Larga
QN	Número de tépalos internos	Pocos
		Medios
		Muchos
QN	Número de tépalos externos	Pocos
		Medios
		Muchos
QN	Número de lóbulos en el estigma	Pocos
		Medios
		Muchos
QN	Longitud del gineceo	Corta
		Mediana
		Larga
QN	Número de estambres	Pocos
		Medios
		Muchos
QL	Forma de la flor	Campanulada
		Infundibuliforme
QL	Posición de la flor	Centro apical
		Extremo apical
QL	Forma de los tépalos internos	Obovado
		Oblanceolado
QL	Forma de los tépalos externos	Espatulado
		Oblongo
QL	Forma del ápice en tépalos internos	Redondeado
		Acuminado
QL	Forma del ápice en tépalos externos	Redondeado
		Acuminado
PQ	Color del perianto (Tépalos)	¹ Blanco/blanco ²
		¹ blanco con rosa pálido ³
		¹ blanco con solferino ⁴

...Continuación del Cuadro 6.

PQ	Color de los tépalos internos	Velo de boda ¹ (clave FFFFFD)
PQ	Color de los tépalos externos	Blanco plantación ² (clave FFFFFE)
		Rosa pálido ³ (clave 7/6 10R)
		Solferino ⁴ (clave 6/6 5RP)
PQ	Color del gineceo (estilo y estigma)	Blanco plantación ² (clave FFFFFE)
PQ	Color de las anteras	Amarillo oscuro (clave FFCC33)
		Amarillo claro (clave FFFF33)

Números con superíndice igual (1, 2, 3, 4) se refiere a colores semejantes.

Los caracteres QN se dividieron en **número de flores** por planta (una, dos o más de tres), ésta se determinó visualmente; la **longitud** (corta/mediana/larga) que fue medida con el vernier de la parte donde brotaba la flor hasta donde terminaba la corola de la flor; el **diámetro** (chica/media/larga) se midió del extremo izquierdo al derecho de la corola con uso del vernier; para el conteo del **número de tépalos internos** y **externos** (pocos/medios/muchos) del **número de estambres** (pocos/medios/muchos) y **de lóbulos en el estigma** (pocos/medios/muchos) se sacrificó una flor de la planta para posteriormente contabilizar de forma individual cada descriptor varietal fue observado en el microscopio. La **longitud del gineceo** (corta/mediana/larga) se observó en el microscopio digital marca Dino-Lite, el cual estaba conectado a una computadora para su mejor observación y manipulación mediante el programa Dino capture versión 2.0 para poder realizar las mediciones. Los caracteres QL que fueron la **forma de la flor** (campanulada/infundibuliforme), la cual se determinó en base al Glosario Botánico ilustrado y al documento TGP 14 (UPOV, 2010); **posición de la flor** en el ápice de la planta (centro apical/extremo apical) también fue de forma visual; **forma de tépalos internos** (obovado/oblanceolado) y **externos** (espatulado/oblongo), así como la **forma del ápice en tépalos internos** y **externos** (redondeado/acuminado). Éstos fueron

extraídos de la planta para su mejor observación utilizando una lámpara de aumento con iluminación Daigger marca AVEN. Los caracteres PQ fueron el **color del perianto de la flor** con nombres de colores no determinados, posteriormente se realizó un análisis de forma particular en los tépalos internos (clave FFFFFD) y externos con claves de colores (claves FFFFFE, 7/6 10R y 6/6 5RP), del mismo modo, se realizó para la evaluación del color de las anteras (claves FFCC33 y FFFF33) y el pistilo (clave FFFFFE). Éstos se determinaron mediante su observación con la lámpara de aumento antes mencionada, utilizando las cartas de colores Munsell y Webusable.com.

Fruto. A este carácter de agrupamiento se le evaluaron ocho descriptores varietales: **número de frutos** por planta, **largo** y **ancho** del fruto como caracteres QN; **forma**, **superficie del fruto**, **tipo dehiscencia**, **restos del perianto** como caracteres QL; finalmente el **color** de tipo PQ (Cuadro 7).

El **número de frutos** por planta (pocos. regular, muchos) se determinó en forma visual y contando cantidad de frutos por planta. La longitud (corta-mediana-larga) y la anchura (chica-media-larga) de los frutos fueron medidas con el vernier. Los caracteres expresados de tipo QL fueron analizados de manera visual y determinados con el Glosario Botánico, siendo éstos, la **forma** (claviforme), tipo de **dehiscencia** (dehiscente o indehiscente) y presencia o ausencia de **restos del perianto**. La **superficie del fruto**, siendo de dos tipos: estriada y no estriada fue observada con el microscopio y determinada según el Glosario Botánico ilustrado. El **color del fruto** (bronceado 3 y bronceado 4) se determinó de forma visual y mediante la carta de colores webusable.com

Cuadro 7. Descriptores varietales cuantitativos (QN), cualitativos (QL) y pseudocualitativos (PQ) utilizados en el análisis de los Frutos para el Examen DHE.

TIPO DE CARÁCTER	CARÁCTER	EXPRESION FENOTIPICA
	Fruto	
QN	Número de frutos por planta	Pocos (uno)
		Regular (2 ó 3)
		Muchos (4 o más)
QN	Largo del fruto sin perianto	Corta
		Mediana
		Larga
QN	Ancho del fruto	Chica
		Media
		Larga
QL	Forma	Claviforme
		Otro
QL	Superficie del fruto	Estriada
		No Estriada
QL	Tipo dehiscencia	Dehiscente
		Indehiscente
QL	Restos del perianto	Presentes
		Ausentes
PQ	Color	Bronceado 3 (clave CD853F)
		Bronceado 4 (clave 8B5A2B)

Semilla. Constituido por seis descriptores varietales: **número de semillas** por fruto y tamaño (**largo** y **ancho**) como caracteres de tipo QN; **forma** y **textura** de tipo QL; **color** de la testa de tipo PQ (Cuadro 8).

Cuadro 8. Descriptores varietales cuantitativos (QN), cualitativos (QL) y pseudocualitativos (PQ) utilizados en el análisis de las Semillas para el Examen DHE.

TIPO DE CARÁCTER	CARÁCTER	EXPRESION FENOTIPICA
	Semilla	
QN	Número de semillas por fruto	Pocas
		Medias
		Muchas
QN	Largo	Corta
		Mediana
		Larga
QN	Ancho	Chica
		Media
		Larga
QL	Forma	Ovada
		Deltada
		Circular
QL	Textura de la testa	Granulosa
		Granulosa Cerosa
PQ	Color de la testa	Gris sgi 20 (clave 333333)
		Marrón 4 (clave 8B2323)

Para cuantificar el carácter QN referente al **número de semillas**, éstas se extrajeron del fruto se lavaron con agua común, se desinfectaron con captan, posteriormente secas, se contabilizaron en el microscopio óptico marca Labomed, separándolas manualmente con ayuda de un pincel, después se determinó cuales frutos presentaban pocas, medias o muchas semillas de acuerdo a un rango realizando un promedio entre los frutos que presentaban más semillas y los que presentaban menos; el **largo** y **ancho** de la semilla se midieron con el programa Dino capture versión 2.0. Los caracteres QL que fueron la **forma** (ovada, deltada, circular) y la **textura** (granulosa y granulosa cerosa), se evaluaron visualmente y se determinaron en base al Glosario Botánico ilustrado. El **color** de la testa (Gris sgi 20 y Marrón 4) fue un carácter de tipo PQ el cual se determinó con la carta de claves de

colores webusable.com y fue analizado en el microscopio óptico Labomed y el digital Dino-Lite.

3.7. Diseño experimental y Análisis estadístico

Las variables cuantitativas (**QN**) de los diferentes caracteres de distinción que se evaluaron en el ensayo de caracterización y en la etapa de diferenciación, se analizaron estadísticamente mediante el procedimiento GLM del Sistema de Análisis Estadístico SAS (SAS Institute, 1988), empleando los cuadrados medios del error, respectivas significancias obtenidas del análisis de varianza, así como las medias obtenidas para la prueba de comparación Tukey ($P \leq 0.05$).

Para el análisis de los caracteres cualitativos (**QL**) y pseudocualitativos (**PQ**) se utilizó un análisis simple de conteo en base a percentiles y promedios de acuerdo a los rangos obtenidos en cada carácter de distinción. Cada parámetro se fijó tomando como referencia el máximo y el mínimo por medio de un recorrido aleatorio generando categorías numéricas para su diferenciación.

Como evidencia de los tres tipos de variables (cuantitativas, cualitativas y pseudocualitativas) se tomaron fotos para el registro de cada carácter, mismas que se utilizaron para ilustrar y estructurar el manual para la descripción varietal de esta especie de dominio público. También se elaboró un dibujo de la estructura caracterizada, mismo que se integró al glosario de la Guía de descripción varietal.

Finalmente se utilizó el formato autorizado por el SCNICS para describir los diferentes caracteres incluidos en las directrices de examen para la especie *Ariocarpus retusus* en los que se consideraron los niveles de distinción de las variables de tipo cuantitativo (QN), cualitativo (QL) y pseudocualitativo (PQ).

4. RESULTADOS

Sitios de colecta

Se realizaron recorridos en tres Municipios del Estado de Coahuila (Arteaga, Ramos Arizpe y Saltillo) y uno de Nuevo León (Doctor Arroyo), las rutas de colecta están comprendidas entre los 23°49'92.9" a 26°02'12" de latitud Norte y 100°31'3.7" a 101°24'48" de longitud Oeste en altitudes que van de los 1186 a los 2080 msnm (Cuadro 9).

Cuadro 9. Registros con datos geográficos de las seis accesiones del estado de Coahuila y una de Nuevo León de *Ariocarpus retusus*.

Edo.	Mpio.	Localidad	Altitud	Precipitación	TMA	Clima
Coahuila	Arteaga	Cañón de las Bayas	1739 msnm	125-400 mm	18-20 °C	BS1Kw
	Ramos	Cañada Ancha	1459 msnm	125-400 mm	18-20 °C	BS1Kw
	Ramos	La Paloma	1186 msnm	125-400 mm	18-20 °C	BS1Kw
	Ramos	Sauceda	1253 msnm	125 a 400 mm	18-20 °C	BS1Kw
	Saltillo	El Cercado	2080 msnm	125-400 mm	16-18 °C	BWhw
	Saltillo	Las Colonias	2010 msnm	125-400 mm	16-18 °C	BWhw
Nuevo León	Doctor Arroyo.	Cruz de Elorza	1941 msnm	400-500 mm	18-22 °C	BS1h(x ^l)

Notas: Edo. (Estado); Mpio. (Municipio); TMA (Temperatura Media Anual); Coah. (Coahuila); N.L. (Nuevo León).

Selección de caracteres morfológicos

Se determinaron 52 caracteres morfológicos, los cuales quedaron agrupados en siete caracteres con diferente nivel de agrupamiento de acuerdo a sus expresiones fenotípicas, expresadas en forma cuantitativa (QL), cualitativa (QN) o pseudocualitativa (PQ) (Cuadro 10).

Cuadro 10. Caracteres de agrupamiento para la descripción varietal de *Ariocarpus retusus* Scheidw.

Especie	Carácter de agrupamiento	Numero de caracteres
<u><i>Ariocarpus retusus</i></u>	1. Característica de la planta	6
	2. Tubérculos	6
	3. Areolas	4
	4. Espinas	3
	5. Flor	19
	6. Fruto	8
	7. Semilla	6
Total de caracteres		52

Caracteres morfológicos de la planta

Del total de los 52 caracteres definidos en el formato de caracterización para la especie conocida de *Ariocarpus retusus*, se evaluaron 21 caracteres cuantitativos, 21 caracteres cualitativos y 10 caracteres pseudocualitativos, de los cuales se obtuvo un total de 129 variables descriptivas, que posteriormente se analizaron para obtener al final las características más distintivas entre las plantas colectadas en las diferentes accesiones. Esto se realizó con el fin de determinar la variabilidad morfológica existente en las plantas de esta especie conocida (*Ariocarpus retusus*) entre las siete localidades evaluadas, en Coahuila (El Cercado y Las Colonias del Mpio. de Saltillo, Cañada Ancha, La Paloma y Saucedá del Mpio. de Ramos Arizpe y

Cañón de las Bayas del Mpio. de Arteaga) y Nuevo León (Cruz de Elorza del Mpio. de Dr. Arroyo).

La descripción de las variables se realizó de acuerdo al carácter de agrupamiento (parte de la planta evaluada) en el que se incluía cada característica morfológica y de acuerdo al tipo de carácter al que pertenecían (cuantitativo, cualitativo y pseudocualitativo) de acuerdo con la UPOV, con la finalidad de agrupar los caracteres de distinción en diferentes niveles de expresión en base a lo establecido en los documentos TG y TGP de la UPOV. Los documentos TG/1/3, TGP/4, TGP/7, TGP/9, TGP/13 y TGP/14, CAJ/67/12 (UPOV 2002; 2006; 2008a y b; 2009a, b, c y d; 2010; 2011 y 2013) fueron utilizados para el análisis cuantitativo, cualitativo y pseudocualitativo. De esta manera se obtuvieron los siguientes resultados para la caracterización del chaute *Ariocarpus retusus*:

4.1. Análisis del carácter de agrupamiento: Planta

4.1.1. Variables Cuantitativas

4.1.1.1. Altura de planta

En el análisis de varianza para el carácter de agrupamiento planta correspondientes a la altura y diámetro se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$), lo que indica que entre localidades existen variaciones en cuanto al tamaño de las plantas muestreadas (Cuadro 11 y Figura 5).

Cuadro 11. Comparación de medias correspondiente a las variables altura y diámetro de planta de *Ariocarpus retusus*.

ESTADO	LOCALIDAD	PLANTA	
		Altura (cm)	Diámetro (cm)
Coahuila	Cañada Ancha	5.22 b	14.17 b
	Cañón de las Bayas	4.83 c	14.26 b
	El Cercado	2.00 d	10.34 d
	La Paloma	5.46 b	14.34 b
	Las Colonias	5.16 b	10.45 e
	Sauceda	5.05 bc	17.17 a
	Nuevo León	Cruz de Elorza	6.81 a
	r^2	0.99	0.99
	C.V.	16.74	13.13
	Media	5.06	12.92

Los datos de la tabla representan el promedio de la información individual obtenida de las mediciones de las plantas de las 7 accesiones. Valores con la misma letra dentro de las columnas no difieren significativamente (Tukey $P \leq 0.05$); r^2 = Coeficiente de determinación; C.V. = Coeficiente de variación.

En la comparación de medias (Tukey $P \leq 0.05$) se determinó que las plantas de la localidad Cruz de Elorza del Mpio. de Dr. Arroyo, N.L. registraron mayor altura (6.81 cm) que el resto de las localidades, mientras que las plantas de las localidades Cañada Ancha, La Paloma y Sauceda del Mpio. de Ramos Arizpe, Coah. y la localidad de Las Colonias del Mpio. de Saltillo, Coah. fueron estadísticamente iguales registrando una altura mediana de 5.22 cm. Las plantas de la localidad de Cañón de las Bayas del Mpio. de Arteaga, Coah. y El Cercado Mpio. de Saltillo fueron las que presentaron la menor altura (Cuadro 11).

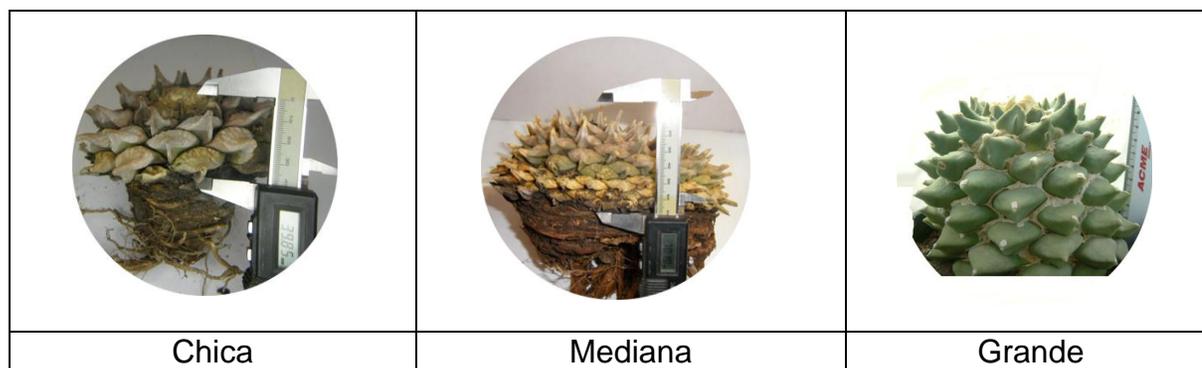


Figura 5. Evaluación de la altura que presentan las plantas de *Ariocarpus retusus*.

Estos resultados permitieron agrupar este carácter en tres niveles de expresión (3, 5 y 7) en base a tres categorías de altura (chica, mediana y grande) de planta considerados (Cuadro 12).

Cuadro 12. Niveles de expresión referentes a la altura de planta.

Nivel de expresión	Altura	Alto de la planta
(3)	Chica	≤ 5 cm
(5)	Mediana	5-10 cm
(7)	Grande	≥ 10 cm

4.1.1.2. Diámetro de planta

En esta variable se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$), siendo la localidad de Saucedá del Mpio. de Ramos Arizpe la que registró plantas con el mayor diámetro (17.17 cm) que el resto de las localidades evaluadas. Las localidades Cañada Ancha, La Paloma y Cañón de las Bayas, fueron estadísticamente iguales registrando un diámetro medio de 14.25 cm en promedio, mientras que la localidad Cruz de Elorza también registró plantas con diámetro de tamaño mediano (13.07 cm). De las localidades de El Cercado y Las Colonias se registraron plantas de diámetro chico con promedio de 10.39 cm (Cuadro 11 y Figura 6).



Figura 6. Evaluación de los diámetros que presentan las plantas de *Ariocarpus retusus*.

De los resultados obtenidos se determinaron tres categorías de diámetro (chico, mediano y grande), siendo éstas agrupadas en tres niveles de expresión (3, 5 y 7) de acuerdo con los documentos de la UPOV (Cuadro 13).

Cuadro 13. Niveles de expresión referentes al diámetro de planta.

Nivel de expresión	Diámetro	Diámetro de la planta
(3)	Chico	≤ 8 cm
(5)	Mediano	8-14 cm
(7)	Grande	≥ 14 cm

El análisis estadístico realizado para el carácter tamaño de planta en el que se incluye la altura y el diámetro, muestra que la altura de la especie *Ariocarpus retusus* tiene en estas áreas agroecológicas menor tamaño que el reportado en la descripción morfológica de la especie (12 cm), mientras que el tamaño del diámetro de planta se mantiene en el rango reportado en la descripción morfológica (10-25 cm) de acuerdo con Bravo y Sánchez (1991).

4.1.2. Variables Cualitativas

4.1.2.1. Composición de planta

Con base a lo referido en los documentos de la UPOV se determinaron dos niveles de expresión para el carácter de composición de planta (Cuadro 14).

Cuadro 14. Niveles de expresión referentes a la composición de planta.

Nivel de expresión	Composición de planta
(1)	Simple
(2)	Cespitosa

En cuanto a ésta variable se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre las diferentes accesiones colectadas, siendo el 84% de las plantas de esta especie de composición simple (nivel de expresión 1), es decir que las plantas de esta especie preferentemente están conformadas por un solo tallo (uniarticulada), el resto de las plantas de las accesiones colectadas presentan una composición cespitosa, se refiere a que la planta es multiarticulada (nivel de expresión 2), en menor proporción (16%), lo que muestra que esta especie puede presentar dos caracteres de distinción en diferente porcentaje (Figura 7).

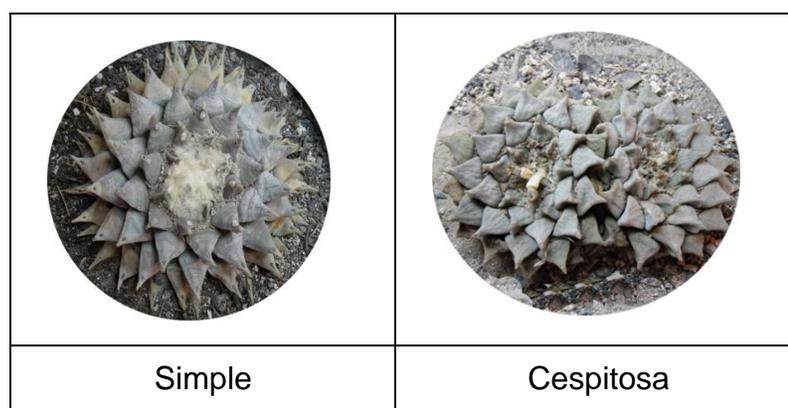


Figura 7. Evaluación de la composición que presentan las plantas de *Ariocarpus retusus*.

Al evaluar las diferencias entre accesiones encontramos que las plantas de la localidad Cañada Ancha fueron en su totalidad (100%) plantas de composición simple, a diferencia de las accesiones de las cinco localidades restantes (El Cercado y Las Colonias del Mpio. de Saltillo, La Paloma del Mpio. de Ramos Arizpe y Cañón de las Bayas del Mpio. de Arteaga en Coahuila y Cruz de Elorza del Mpio. de Dr. Arroyo en N.L.), en donde se presentaron los dos caracteres de distinción, siendo en proporción la mayoría de las plantas de esta especie de composición simple (82.78%) y en menor proporción cespitosas (17.21%) (Cuadro 15).

Cuadro 15. Comparación porcentual de la variación encontrada en las 7 accesiones, con relación a 2 variables correspondientes a la Composición de la planta.

ESTADO	MUNICIPIO	LOCALIDAD	COMPOSICIÓN DE PLANTA	
			Proporción en porcentaje (%)	
			<i>SIMPLE</i>	<i>CESPITOSA</i>
Coahuila	Saltillo	El Cercado	80	20
	Saltillo	Las Colonias	84.61	15.38
	Ramos Arizpe	Cañada Ancha	100	0
	Ramos Arizpe	La Paloma	80	20
	Ramos Arizpe	Sauceda	75	25
	Arteaga	Cañón de las Bayas	81.81	18.18
Nuevo León	Dr. Arroyo	Cruz de Elorza	87.5	12.5

La menor proporción entre estos dos caracteres de distinción se registró en la accesión de la Sauceda Mpio. Ramos Arizpe, registrando una proporción entre plantas simples y cespitosas del 75 y 25%, respectivamente (Cuadro 15).

En este carácter se observó que en su mayoría las plantas del chaute presentan los dos caracteres de distinción como lo describen Bravo y Sánchez (1991), mencionando que estas plantas son simples y rara vez cespitosas; sin embargo, existe variabilidad morfológica entre accesiones, siendo las plantas de la accesión Cañada Ancha del Mpio. de Ramos Arizpe Coah. donde no se encontraron plantas cespitosas (nivel de expresión 2).

4.1.2.2. Forma de la planta

Con base a lo referido por la UPOV en los documentos TG y TGP se obtuvieron dos niveles de expresión para describir la forma de las plantas del chaute (Cuadro 16).

Cuadro 16. Niveles de expresión referentes a la forma de planta.

Nivel de expresión	Forma de planta
(1)	Coroniforme y débilmente hemisférico
(2)	Coroniforme y hemisférico

En cuanto a ésta variable se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre las diferentes accesiones colectadas, siendo el 80% de las plantas de esta especie de forma coroniforme y débilmente hemisférica (nivel de expresión 1), es decir presenta forma de corona y tiene un perfil de arco poco realzado, el resto de las plantas presentan una forma coroniforme y hemisférica (nivel de expresión 2) en menor proporción (20%), siendo plantas de forma subglobosa con un arco muy pronunciado, lo que muestra que en esta especie se pueden presentar dos caracteres de distinción en diferente porcentaje (Figura 8).

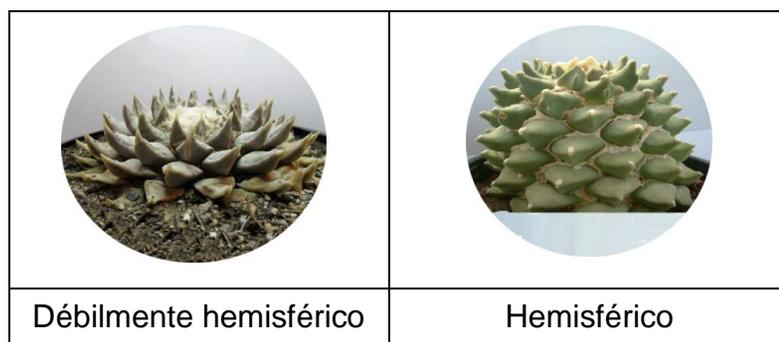


Figura 8. Evaluación de la forma que presentan las plantas de *Ariocarpus retusus*.

Al evaluar las diferencias entre accesiones encontramos que las plantas de las localidades; El Cercado y Las Colonias del Mpio. de Saltillo y La Paloma del Mpio. de Ramos Arizpe en Coah. fueron en su totalidad (100%) plantas de forma coroniforme y débilmente hemisféricas, a diferencia de las accesiones de tres localidades restantes (Sauceda del Mpio. de Ramos Arizpe y Cañón de las Bayas del Mpio. de Arteaga en Coahuila y Cruz de Elorza del Mpio. de Dr. Arroyo en N.L.), en

donde se presentaron los dos caracteres de distinción, siendo en proporción la mayoría de las plantas de forma coroniforme débilmente hemisférica y en menor proporción coroniforme hemisférica, siendo de 84.47% y 15.53% respectivamente (Cuadro 17).

Cuadro 17. Comparación porcentual de la variación encontrada en las 7 accesiones, con relación a 2 variables correspondientes a la Forma de la planta.

ESTADO	MUNICIPIO	LOCALIDAD	FORMA DE PLANTA	
			Proporción en porcentaje (%)	
			<i>DÉBILMENTE HEMISFÉRICA</i>	<i>HEMISFÉRICA</i>
Coahuila	Saltillo	El Cercado	100	0
	Saltillo	Las Colonias	100	0
	Ramos Arizpe.	Cañada Ancha	50	50
	Ramos Arizpe	La Paloma	0	100
	Ramos Arizpe	Sauceda	75	25
	Arteaga	Cañón de las Bayas	90.9	9.09
Nuevo León	Dr. Arroyo	Cruz de Elorza	87.5	12.5

La menor proporción entre estos dos caracteres de distinción se registró en la accesión de Cañada Ancha del Mpio. de Ramos Arizpe, observándose el 50% de estas plantas en cada nivel de expresión (Cuadro 17).

En este carácter se observó que en su mayoría las plantas del chaute presentan los dos caracteres de distinción, como lo describen Bravo y Sánchez (1991), describiendo al chaute como planta con tallo globoso-aplanado o redondeado; sin embargo, existe variabilidad morfológica entre accesiones, siendo las accesiones de plantas de El Cercado y Las Colonias del Mpio. de Saltillo Coah., donde no se encontraron plantas de forma hemisférica (nivel de expresión 2).

4.1.3. Variables Pseudocualitativas

4.1.3.1. Color de planta

La interpretación de los resultados correspondientes al color de la planta, permitió agrupar este carácter en tres niveles de expresión de acuerdo con la UPOV (Cuadro 18).

Cuadro 18. Niveles de expresión referentes al color de planta.

Nivel de expresión	Color de planta
(1)	Verde azulado (7.5GY)
(2)	Verde grisáceo (5GY)
(3)	Verde amarillento (2.5GY)

En cuanto a las variables referentes al color de la planta en seco y en húmedo, se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre las diferentes accesiones colectadas, siendo el 60% en seco y 48% en húmedo las plantas de esta especie que presentaron color verde grisáceo (nivel de expresión 2) y de las que más registros se obtuvieron. El resto de las plantas presentan en menor proporción color verde azulado (38%-seco y 14%-húmedo) (nivel de expresión 1) y color verde amarillento (2%-seco y 38%-húmedo) (nivel de expresión 3), lo que muestra que esta especie puede presentar tres caracteres de distinción en diferente porcentaje (Figura 9).

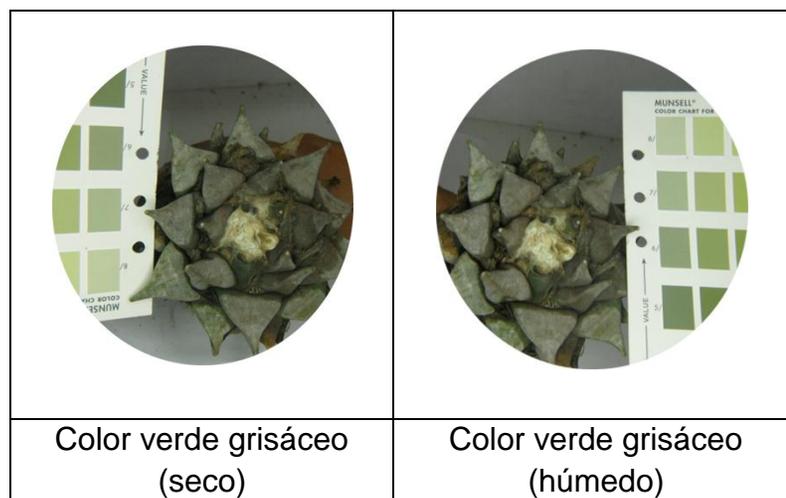


Figura 9. Evaluación del color en seco y húmedo en una planta colectada de *Ariocarpus retusus*.

Al evaluar las diferencias del color en seco entre las plantas de las siete accesiones, encontramos que las plantas de la localidad Cañada Ancha del Mpio. de Ramos Arizpe Coah. fueron en su totalidad (100%) plantas de color verde grisáceo (clave 5GY de la carta de colores de Munsell), a diferencia de las accesiones de 3 localidades (El Cercado y Las Colonias del Mpio. de Saltillo y La Paloma del Mpio. de Ramos Arizpe en Coah.), en donde las plantas presentaron dos niveles de expresión (1 y 2) es decir, el 60% de las plantas de estas accesiones fueron de color verde grisáceo (5GY Munsell) (nivel de expresión 2), el 40% de las plantas presentaron un color de planta verde azulado (7.5GY Munsell). Este mismo efecto en menor proporción se presentó en la accesión Cruz de Elorza del Mpio. de Dr. Arroyo N.L., en donde el 75% de las plantas fueron de color verde grisáceo (5GY Munsell) y el 25% fueron de color verde azulado (7.5GY Munsell). Un efecto opuesto se presentó con las plantas de la accesión Saucedá Mpio. de Ramos Arizpe Coah., donde el 75% de las plantas fueron de color verde azulado y 25% de estas de color verde grisáceo. En la accesión de Cañón de las Bayas del Mpio. de Arteaga Coah. se registraron los tres niveles de expresión, siendo en proporción semejante (45.45%) los niveles de expresión 1 y 2 (verde azulado (7.5GY Munsell) y verde grisáceo (5GY Munsell) y en menor proporción (9.09%) las correspondientes al nivel de expresión 3 (verde amarillento (2.5GY Munsell) (Cuadro 19).

Cuadro 19. Comparación porcentual de la variación encontrada en las 7 accesiones, con relación a 3 variables correspondientes al Color seco de la planta.

ESTADO	MUNICIPIO	LOCALIDAD	COLOR DE PLANTA (SECO)		
			Proporción en porcentaje (%)		
			VERDE AZULADO 7.5 GY	VERDE GRISACEO 5GY	VERDE AMARILLENTO 2.5 GY
Coahuila	Saltillo	El Cercado	40	60	0
	Saltillo	Las Colonias	40	60	0
	Ramos A.	Cañada Ancha	0	100	0
	Ramos A.	La Paloma	40	60	0
	Ramos A.	Sauceda	75	25	0
	Arteaga	Cañón de las Bayas	45.45	45.45	9.09
Nuevo León	Dr. Arroyo	Cruz de Elorza	25	75	0

Al evaluar las diferencias del color en húmedo, de las plantas de las siete accesiones, encontramos que las plantas de las localidades Cañada Ancha y La Paloma, ambas del Mpio. de Ramos Arizpe Coah. fueron en su totalidad (100%) plantas de color verde grisáceo (5GY Munsell), a diferencia de la accesión de El Cercado del Mpio. de Saltillo, en donde las plantas presentaron dos niveles de expresión (1 y 2) es decir, el 60% de las plantas de estas accesiones fueron de color verde grisáceo (5GY Munsell) (nivel de expresión 2) y el 40% de las plantas presentaron un color de panta verde amarillento (2.5GY Munsell). La evaluación de las 4 localidades restantes (Las Colonias del Mpio. de Saltillo, Sauceda del Mpio. de Ramos Arizpe, Cañón de las Bayas del Mpio. de Arteaga en Coah y Cruz de Elorza del Mpio. de Dr. Arroyo en N.L.) mostró que las plantas presentaron los tres niveles de expresión, en donde el 61.53% de las plantas de la accesión Las colonias fueron de color verde grisáceo (5GY MUNSELL), el 30.76% y el 7.69% fueron de color verde amarillento (2.5GY MUNSELL) y verde azulado (7.5GY MUNSELL), respectivamente. Un efecto opuesto se presentó con las plantas de la accesión Sauceda Mpio. de Ramos Arizpe Coah., donde el 50% de las plantas fueron de color verde azulado y en proporción semejante (25%) fueron de color verde grisáceo y

amarillento. En las accesiones de Cañón de las Bayas del Mpio. de Arteaga Coah. y Cruz de Elorza se registraron en mayor proporción 45.45% y 75%, respectivamente, plantas de color verde amarillento (2.5GY MUNSELL) (nivel de expresión 3), mientras que respecto a los otros dos niveles de expresión (1 y 2), el 27.27% de las plantas de la localidad Cañón de las Bayas fueron de color verde azulado (7.5 GY) (nivel de expresión 1) y en menor proporción (18.18%) plantas color verde grisáceo (5GY) (nivel de expresión 2). En la accesión Cruz de Elorza se presentaron en la misma proporción (12.5%) plantas color verde azulado (verde azulado (7.5GY) y plantas color verde grisáceo (5GY) (nivel 1 y 2) (Cuadro 20).

Cuadro 20. Comparación porcentual de la variación encontrada en las 7 accesiones, con relación a 3 variables correspondientes al Color húmedo de la planta.

ESTADO	MUNICIPIO	LOCALIDAD	COLOR DE PLANTA (HÚMEDO)		
			Proporción en porcentaje (%)		
			VERDE AZULADO 7.5 GY	VERDE GRISACEO 5GY	VERDE AMARILLENTO 2.5 GY
	Saltillo	El Cercado	0	60	40
	Saltillo	Las Colonias	7.69	61.53	30.76
	Ramos Arizpe	Cañada Ancha	0	100	0
Coahuila	Ramos Arizpe	La Paloma	0	100	0
	Ramos Arizpe	Sauceda	50	25	25
	Arteaga	Cañón de las Bayas	27.27	18.18	45.45
Nuevo León	DR. ARROYO	Cruz de Elorza	12.5	12.5	75

En estos dos caracteres (color en seco y color en húmedo de la planta) se observaron que las plantas del chaute presentan los caracteres de distinción de color (verde azulado y grisáceo) como lo describen Bravo y Sánchez (1991). Se hizo uso del manual Munsell para la identificación de los tonos verdes, así como lo utilizaron Quintana *et al.*, (2008) para la evaluación del color de *Anagallis monelli* L. Estos resultados demuestran que existe variabilidad en el color de las plantas de esta

especie, siendo las plantas de la accesión Cañada Ancha del Mpio. de Ramos Arizpe Coah. las que en la evaluación del color en seco presentaron color uniforme (verde grisáceo-5GY) (nivel de expresión 2), a diferencia del resto de las plantas de las accesiones evaluadas en donde las plantas presentaron de dos a tres tonalidades de color. En la evaluación del color de planta en húmedo, fueron las plantas de las accesiones de Cañada Ancha y La Paloma, ambas del Mpio. de Ramos Arizpe Coahuila, las que se diferenciaron por que presentaron únicamente plantas color verde grisáceo (5 GY) (nivel de expresión 2).

4.2. Análisis del carácter de agrupamiento: Tubérculo

4.2.1. Variables Cuantitativas

4.2.1.1. Número de tubérculos/planta

La variable referente al número de tubérculos por planta mostró diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre las plantas de las diferentes localidades. De acuerdo a la comparación de medias (Tukey $P \leq 0.05$) las plantas con mayor cantidad de tubérculos fueron del ejido La Paloma (55 tubérculos), mientras que el análisis de los ejidos Cañada Ancha, Saucedá, Cruz de Elorza y Cañón de las Bayas fueron estadísticamente iguales con un promedio de 45.87 tubérculos por planta. El ejido El Cercado y Las Colonias presentaron menor número de tubérculos promediando 34.75 tubérculos/planta (Cuadro 21 y Figura 10).

Cuadro 21. Comparación de medias de tres variables de distinción correspondiente al carácter de agrupamiento Tubérculos de *Ariocarpus retusus*.

ESTADO	LOCALIDAD	TUBERCULO		
		Número/planta	Longitud (cm)	Ancho (cm)
Coahuila	Cañada Ancha	45.25 b	2.55 b	1.82 c
	Cañón de las Bayas	47.63 b	2.51 b	2.11 bc
	El Cercado	33.20 c	2.34 bc	2.60 a
	Las Colonias	36.30 c	1.69 c	1.69 c
	La Paloma	55.00 a	2.24 bc	2.12 bc
	Sauceda	49.75 b	3.00 a	2.25 b
Nuevo León	Cruz de Elorza	40.87 b	2.68 b	2.42 ab
	r^2	0.99	0.97	0.98
	C.V.	26.38	27.36	16.90
	Media	42.88	2.32	2.09

Los datos de la tabla representan el promedio de la información individual obtenida de las mediciones de las plantas de las 7 accesiones. Valores con la misma letra dentro de las columnas no difieren significativamente (Tukey $P \leq 0.05$); r^2 = Coeficiente de determinación; C.V. = Coeficiente de variación.

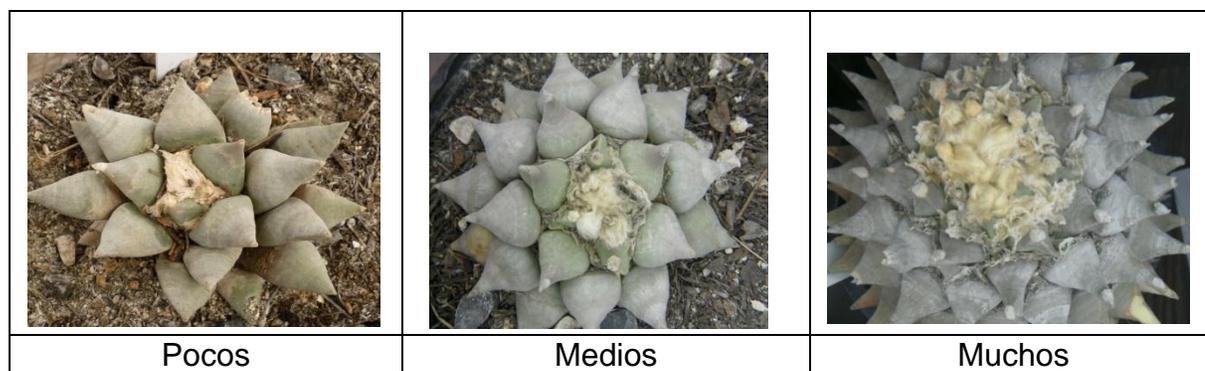


Figura 10. Evaluación del número de tubérculos.

A partir de los datos que se obtuvieron respecto al número de tubérculos por planta se determinaron tres categorías y se agruparon en tres niveles de expresión en base a los documentos de la UPOV (Cuadro 22).

Cuadro 22. Niveles de expresión referentes al Número de tubérculos por planta.

Nivel de expresión	Tubérculos	Número/planta
(3)	Pocos	15 a 20
(5)	Medios	21 a 43
(7)	Muchos	44 a 60

4.2.1.2. Longitud del tubérculo.

En cuanto a esta variable, se obtuvo una diferencia significativa ($P \leq 0.05$) entre localidades. La longitud de tubérculo de las plantas de la localidad de Sauceda fue mayor (3.00 cm) al resto de las localidades evaluadas. Las localidades Cruz de Elorza, Cañada Ancha, Cañón de las Bayas, El Cercado y La Paloma fueron estadísticamente iguales con una longitud mediana de 2.46 cm en promedio; a diferencia de los tubérculos de las plantas del *Ariocarpus* del ejido las Colonias que presentaron aréolas de longitud corta (1.69 cm) (Cuadro 21 y Figura 11).



Figura 11. Evaluación de la longitud de los tubérculos.

En base a los resultados de éste carácter (longitud de tubérculo) se obtuvieron tres niveles de expresión referidos en los documentos de la UPOV (Cuadro 23).

Cuadro 23. Niveles de expresión referentes al largo del tubérculo.

Nivel de expresión	Longitud	Largo del tubérculo
(3)	Corta	≤ 1.5 cm
(5)	Mediana	1.5 - 4 cm
(7)	Larga	≥ 4 cm

4.2.1.3. Ancho de la base

La variable ancho de tubérculo mostró diferencias significativas ($P \leq 0.05$). Las plantas del chaute del ejido El Cercado y Cruz de Elorza registraron tubérculos más

anchos (2.60 cm y 2.42 cm) que el resto de las localidades evaluadas. Las localidades la Paloma, Saucedá y Cañón de las Bayas fueron estadísticamente iguales registrando tubérculos de tamaño medio, los cuales midieron en promedio 2.16 cm. Los *Ariocarpus* de las localidades Cañada Ancha y Las Colonias fueron las que registraron la anchura menor en la base de los tubérculos (chica) (1.75 cm) (Cuadro 21 y Figura 12).

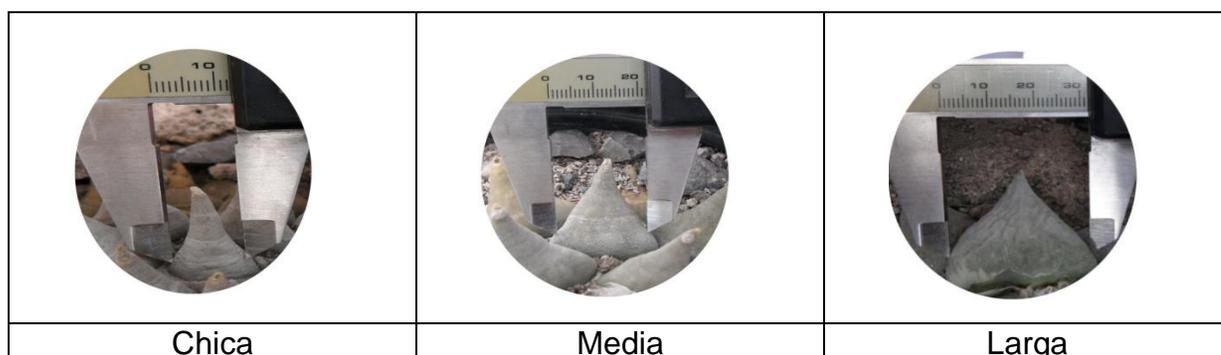


Figura 12. Evaluación de la anchura de la base de los tubérculos.

Se determinaron tres niveles de expresión referidos en los documentos de la UPOV, permitiendo agrupar éste carácter (Cuadro 24).

Cuadro 24. Niveles de expresión referentes al ancho de tubérculos.

Nivel de expresión	Anchura	Ancho de la base del tubérculo
(3)	Chica	≤ 1.5 cm
(5)	Media	1.5 - 2.6 cm
(7)	Larga	≥ 2.6 cm

El análisis estadístico realizado para el carácter cuantitativo de tamaño de tubérculo en el que se incluye la longitud y el ancho, muestra que la especie evaluada de *Ariocarpus retusus* Scheidw. presenta tubérculos que se encuentran dentro del rango reportado en la descripción morfológica de la especie (1.5 a 4 cm). Con respecto al ancho de tubérculo, éstos también se mantuvieron en el rango

reportado en la descripción morfológica (1 a 3.5 cm) de acuerdo con Bravo y Sánchez (1991) y Hunt (2006).

4.2.2. Variables Cualitativas

4.2.2.1. Formación de los tubérculos

Los resultados de este carácter fueron agrupados en dos niveles de expresión de acuerdo a las especificaciones de la UPOV (Cuadro 25).

Cuadro 25. Niveles de expresión referentes al tipo de formación de tubérculos.

Nivel de expresión	Formación de tubérculos
(1)	Con quilla parte ventral
(2)	Sin quilla

En cuanto a ésta variable se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre las diferentes accesiones colectadas, presentando el 86% de las plantas de esta especie, tubérculos con quilla (nivel de expresión 1), es decir que el tubérculo presenta un borde prominente longitudinal en la parte ventral o abaxial, mientras que el resto de las plantas presentan tubérculos sin quilla (nivel de expresión 2); es decir, los tubérculos carecen de dicho borde longitudinal, encontrando plantas con esta característica en menor proporción (14%), lo que muestra que esta especie puede presentar dos caracteres de distinción en diferente porcentaje (Figura 13).



Figura 13. Evaluación de la formación de quilla en los tubérculos.

Al evaluar las diferencias entre accesiones encontramos que las plantas de la localidad de El Cercado del Mpio. de Saltillo, así como La Paloma y Saucedada del Mpio. de Ramos Arizpe y Cañón de las Bayas del Mpio. de Arteaga en Coahuila, fueron en su totalidad (100%) plantas con quilla en los tubérculos, a diferencia de las accesiones colectadas en la localidad Las Colonias del Mpio. de Ramos Arizpe Coah. y Cruz de Elorza del Mpio. de Dr. Arroyo en N.L., en donde se presentaron los dos caracteres de distinción, siendo en su mayoría, plantas con tubérculos que presentaron quilla, registrando 69.23% y 87.5% respectivamente. En menor proporción se presentaron plantas con tubérculos sin quilla, en donde los registros de plantas con este carácter, obtenidos de las localidades Las Colonias de Coah. y Cruz de Elorza de N.L., fueron de 30.76% y 12.5%, respectivamente (Cuadro 26).

Cuadro 26. Comparación porcentual de la variación encontrada en las 7 accesiones, con relación a 2 variables correspondientes a la Formación de tubérculos.

ESTADO	MUNICIPIO	LOCALIDAD	FORMACION DE TUBÉRCULOS	
			Proporción en porcentaje (%)	
			CON QUILLA	SIN QUILLA
	Saltillo	El Cercado	100	0
	Saltillo	Las Colonias	69.23	30.76
Coahuila	Ramos Arizpe	Cañada Ancha	50	50
	Ramos Arizpe	La Paloma	100	0
	Ramos Arizpe	Sauceda	100	0
	Arteaga	Cañón de las Bayas	100	0
Nuevo León.	Dr. Arroyo	Cruz de Elorza	87.5	12.5

La menor proporción entre estos dos caracteres de distinción se registró en la accesión de Cañada Ancha del Mpio. de Ramos Arizpe, encontrándose el 50% de las plantas colectadas en cada nivel de expresión (Cuadro 26).

En este carácter se observó que las plantas del chaute pueden presentar dos caracteres de distinción tubérculos sin quilla y tubérculos con quilla, es decir, tubérculos carinados abajo del tubérculo y redondeados o aplanados arriba, tal como lo describen Bravo y Sánchez (1991); sin embargo, existe variabilidad morfológica entre accesiones, siendo las accesiones de plantas de El Cercado del Mpio. de Saltillo, La Paloma y La Sauceda del Mpio. de Ramos Arizpe en Coahuila y Cañón de las Bayas del Mpio. de Dr. Arroyo en N.L. donde no se encontraron plantas sin quilla en los tubérculos (nivel de expresión 2).

4.2.2.2. Textura

Con base a los resultados obtenidos de este carácter se lograron agrupar los datos en dos niveles de expresión de la UPOV, siguiendo los lineamientos sobre el examen DHE y la elaboración de descripciones armonizadas de las obtenciones vegetales (Cuadro 27).

Cuadro 27. Niveles de expresión referentes al tipo de textura de los tubérculos.

Nivel de expresión	Textura
(1)	Ampollado
(2)	Liso

En cuanto a ésta variable se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre las diferentes accesiones colectadas, siendo el 84% de las plantas de esta especie de textura ampollada, es decir, que los tubérculos tienen una superficie cubierta de convexidades irregulares en forma de ampolla o burbuja (nivel de expresión 1), el resto de las plantas de las accesiones colectadas presentan tubérculos de textura lisa; es decir, que la epidermis se presenta más fina, suave y con menor rugosidad (nivel de expresión 2), siendo éstas en menor proporción

(16%), lo que muestra que esta especie puede presentar dos caracteres de distinción en diferente porcentaje (Figura 14).



Figura 14. Evaluación de la textura del tubérculo.

Al evaluar las diferencias entre accesiones encontramos que las plantas de las localidades Las Colonias del Mpio. de Saltillo, La Paloma y Saucedá del Mpio. de Ramos A. en Coah. presentaron en su totalidad (100%) tubérculos de textura ampollada, a diferencia de las accesiones de tres localidades restantes (El Cercado del Mpio. de Saltillo, Cañón de las Bayas del Mpio. de Arteaga en Coahuila y Cruz de Elorza del Mpio. de Dr. Arroyo en N.L.), en donde se presentaron los dos caracteres de distinción, siendo en proporción la mayoría de los tubérculos de las plantas de esta especie de textura ampollada (83.10%) y en menor proporción lisa (16.89%). La menor proporción entre estos dos caracteres de distinción se registró en la accesión de Cañada Ancha, Mpio. Ramos Arizpe, obteniendo plantas con tubérculos de textura ampollada y lisa en una proporción del 75 y 25%, respectivamente (Cuadro 28).

Cuadro 28. Comparación porcentual de la variación encontrada en las 7 accesiones, con relación a 2 variables correspondientes a la textura de los tubérculos.

ESTADO	MUNICIPIO	LOCALIDAD	TEXTURA	
			Proporción en porcentaje (%)	
			AMPOLLADO	LISO
COAHUILA	SALTILLO	El Cercado	80	20
	SALTILLO	Las Colonias	100	0
	RAMOS A.	Cañada Ancha	75	25
	RAMOS A.	La Paloma	100	0
	RAMOS A.	Sauceda	100	0
	ARTEAGA	Cañón de las Bayas	81.81	18.18
Nuevo León	DR. ARROYO	Cruz de Elorza	87.5	12.5

De estos resultados podemos referir que las plantas del chaute presentan los dos caracteres de distinción (textura lisa y ampollosa), como lo describen Bravo y Sánchez (1991), así como también Loza y Terrazas (2003); sin embargo, existe variabilidad morfológica entre accesiones, siendo las accesiones de plantas de Las Colonias del Mpio. de Saltillo, La Paloma y La Sauceda ambas del Mpio. de Ramos Arizpe Coah. donde no se encontraron plantas con tubérculos de textura lisa (nivel de expresión 2).

4.2.2.3. Forma del ápice

Este carácter quedó agrupado en tres niveles de expresión, de acuerdo a los documentos de la UPOV (Cuadro 29).

Cuadro 29. Niveles de expresión referentes al tipo de ápice de los tubérculos.

Nivel de expresión	Ápice del tubérculo
(1)	Mucronado
(2)	Atenuado
(3)	Agudo

En cuanto a ésta variable se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre las diferentes accesiones colectadas, siendo el 70% de las accesiones colectadas plantas que presentaron tubérculos con ápice mucronado (nivel de expresión 1); es decir, que el tubérculo termina abruptamente en una proyección corta, rígida y aguda; mientras que el 24% de las accesiones colectadas presentan plantas con tubérculos cuyo ápice es de tipo atenuado; que hace referencia a que los tubérculos presentan márgenes cóncavos con punta aguda y se estrechan gradualmente (nivel de expresión 2). El resto de las accesiones colectadas presentan tubérculos con el ápice agudo, éste se refiere a que el tubérculo presenta márgenes rectos o convexos que terminan en ángulo de 45-90 grados (nivel de expresión 3), presentándose en menor proporción (6%). Estos resultados muestran que esta especie puede presentar tres caracteres de distinción en diferente porcentaje (Figura 15).

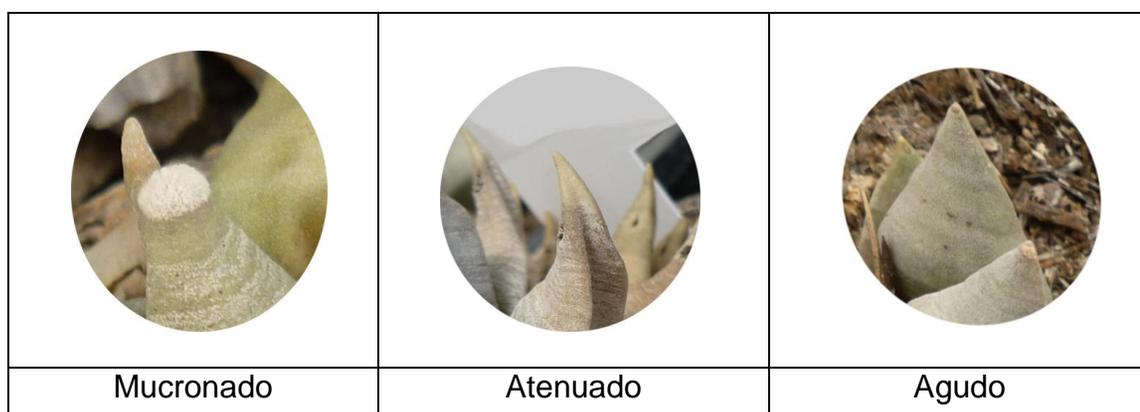


Figura 15. Evaluación del tipo de tubérculo que presentan las plantas del chaute.

Al evaluar las diferencias entre accesiones encontramos que las plantas de la localidad Saucedá del Mpio. de Ramos A. Coah. fueron en su totalidad (100%) plantas cuyos tubérculos presentaban ápice mucronado. Las plantas de las accesiones La Paloma del Mpio. de Ramos Arizpe y Las Colonias del Mpio. de Saltillo en Coah. presentaron dos caracteres de distinción agrupándose en proporción, la mayoría de las plantas de estas accesiones en el nivel de expresión 1 (72.31%), las cuales presentaron tubérculos con el ápice mucronado y en menor

proporción (27.69%) (nivel de expresión 2) tubérculos con el ápice atenuado, siendo de modo contrario en la Localidad de Cañada Ancha del Mpio de Ramos Arizpe Coahuila, donde los registros obtenidos mostraron que la menor proporción (25%) correspondía a plantas con presencia de tubérculos con ápice mucronado (nivel de expresión 1), mientras que el 75% correspondían a tubérculos con ápice atenuado (nivel de expresión 2). A diferencia de las accesiones de las localidades Cañón de las Bayas del Mpio. de Arteaga Coahuila y Cruz de Elorza del Mpio. de Dr. Arroyo en N.L., en donde se presentaron los tres caracteres de distinción, presentando la mayoría de las plantas tubérculos con los ápices de tipo mucronado (73.86%), en menor proporción los tubérculos fueron atenuados (15.34%) y agudos (10.79%) (Cuadro 30).

La menor proporción entre estos tres caracteres de distinción se registró en la accesión de El Cercado del Mpio. de Saltillo Coah., en donde el 40% de las plantas presentaron tubérculos con ápice de tipo mucronado y atenuado, mientras que el 20% fueron tubérculos con ápice agudo (Cuadro 30).

En este carácter se observó que en su mayoría las plantas del chaute presentan los tres caracteres de distinción (tubérculos con el ápice agudo, atenuado y mucronado), como lo describen Bravo y Sánchez (1991); sin embargo, existe variabilidad morfológica entre accesiones, siendo las plantas de la accesión Saucedá del Mpio. de Ramos Arizpe Coah. donde no se encontraron plantas con ápice de tipo atenuado y agudo en los tubérculos (nivel de expresión 2 y 3).

Cuadro 30. Comparación porcentual de la variación encontrada en las 7 accesiones, con relación a 3 variables correspondientes a la forma del ápice de los tubérculos.

ESTADO	MUNICIPIO	LOCALIDAD	FORMA DEL ÁPICE		
			Proporción en porcentaje (%)		
			<i>MUCRONADO</i>	<i>ATENUADO</i>	<i>AGUDO</i>
Coahuila	Saltillo	El Cercado	40	40	20
	Saltillo	Las Colonias	84.61	15.38	0
	Ramos A.	Cañada A.	25	75	0
	Ramos A.	La Paloma	60	40	0
	Ramos A.	Sauceda	100	0	0
	Arteaga	Cañón de las Bayas	72.72	18.18	9.09
Nuevo León	Dr. Arroyo	Cruz de Elorza	75	12.5	12.5

4.3. Análisis del carácter de agrupamiento: Aréola

4.3.1. Variables Cuantitativas

4.3.1.1. Tamaño de la areola

El cuadro 31 y Figura 16 muestran las medias estadísticas referentes al tamaño de areola. Las variables muestran diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre localidades. La localidad que más sobresalió fue el ejido Paloma, esto quiere decir que las plantas de dicha localidad presentaron las areolas con mayor tamaño (2.98 mm), mientras que los ejidos Cañada Ancha, Las Colonias, Sauceda y Cañón de las Bayas se presentaron estadísticamente iguales con un tamaño de areola promedio de 2.05 mm y los ejidos que presentaron plantas con las areolas de tamaño más corto fueron El Cercado y Cruz de Elorza (1.80 mm).

Cuadro 31. Comparación de medias correspondiente al tamaño de aréola.

ESTADO	LOCALIDAD	ARÉOLA
		Tamaño (mm)
Coahuila	Cañada Ancha	2.00 d
	Cañón de las Bayas	2.19 b
	El Cercado	1.80 f
	Las Colonias	1.94 e
	La Paloma	2.98 a
	Sauceda	2.10 c
Nuevo León	Cruz de Elorza	1.80 f
		r^2 1.00; C.V.0.00; Media 2.08

Los datos de la tabla representan el promedio de la información individual obtenida de las mediciones de las plantas de las 7 accesiones. Valores con la misma letra dentro de las columnas no difieren significativamente (Tukey $P \leq 0.05$); r^2 = Coeficiente de determinación; C.V. = Coeficiente de variación.

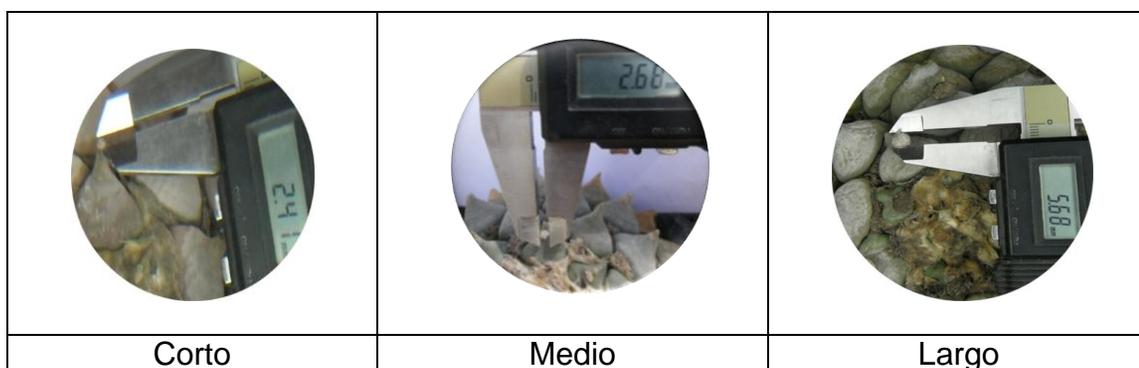


Figura 16. Evaluación del tamaño que presentan las areolas de los tubérculos.

Los resultados obtenidos del carácter tamaño de aréola se agruparon en tres categorías y tres niveles de expresión referidos en los documentos TG y TGP de la UPOV (Cuadro 32).

Cuadro 32. Niveles de expresión referentes al tamaño de la Areola.

Nivel de expresión	Aréola	Tamaño
(3)	Corto	≤ 2.5 mm
(5)	Medio	2.5 - 3.6 mm
(7)	Largo	≥ 3.6 mm

El análisis estadístico realizado para el carácter tamaño de areola muestra que la especie evaluada presenta areolas con diámetro que se encuentran dentro del rango reportado en la descripción morfológica de la especie (1 a 5 mm) según Bravo y Sánchez (1991).

4.3.2. Variables Cualitativas

4.3.2.1. Posición de la areola

Con la información de éste carácter se determinaron 2 caracteres morfológicos, agrupados en 2 niveles de expresión de acuerdo con la UPOV (Cuadro 33).

Cuadro 33. Niveles de expresión referentes a la posición de las aréolas en los tubérculos.

Nivel de expresión	Posición de la aréola
(1)	Ápice del tubérculo
(2)	Área subterminal del tubérculo

En cuanto a ésta variable se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre las diferentes accesiones colectadas, presentando el 32% de las plantas de esta especie areolas en la parte apical de los tubérculos; es decir, que se posicionan en las puntas o extremos de los tubérculos (nivel de expresión 1), el resto de las plantas de las accesiones colectadas, presentan areolas en la parte subterminal de los tubérculos, es decir, que está situado muy cerca del ápice (nivel de expresión 2), siendo éstas las de mayor proporción (68%), lo que muestra que esta especie puede presentar dos caracteres de distinción en diferente porcentaje (Figura 17).



Figura 17. Evaluación de la posición de las aréolas en los tubérculos.

Al evaluar las diferencias entre accesiones encontramos que las plantas de la localidad La Paloma y Saucedá del Mpio. de Ramos Arizpe Coah. fueron en su totalidad (100%) plantas con aréolas en la parte subterminal de los tubérculos, a diferencia de las accesiones de tres localidades restantes (Las Colonias del Mpio. de Saltillo, Cañón de las Bayas del Mpio. de Arteaga en Coahuila y Cruz de Elorza del Mpio. de Dr. Arroyo en N.L.), en donde se presentaron los dos caracteres de distinción, registrando en proporción la mayoría de las plantas de chaute con aréolas en la parte subterminal de los tubérculos (68.15%)(nivel de expresión 2) y en menor proporción aréolas en la parte apical de los tubérculos (31.84%)(nivel de expresión 1) (Cuadro 34).

La proporción registrada entre estos dos caracteres de distinción con respecto a la accesión El Cercado del Mpio. de Saltillo Coah., fue 60% de plantas que presentaron aréolas en el ápice de los tubérculos, mientras que el 40% restante de las plantas presentaron aréolas en la parte subterminal de los tubérculos. Un efecto similar se presentó en las plantas de la accesión Cañada Ancha del Mpio de Ramos Arizpe Coah., en donde la proporción entre plantas con ápice en la parte apical y subterminal en los tubérculos fue del 75 y 25%, respectivamente (Cuadro 34).

Cuadro 34. Comparación porcentual de la variación encontrada en las 7 accesiones, con relación a 2 variables correspondientes a la posición de la aréola en los tubérculos.

ESTADO	MUNICIPIO	LOCALIDAD	POSICIÓN DE LA ARÉOLA	
			Proporción en porcentaje (%)	
			APICE	AREA SUBTERMINAL
COAHUILA	SALTILLO	El Cercado	60	40
	SALTILLO	Las Colonias	30.76	69.23
	RAMOS A.	Cañada Ancha	75	25
	RAMOS A.	La Paloma	0	100
	RAMOS A.	Sauceda	0	100
	ARTEAGA	Cañón de las Bayas	27.27	72.72
Nuevo León	DR. ARROYO	Cruz de Elorza	37.5	62.5

En este carácter se observó que en su mayoría las plantas del chaute presentan los dos caracteres de distinción, referente al lugar donde se posicionan las areolas en los tubérculos (ápice y área dorsal), como lo describen Bravo y Sánchez (1991), quienes mencionan que las areolas floríferas y espiníferas se desarrollan a expensas de un solo meristema, pero al madurar la planta dichos meristemas quedan separados, el florífero hacia la base del tubérculo y el espinífero hacia la punta del mismo o en la región subterminal, donde desarrolla espinas vestigiales y a veces es caduco. Sin embargo, existe variabilidad morfológica entre accesiones, siendo las plantas de las accesiones de La Paloma y Sauceda ambas del Mpio. de Ramos Arizpe Coah. donde no se encontraron plantas con aréolas en la parte apical de los tubérculos (nivel de expresión 2).

4.3.2.2. Forma de la areola

Con esta variable se determinaron tres niveles de expresión, mediante los documentos de la UPOV (Cuadro 35).

Cuadro 35. Niveles de expresión referente a la forma de las aréolas.

Nivel de expresión	Forma de las aréolas
(1)	Circular
(2)	Elíptica
(3)	Trulada

En cuanto a ésta variable se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre las diferentes accesiones colectadas, presentando el 58% de las plantas de esta especie aréolas de forma circular (nivel de expresión 1), es decir, de forma redonda, mientras que el 22% de las plantas colectadas presentaron aréolas de forma elíptica (nivel de expresión 2); es decir, redondeado o curvado y más ancho en la parte central de la espina. El resto de las plantas de las accesiones colectadas presentaron aréolas de forma trulada (nivel de expresión 3); es decir, que tienen forma de prisma, con los costados superiores más largos que los inferiores, en menor proporción (20%), lo que muestra que esta especie puede presentar tres caracteres de distinción en diferente porcentaje (Figura 18).



Figura 18. Evaluación de las distintas formas que presentan las aréolas.

Al evaluar las diferencias entre accesiones encontramos que las plantas de las localidades El Cercado del Mpio. de Saltillo y Cañada Ancha del Mpio. de Ramos Arizpe en Coahuila, fueron en su totalidad (100%) plantas con aréolas de forma circular (nivel de expresión 1), mientras que las plantas de la localidad La Paloma del Mpio. de Ramos Arizpe Coah. fueron en su totalidad (100%) plantas que presentaron

aréolas de forma elíptica (nivel de expresión 2). A diferencia de las accesiones de las localidades Las Colonias del Mpio. de Saltillo Coah. y Cañón de las Bayas del Mpio. de Arteaga Coah., en donde se presentaron los tres caracteres de distinción, siendo en proporción la mayoría plantas con aréolas de forma circular (71.67%) y en menor proporción plantas con aréolas de forma elíptica y trulada, 8.39% y 19.92% respectivamente (Cuadro 36).

Cuadro 36. Comparación porcentual de la variación encontrada en las 7 accesiones, con relación a 3 variables correspondientes a la forma de las aréolas.

ESTADO	MUNICIPIO	LOCALIDAD	FORMA DE LA ARÉOLA		
			Proporción en porcentaje (%)		
			<i>CIRCULAR</i>	<i>ELIPTICA</i>	<i>TRULADA</i>
	Saltillo	El Cercado	100	0	0
	Saltillo	Las Colonias	61.53	7.69	30.76
Coahuila	Ramos a.	Cañada Ancha	100	0	0
	Ramos a.	La Paloma	0	100	0
	Ramos a.	Sauceda	25	25	50
	Arteaga	Cañón de las Bayas	81.81	9.09	9.09
Nuevo León	Dr. Arroyo	Cruz de Elorza	25	37.5	37.5

Una proporción inversa se registró en las plantas de la accesión Sauceda del Mpio. de Ramos Arizpe Coah. en donde la mayoría de las aréolas fueron de forma trulada (50%) (nivel de expresión 3), en menor proporción se presentaron plantas con aréolas de forma circular y elíptica registrando un porcentaje semejante (25%). De manera muy similar ocurrió con las plantas de la localidad Cruz de Elorza del Mpio. de Dr. Arroyo N.L., observándose en mayor e igual proporción (37.5%) tubérculos con areolas de forma trulada y elíptica, mientras que en menor proporción (37%) se registraron areolas de forma circular (Cuadro 36).

En este carácter se observó que las plantas del chaute presentan tres caracteres de distinción respecto a la forma de las areolas (circular, elíptica y trulada), siendo la forma circular, mencionada por Bravo y Sánchez (1991) en la

descripción de la especie; sin embargo, existe variabilidad morfológica entre accesiones, siendo las plantas de la accesión El Cercado del Mpio de Saltillo, Cañada Ancha y La Paloma ambas del Mpio. de Ramos Arizpe en Coahuila donde no se encontraron plantas con aréolas de forma elíptica y trulada (nivel de expresión 2 y 3).

4.3.2.3. Presentación de la areola

Los datos resultantes respecto a éste carácter fueron agrupados en 3 niveles de expresión en base a lo referido por la UPOV, respecto al examen DHE y la elaboración de descripciones armonizadas de las obtenciones vegetales (Cuadro 37).

Cuadro 37. Niveles de expresión correspondiente a la presentación de las areolas.

Nivel de expresión	Presentación de la areola
(1)	Hundida
(2)	Débilmente hundida
(3)	No hundida

En cuanto a ésta variable se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre las diferentes accesiones colectadas, presentando el 44% de las plantas de esta especie aréolas débilmente hundidas (nivel de expresión 2), es decir, que las yemas axilares del tallo de las cactáceas de esta especie presentan una cavidad muy pequeña en la epidermis de los tubérculos, el resto de las plantas de las accesiones colectadas presentan en menor proporción aréolas hundidas (42%) (nivel de expresión 1), es decir, que las yemas axilares del tallo forman una cavidad profunda en la epidermis de los tubérculos, mientras que 14% representa a aréolas no hundidas (nivel de expresión 3), referente a que las yemas axilares del tallo se

encuentran sobre la epidermis de los tubérculos sin formar cavidad, lo que muestra que esta especie puede presentar tres caracteres de distinción en diferente porcentaje (Figura 19).



Figura 19. Evaluación de la manera en se presentan las aréolas sobre los tubérculos.

Al evaluar las diferencias entre accesiones encontramos que las plantas de la localidad Las Colonias del Mpio. de Saltillo Coah. fueron en su totalidad (100%) plantas con las aréolas hundidas, a diferencia de la localidad Saucedá del Mpio. Ramos Arizpe Coah., donde el nivel de expresión en su totalidad (100%) fueron plantas con aréolas débilmente hundidas. En la accesión de Cruz de Elorza del Mpio de Dr. Arroyo N.L. se registraron dos niveles de expresión: aréolas débilmente hundidas (62.5%) y plantas con areolas no hundidas (37.5%). En el Cañón de las Bayas del Mpio. de Arteaga Coahuila se presentaron los tres caracteres de distinción; sin embargo, la mayor proporción se registró en plantas con aréolas débilmente hundidas (54.54%) y plantas con aréolas no hundidas (36.36%), siendo en menor proporción el nivel de expresión referente a las aréolas hundidas (9.09%). Las accesiones de El Cercado del Mpio. de Saltillo, Cañada Ancha y La Paloma del Mpio. de Ramos Arizpe en Coah. presentaron dos caracteres de distinción en proporción semejante (50%), siendo preferentemente plantas con aréolas hundidas y débilmente hundidas (Cuadro 38).

Cuadro 38. Comparación porcentual de la variación encontrada en las 7 accesiones, con relación a 3 variables correspondientes a la presentación de las aréolas.

ESTADO	MUNICIPIO	LOCALIDAD	PRESENTACIÓN DE LA ARÉOLA		
			Proporción en porcentaje (%)		
			HUNDIDA	<i>DÉBILMENTE HUNDIDA</i>	NO HUNDIDA
Coahuila	Saltillo	El Cercado	40	60	0
	Saltillo	Las Colonias	100	0	0
	Ramos A.	Cañada A.	50	50	0
	Ramos A.	La Paloma	60	40	0
	Ramos A.	Sauceda	0	100	0
	Arteaga	Cañón de las Bayas	9.09	54.54	36.36
Nuevo León	DR. ARROYO	Cruz de Elorza	0	62.5	37.5

En este carácter se observó que en su mayoría las plantas del chaute presentan los tres caracteres de distinción; sin embargo, existe variabilidad morfológica entre accesiones, siendo las plantas de la accesión Las Colonias del Mpio. de Saltillo Coah. donde no se encontraron plantas con aréolas débilmente hundidas y no hundidas (nivel de expresión 2 y 3), también la accesión de Sauceda del Mpio. de Ramos Arizpe Coah. donde no se encontraron plantas con aréolas hundidas y no hundidas (nivel de expresión 1 y 3).

4.4. Análisis del carácter de agrupamiento: Espina

4.4.1. Variables Cuantitativas

4.4.1.1. Número de espinas

El Cuadro 39 y Figura 20 muestran las medias estadísticas correspondientes al número de espinas. Estas medias muestran diferencia significativas ($P \leq 0.05$) entre localidades, siendo la localidad Sauceda de Ramos Arizpe Coah. la que sobresalió con respecto a las demás, esto significa que en las plantas de ésta localidad se

registraron areolas con mayor número de espinas (10 espinas). Las localidades que registraron plantas con cantidad de espinas promedio (3.42 espinas/aréola) fueron Cañada Ancha y Cañón de las Bayas; sin embargo, muy cerca de este número de espinas se encuentran las plantas de El Cercado y Las Colonias las cuales promediaron un número de 2.74 espinas por aréola. Los ejidos que menor cantidad de espinas registraron fueron La Paloma y Cruz de Elorza (1.83 espinas/aréola).

Cuadro 39. Comparación de medias correspondiente al número de espinas presentes en las aréolas.

ESTADO	LOCALIDAD	ESPINA
		Número/aréola
Coahuila	Cañada Ancha	3.75 b
	Cañón de las Bayas	3.09 bc
	El Cercado	2.80 c
	Las Colonias	2.69 c
	La Paloma	1.80 d
	Sauceda	10.00 a
Nuevo León	Cruz de Elorza	1.87 d
		r^2 0.98; C.V.87.29; Media 3.24

Los datos de la tabla representan el promedio de la información individual obtenida de las mediciones de las plantas de las 7 accesiones. Valores con la misma letra dentro de las columnas no difieren significativamente (Tukey $P \leq 0.05$); r^2 = Coeficiente de determinación; C.V. = Coeficiente de variación.

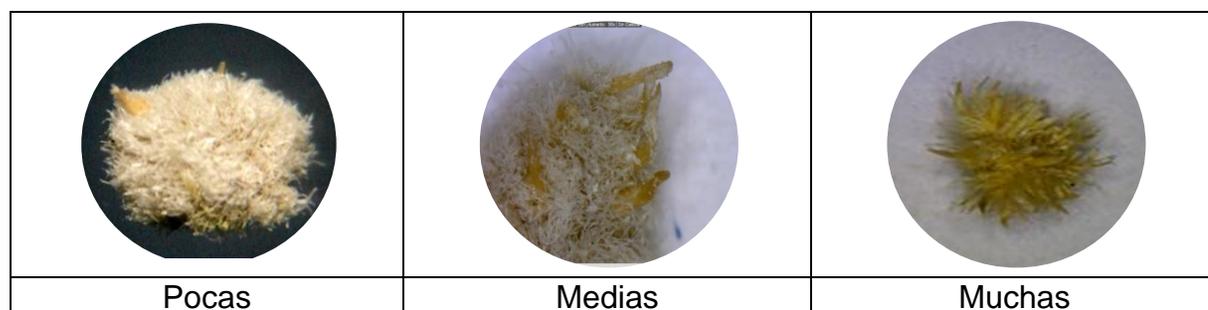


Figura 20. Comparación del número de espinas que contienen las aréolas.

Los datos obtenidos como resultado de éste carácter se agruparon de acuerdo a las referencias de los documentos de la UPOV en tres niveles de expresión (Cuadro 40).

Cuadro 40. Niveles de expresión referentes al número de espinas presentes en las aréolas.

Nivel de expresión	Espinas	Número/aréola
(3)	Pocas	≤ 3
(5)	Medias	4 a 9
(7)	Muchas	≥ 10

Para el carácter número de espinas se encontró que según la descripción de la especie de Bravo y Sánchez (1991) las aréolas son espiníferas, coincidiendo con esto, se encontró en base al análisis estadístico realizado que existen aréolas con gran cantidad de espinas diminutas, aunque vestigiales y en ocasiones ausentes o sumamente reducidas.

4.4.2. Variables Cualitativas

4.4.2.1. Ángulo de la espina

Este carácter presentó dos niveles de expresión de acuerdo a lo especificado por la UPOV en sus documentos TG y TGP (Cuadro 41).

Cuadro 41. Niveles de expresión respecto al ángulo de las espinas.

Nivel de expresión	Ángulo
(1)	Ascendente
(2)	Recto

En cuanto a ésta variable se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre las diferentes accesiones colectadas, presentando el 86% de las plantas de esta especie espinas con un ángulo ascendente (nivel de expresión 1), es decir, que las espinas están dirigidas hacia el ápice de la planta con un ángulo de divergencia entre 16 y 45 grados, el resto de las plantas de las accesiones colectadas se

observaron espinas en ángulo recto (nivel de expresión 2) en menor proporción (14%), lo que muestra que esta especie puede presentar dos caracteres de distinción en diferente porcentaje (Figura 21).

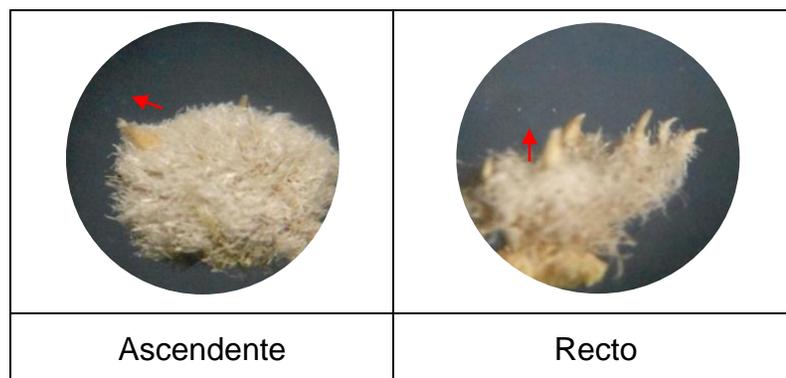


Figura 21. Evaluación de la inclinación que presentan las espinas.

Al evaluar las diferencias entre accesiones encontramos que las plantas de la localidad Saucedá y Cañón de las Bayas del Mpio. de Ramos Arizpe fueron en su totalidad (100%) plantas con espinas que presentaron ángulo ascendente, a diferencia de las accesiones restantes (El Cercado y Las Colonias del Mpio. de Saltillo, Cañada Ancha, Cañón de las Bayas y La Paloma del Mpio. de Ramos Arizpe en Coahuila y Cruz de Elorza del Mpio. de Dr. Arroyo en N.L.), donde proporcionalmente la mayoría de las plantas de esta especie tuvieron espinas que presentaron ángulo ascendente (74.96%) (nivel de expresión 1) y en menor proporción plantas con espinas de ángulo recto (25.04%) (Cuadro 42).

Cuadro 42. Comparación porcentual de la variación encontrada en las 7 accesiones, con relación a 2 variables correspondientes al ángulo de las Espinas.

ESTADO	MUNICIPIO	LOCALIDAD	ÁNGULO (ESPINAS)	
			Proporción en porcentaje (%)	
			ASCENDENTE	RECTO
Coahuila	Saltillo	El Cercado	80	20
	Saltillo	Las Colonias	92.3	7.7
	Ramos Arizpe	Cañada Ancha	75	25
	Ramos Arizpe	La Paloma	40	60
	Ramos Arizpe	Sauceda	100	0
	Arteaga	Cañón de las Bayas	100	0
Nuevo León	Dr. Arroyo	Cruz de Elorza	87.5	12.5

En este carácter se observó que en su mayoría las plantas del chaute presentan los dos caracteres de distinción; sin embargo, existe variabilidad morfológica entre accesiones, siendo las plantas de las accesiones Sauceda del Mpio. de Ramos A. y Cañón de las Bayas del Mpio. de Arteaga en Coah. donde no se encontraron plantas con presencia de espinas rectas (nivel de expresión 2).

4.4.3. Variables Pseudocualitativas

4.4.3.1. Color de espina

Los resultados antes mencionados fueron agrupados en tres niveles de expresión de la UPOV (Cuadro 43).

Cuadro 43. Niveles de expresión referentes al color de las espinas.

Nivel de expresión	Color de las espinas
(1)	Café (7/4 2.5Y)
(2)	Crema (8/2 5Y)
(3)	Amarillo (8/6 2.5Y)

En cuanto a ésta variable se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre las diferentes accesiones colectadas, presentando el 58% de las plantas de esta especie espinas color crema (nivel de expresión 2), mientras que el 22% de las plantas presentaron el nivel de expresión 1 con espinas de color café (clave 7/4 2.5Y manual de Munsell) y el 12% plantas con espinas de color amarillo (clave 8/4 2.5Y manual de Munsell) (nivel de expresión 3), lo que muestra que en esta especie se pueden presentar tres caracteres de distinción en diferente porcentaje (Figura 22).

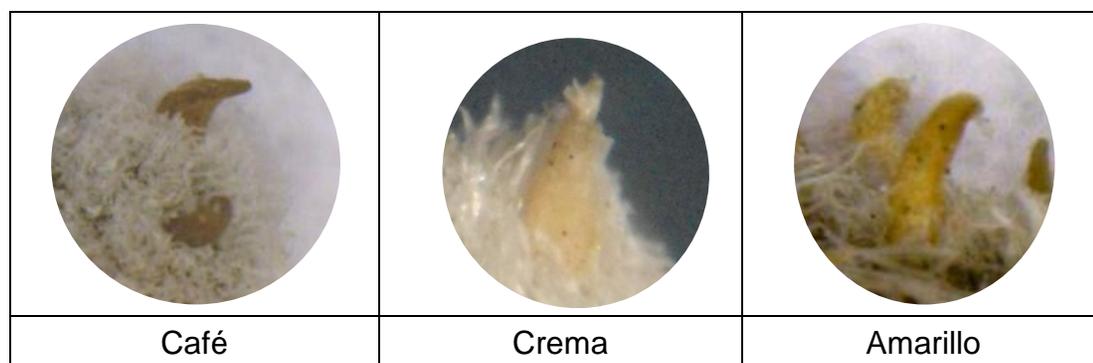


Figura 22. Evaluación del color que presentan las espinas.

Al evaluar las diferencias entre accesiones encontramos que las plantas de la localidad El Cercado del Mpio. de Saltillo Coah. fueron en su mayoría (80%) plantas con espinas color café (nivel de expresión 1) y en menor proporción (20%) plantas con espinas color crema (nivel de expresión 2), de forma contraria, en la accesión La Paloma se presentaron plantas en su mayoría con espinas color crema (60%) y en menor proporción espinas color café (40%), este mismo efecto en diferente proporción, se presentó en las plantas del Cañón de las Bayas del Mpio. de Arteaga Coah. y Cruz de Elorza del Mpio. de Dr. Arroyo N.L. en donde el color de las espinas preferentemente registró un color crema (8/4 2.5Y) (67.6%) y en menor proporción espinas de color café (7/4 2.5Y)(32.4%) (Cuadro 44). Las accesiones de la localidad Las Colonias del Mpio. de Saltillo y Cañada Ancha del Mpio. de Ramos Arizpe presentaron dos colores en sus espinas en proporción diferente: plantas con espinas color crema (72.1%) y plantas con espinas color amarillo (27.9%).

La accesión Saucedá del Mpio.de Ramos Arizpe Coah. presentó dos colores de espinas en la misma proporción (50%) espinas color crema y espinas color amarillo (nivel de expresión 2 y 3) (Cuadro 44).

Cuadro 44. Comparación porcentual de la variación encontrada en las 7 accesiones, con relación a 3 variables correspondientes al color de las Espinas.

ESTADO	MUNICIPIO	LOCALIDAD	COLOR (ESPINAS)		
			Proporción en porcentaje (%)		
			CAFÉ	CREMA	AMARILLO
Coahuila	Saltillo	El Cercado	80	20	0
	Saltillo	Las Colonias	0	69.23	30.76
	Ramos Arizpe	Cañada A.	0	75	25
	Ramos Arizpe	La Paloma	40	60	0
	Ramos Arizpe	Sauceda	0	50	50
	Arteaga	Cañón de las Bayas	27.27	72.72	0
Nuevo León	Dr. Arroyo	Cruz de Elorza	37.5	62.5	0

En este carácter se observó que en su mayoría las plantas del chaute presentan los tres caracteres de distinción; sin embargo, existe variabilidad de colores en las espinas de las diferentes accesiones colectadas, siendo las plantas de la accesión El Cercado del Mpio. de Saltillo donde se encontraron plantas en su mayoría con espinas color café (nivel de expresión 1), mientras que las demás accesiones las presentan en su mayoría color crema (nivel de expresión 1) estas tonalidades pueden ser un reflejo del estrés hídrico al que están expuestas.

4.5. Análisis del carácter de agrupamiento: Flor

4.5.1. Variables Cuantitativas

4.5.1.1. Número de flores

El cuadro 45 muestra las medias estadísticas incluidas dentro del carácter de agrupamiento de flor. Los datos referentes a la variable número de flores muestran diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre localidades. El análisis de los datos permite determinar para ésta variable que la localidad Cañón de las Bayas de Arteaga Coah. fue la que presentó mayor número de flores hasta 3 por planta (nivel de expresión 7), seguido de la localidad las Colonias y Cruz de Elorza quien estadísticamente se presentaron iguales presentando 2 flores por planta (nivel de expresión 5). Con respecto a las demás localidades, éstas presentaron una flor por planta (nivel de expresión 3) (Figura 23).

Cuadro 45. Comparación de medias de tres variables de distinción correspondiente al carácter de agrupamiento de flor en *Ariocarpus retusus*.

LOCALIDAD	FLOR		
	Número/planta	Longitud (mm)	Diámetro (mm)
Cañada Ancha	1.50 c	55.45 a	63.10 a
Cañón de las Bayas	2.66 a	46.50 b	49.26 b
El Cercado	1.00 c	52.30 a	49.00 b
Las Colonias	2.50 b	31.65 c	32.10 c
La Paloma	1.00 c	22.87 d	37.50 c
Sauceda	1.50 c	24.00 d	37.05 c
Cruz de Elorza	2.00 b	36.85 c	45.50 bc
r^2	1.00	1.00	1.00
C.V.	0.00	0.00	0.00
Media	1.80	39.04	45.08

Los datos de la tabla representan el promedio de la información individual obtenida de las mediciones de las plantas de las 7 accesiones. Valores con la misma letra dentro de las columnas no difieren significativamente (Tukey $P \leq 0.05$); r^2 = Coeficiente de determinación; C.V. = Coeficiente de variación.



Figura 23. Comparación del número de flores que brotan de una planta de *Ariocarpus retusus*.

Los resultados de número de flores/planta antes mencionados se agruparon en tres categorías, de las cuales se determinaron también tres niveles de expresión referidos en los documentos de la UPOV (Cuadro 46).

Cuadro 46. Niveles de expresión referentes al número de flores por planta.

Nivel de Expresión	Flor	Flores/planta
(3)	Pocas	1
(5)	Regular	2
(7)	Muchas	≥ 3

4.5.1.2. Longitud de la flor

Los resultados del análisis de varianza muestran diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre localidades respecto a las longitudes de la flor. Para esta variable se observó que Cañada Ancha presentó esa diferencia con respecto a las demás, ya que fueron las plantas que presentaron las flores con la mayor longitud (55.45 mm) al igual que el ejido El Cercado (52.30 mm), mientras que las flores de longitud mediana (46.50 mm) se presentaron en plantas del ejido Cañón de las Bayas. La longitud de la flor de las plantas de Las Colonias y Cruz de Elorza fueron estadísticamente iguales, clasificadas como cortas y con un promedio de 34.25 mm de longitud. Las flores de las plantas de *Ariocarpus* del ejido La Paloma y Saucedá también se clasificaron de longitud corta, promediando 23.43 mm (Cuadro 45 y Figura 24).

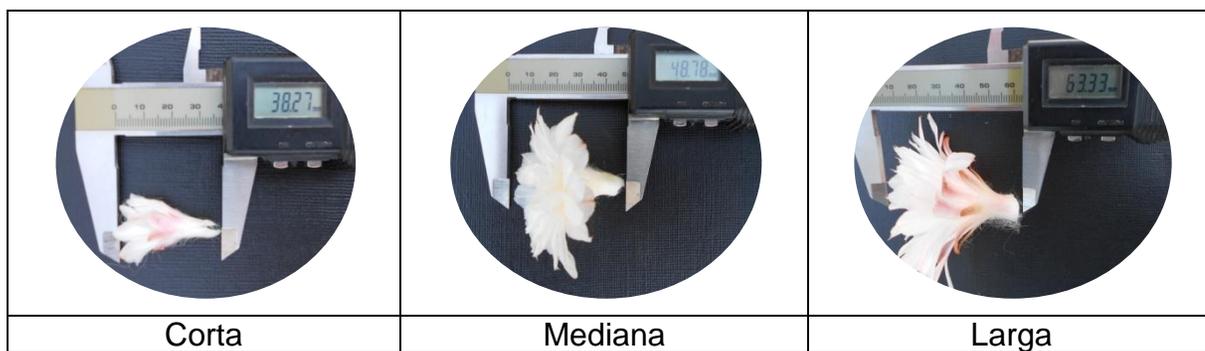


Figura 24. Comparación de la longitud de las flores.

De los resultados obtenidos se determinaron tres categorías de longitud de tubérculo, que a su vez también se agruparon en tres niveles de expresión de acuerdo con la UPOV (Cuadro 47).

Cuadro 47. Niveles de expresión referentes al largo de la Flor.

Nivel de expresión	Longitud	Largo de la flor
(3)	Corta	≤ 3.5 cm
(5)	Mediana	3.5 - 5 cm
(7)	Larga	≥ 5 cm

4.5.1.3. Diámetro de la flor

Se registraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) para el diámetro de las flores en las diferentes localidades, observándose que las plantas con mayor abertura en la flor fueron de la localidad Cañada Ancha registrando un diámetro de 63.10 mm. Localidades con flores con diámetros medios (47.92 mm) se registraron en los ejidos El Cercado, Cruz de Elorza y Cañón de las Bayas. En los ejidos restantes (La Paloma, Las Colonias y Saucedá) se presentaron diámetros chicos de flor (35.55 mm) (Cuadro 45 y Figura 25).

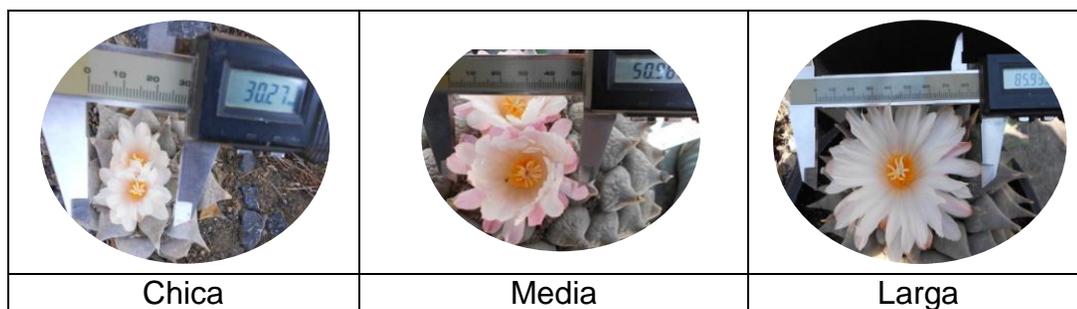


Figura 25. Comparación del diámetro de las flores.

Los resultados de diámetro fueron agrupados en tres niveles de expresión en base a criterios de la UPOV referidos en el documento TG y TGP (Cuadro 48).

Cuadro 48. Niveles de expresión referentes al diámetro de la Flor.

Nivel de expresión	Abertura de la flor	Diámetro de la flor
(3)	Chica	≤ 5 cm
(5)	Media	5 - 8 cm
(7)	Larga	≥ 8 cm

El análisis estadístico realizado para el carácter tamaño de flor en el que se incluye la longitud y el diámetro, muestra que la especie *Ariocarpus retusus* mantiene en estas áreas agroecológicas, flores con la longitud (4.5 cm) y el diámetro (4 a 5 cm) reportado por Bravo y Sánchez (1991) en la descripción morfológica de la especie, así como también de Kunte y Subik (2004); sin embargo, también se registraron plantas con mayor y menor diámetro del reportado.

4.5.1.4. Número de tépalos internos

El análisis de varianza para esta variable mostró diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre las localidades. Las flores que presentaron mayor cantidad de tépalos internos por flor se registraron en los ejidos Cruz de Elorza (28.5 tépalos). Las localidades de Cañada Ancha, La Paloma, Cañón de las Bayas fueron estadísticamente iguales registrando en promedio 23.11 tépalos internos en las

flores. Las localidades que presentaron menor cantidad de tépalos por flor fueron El Cercado, Las Colonias y Saucedá con un promedio de 15.83 tépalos internos por flor (Cuadro 49 y Figura 26).

Cuadro 49. Comparación de las medias de cuatro variables de distinción correspondiente al carácter de agrupamiento de flor.

LOCALIDAD	FLOR			
	Tépalos internos (número)	Tépalos externos (número)	Lóbulos (número)	Tamaño gineceo (mm)
Cañada Ancha	24.50 b	19.50 a	09.50 b	29.05 a
Cañón de las Bayas	24.33 b	17.33 a	12.66 a	21.00 bc
El Cercado	16.00 c	14.00 b	08.00 c	27.11 a
Las Colonias	14.50 c	09.50 c	09.00 bc	17.85 c
La Paloma	20.50 bc	13.50 b	08.00 c	23.74 b
Sauceda	17.00 c	09.00 c	10.00 b	21.50 bc
Cruz de Elorza	28.50 a	15.50 b	08.00 c	25.70 b
	r^2	1.00	1.00	1.00
	C.V.	0.00	0.00	0.00
	Media	21.00	14.26	9.53
				23.52

Los datos de la tabla representan el promedio de la información individual obtenida de las mediciones de las plantas de las 7 accesiones. Valores con la misma letra dentro de las columnas no difieren significativamente (Tukey $P \leq 0.05$); r^2 = Coeficiente de determinación; C.V. = Coeficiente de variación.

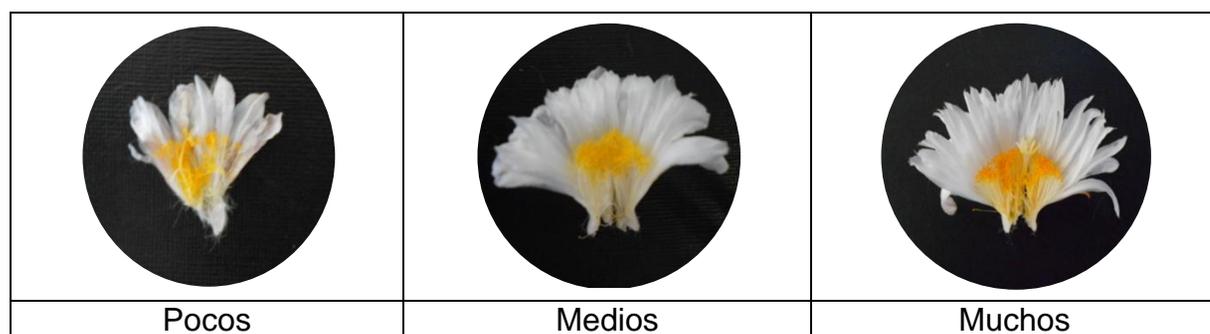


Figura 26. Evaluación del número de tépalos internos que forman parte del perianto de la flor.

Éste carácter correspondiente al número de tépalos internos de la flor fue agrupado de acuerdo con la UPOV en tres niveles de expresión (Cuadro 50).

Cuadro 50. Niveles de expresión referentes a la cantidad de tépalos internos en las flores.

Nivel de expresión	Tépalos internos	Número/flor
(3)	Pocos	≤ 15
(5)	Medios	16 a 22
(7)	Muchos	≥ 23

4.5.1.5. Número de tépalos externos

Para el caso de esta variable se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre localidades respecto a la cantidad de tépalos externos que se contabilizaron por flor. Con el análisis de varianza se pudo observar que las localidades que presentaron mayor cantidad de tépalos externos por flor fueron Cañada ancha y Cañón de las Bayas con un promedio de 18.41 tépalos, en el caso de Cruz de Elorza, El Cercado y La Paloma los datos de las medias promediaron 14.33 tépalos y en cambio las localidades con pocos tépalos externos fueron el ejido Las Colonias y Saucedá con un promedio de 9.25 tépalos externos por flor (Cuadro 49 y Figura 27).

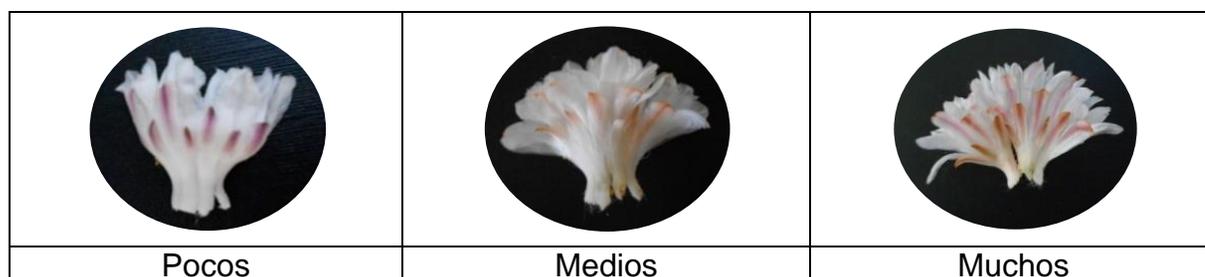


Figura 27. Comparación del número de tépalos externos que forman parte de la flor.

El carácter correspondiente al número de tépalos externos de la flor fue agrupado de acuerdo con los documentos de la UPOV en tres niveles de expresión (Cuadro 51).

Cuadro 51. Niveles de expresión referentes a la cantidad de tépalos externos en las flores.

Nivel de expresión	Tépalos externos	Número/flor
(3)	Pocos	≤ 10
(5)	Medios	11 a 16
(7)	Muchos	≥ 17

4.5.1.6. Número de Lóbulos en el estigma

Los resultados del análisis de varianza muestran diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre localidades para esta variable. Al realizar la comparación de medias se puede observar que la localidad que presentó mayor cantidad de lóbulos en el estigma de las flores fue Cañón de las Bayas (12.66 lóbulos), mientras que El ejido Cañada Ancha, Las Colonias y Saucedá presentaron una cantidad media de lóbulos (9.5 lóbulos), las localidades que presentaron muy pocos lóbulos en el estigma según el análisis fueron El Cercado, La Paloma y Cruz de Elorza (8 lóbulos) (Cuadro 47 y Figura 28).

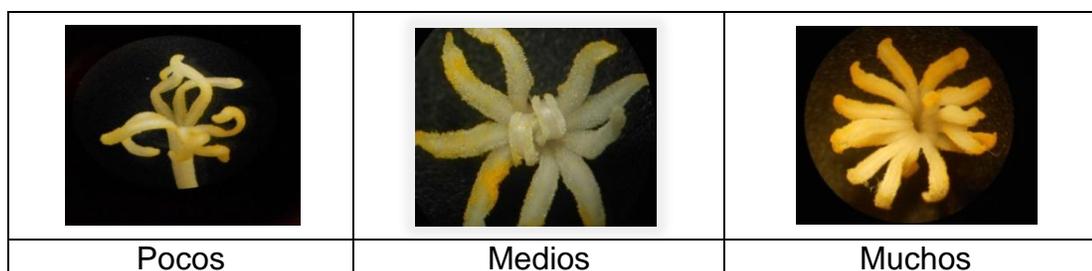


Figura 28. Comparación del número de lóbulos que forman el estigma como parte del pistilo de la flor.

De los resultados obtenidos se determinaron tres categorías con respecto al número de lóbulos y se agruparon en 3 niveles de expresión en base a los documentos de la UPOV. (Cuadro 52).

Cuadro 52. Niveles de expresión referentes al número de lóbulos en el estigma de las flores.

Nivel de expresión	Lóbulos	Número/estigma
(3)	Pocos	≤ 7
(5)	Medios	8 a 11
(7)	Muchos	≥ 12

El análisis estadístico realizado para la variable número de lóbulos en el estigma muestra que en estas áreas agroecológicas las flores de las plantas presentan gran cantidad de lóbulos en el estigma de acuerdo con lo reportado por Bravo y Sánchez (1991) en la descripción morfológica de la especie, quienes mencionan que las flores de *A. retusus* pueden presentar más de 7 lóbulos.

4.5.1.7. Longitud del Gineceo

En base al análisis de varianza para éste carácter se encontraron diferencias significativas entre las localidades. Mediante la comparación de medias (Tukey $P \leq 0.05$) se determinó que las localidades más sobresalientes en cuanto a mayor longitud del gineceo fueron Cañada Ancha y El Cercado con un promedio de 28.08 mm, mientras que las localidades de La Paloma, Saucedá, Cruz de Elorza y Cañón de las Bayas promediaron 22.98 mm, es decir presentaron longitud mediana del gineceo. En cuanto a la longitud de gineceo más corta (17.85 mm), ésta se observó en las flores de las plantas de la localidad Las Colonias (Cuadro 49 y Figura 29).



Figura 29. Evaluación de la longitud que presentaron los gineceos de las flores del chaute.

Los resultados del largo del gineceo se agruparon en tres categorías, mismas que de acuerdo a la UPOV se les dio un nivel de expresión (Cuadro 53).

Cuadro 53. Niveles de expresión referentes al largo del gineceo de las flores.

Nivel de expresión	Longitud	Largo del gineceo
(3)	Corta	≤ 17 mm
(5)	Mediana	17 - 29 mm
(7)	Larga	≥ 29 mm

4.5.1.7. Número de estambres

Los resultados de éste carácter fueron agrupados en tres niveles de expresión con base a los documentos TG y TGP de la UPOV (Cuadro 54).

Cuadro 54. Niveles de expresión referentes a la forma del ápice en los tépalos internos.

Nivel de expresión	Estambres en la flor	Número
(1)	Pocos	≤ 100
(2)	Medios	101 a 150
(3)	Muchos	≥ 151

En cuanto a ésta variable se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre las diferentes accesiones colectadas, presentando el 53.33% de las plantas de esta especie flores con una cantidad media de estambres (nivel de expresión 2), es decir en el rango de 101 a 150 estambres/flor; mientras que el 26.67% de las accesiones colectadas presentaron plantas con flores con muchos estambres (nivel de expresión 3); es decir, el número de estambres se presentó en un rango mayor a 151 estambres/flor. El nivel de expresión 1 se registró en el 20% de las accesiones colectadas, en donde el número de estambres fue menor a 100 estambres por flor. Esto muestra que esta especie puede presentar los tres caracteres de distinción en diferente porcentaje (Figura 30).

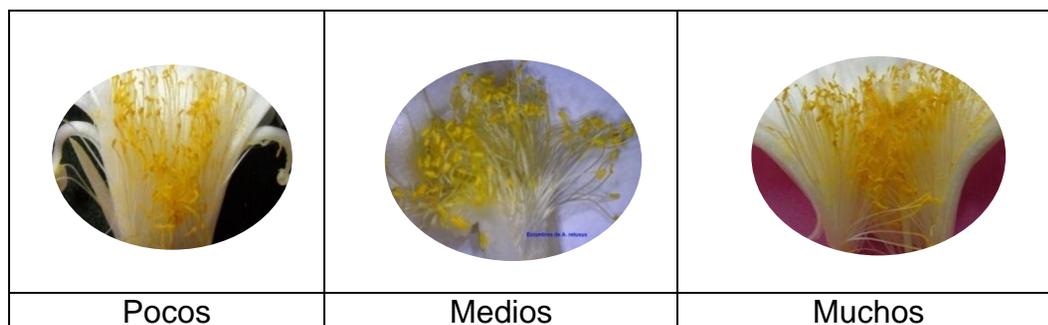


Figura 30. Evaluación de la cantidad de estambres presentes en la flor.

Al evaluar las diferencias entre accesiones encontramos que las plantas de la accesión Cruz de Elorza del Mpio. de Dr. Arroyo en N.L. fueron en su totalidad (100%) plantas que presentaron flores con una cantidad media (nivel de expresión 2) de estambres (100 a 150 estambres por flor), a diferencia de las accesiones de las dos localidades del Mpio. de Saltillo Coah. (El Cercado y las Colonias), en donde se encontraron solo dos caracteres de distinción en proporción semejante (50%), plantas con flores de pocos estambres (nivel de expresión 1), donde la cantidad de estambres fue menor a 100 estambres por flor y plantas con flores que registraron una cantidad media de estambres (nivel de expresión 2) en un rango de 101 a 150 estambres por flor. Un efecto diferente se registró en las plantas de las tres accesiones del Mpio. de Ramos Arizpe Coah. (Cañada Ancha, La Paloma y Saucedá) y del Mpio. de Arteaga (Cañón de las Bayas), en donde también se encontraron plantas con flores con una cantidad media de estambres (nivel de expresión 2) de 101-150 estambres por flor y plantas con flores con muchos estambres (nivel de expresión 3) mayor a 151 estambres por flor en proporción semejante (50%) (Cuadro 55).

Cuadro 55. Comparación porcentual de la variación encontrada en las 7 accesiones, con relación a 3 variables correspondientes al carácter número de estambres.

ESTADO	MUNICIPIO	LOCALIDAD	ESTAMBRES (CANTIDAD)		
			Proporción en porcentaje (%)		
			<i>POCOS</i>	<i>MEDIOS</i>	<i>MUCHOS</i>
Coahuila	Saltillo	El Cercado	50	50	0
	Saltillo	Las Colonias	50	50	0
	Ramos A.	Cañada Ancha	0	50	50
	Ramos A.	La Paloma	0	50	50
	Ramos A.	Sauceda	0	50	50
	Arteaga	Cañón de las Bayas	0	50	50
Nuevo León	Dr. Arroyo	Cruz de Elorza	0	100	0

Con este carácter se observó que las plantas del chaute presentaron tres caracteres de distinción referente al número de estambres/flor (pocos, medio y muchos estambres), esto coincide con lo que describen Bravo y Sánchez (1991) de la especie, mencionando que pueden presentar estambres numerosos; sin embargo, existe variabilidad morfológica entre accesiones, siendo las plantas de la accesión Cruz de Elorza del Mpio. de Dr. Arroyo en N.L. donde no se encontraron plantas con flores que tuvieran pocos y muchos estambres (nivel de expresión 1 y 3) (menor a 100 o arriba de 150 estambres).

4.5.2. Variables Cualitativas

4.5.2.1. Forma de la flor

Los resultados obtenidos de este carácter fueron agrupados en dos niveles de expresión de acuerdo con la UPOV (Cuadro 56).

Cuadro 56. Niveles de expresión referentes a la forma de las flores.

Nivel de expresión	Forma de la flor
(1)	Campanulada
(2)	Infundibuliforme

En cuanto a ésta variable se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre las diferentes accesiones colectadas, siendo el 80% de las flores de esta especie de forma campanulada, es decir, que la corola gamopétala presenta el tubo amplio aproximadamente de la misma longitud que el limbo, también amplio (forma de campana) (nivel de expresión 1), el 20% de las plantas de las accesiones colectadas presentaron forma infundibuliforme, esto se refiere a que la flor presenta una forma de embudo (nivel de expresión 2), mostrando que esta especie puede presentar dos caracteres de distinción en diferente porcentaje (Figura 31).



Figura 31. Evaluación de la forma de las flores.

Al evaluar las diferencias entre accesiones encontramos que las plantas de las localidades Cañada Ancha, La Paloma y Saucedá del Mpio. de Ramos Arizpe y Cañón de las Bayas del Mpio. de Arteaga en Coahuila fueron en su totalidad (100%) plantas con flores de forma campanulada, a diferencia de las tres accesiones restantes (El Cercado y Las Colonias del Mpio. de Saltillo en Coah. y Cruz de Elorza del Mpio. de Dr. Arroyo en N.L.), donde se presentaron los dos caracteres de distinción, en proporción semejante (50%) registrándose flores de forma campanulada e infundibuliforme (nivel de expresión 1 y 2) (Cuadro 57).

Cuadro 57. Comparación porcentual de la variación encontrada en las 7 accesiones, con relación a 2 variables correspondientes a la forma de la Flor.

ESTADO	MUNICIPIO	LOCALIDAD	FORMA (FLOR)	
			Proporción en porcentaje (%)	
			<i>CAMPANULADA</i>	<i>INFUNDIBULIFORME</i>
Coahuila	Saltillo	El Cercado	50	50
	Saltillo	Las Colonias	50	50
	Ramos A.	Cañada Ancha	100	0
	Ramos A.	La Paloma	100	0
	Ramos A.	Sauceda	100	0
	Arteaga	Cañón de las Bayas	100	0
	Nuevo León	Dr. Arroyo	Cruz de Elorza	50

Con los resultados de este carácter se observó que las plantas del chaute presentan los dos caracteres de distinción, como lo describen Bravo y Sánchez (1991), describiéndolas con forma rotado-campanuladas; sin embargo, existe variabilidad morfológica entre accesiones, siendo las plantas de las accesiones Cañada Ancha, La Paloma y Sauceda del Mpio. de Ramos Arizpe y Cañón de las Bayas del Mpio. de Arteaga en Coahuila donde no se encontraron plantas con flores de forma infundibuliforme (nivel de expresión 2).

4.5.2.2. Posición de la flor en cuanto a la planta

Con este carácter se determinaron dos niveles de expresión de acuerdo con la UPOV, en sus documentos TG y TGP (Cuadro 58).

Cuadro 58. Niveles de expresión referentes al lugar donde se posiciona la flor en el ápice de la planta.

Nivel de expresión	Posición de la flor
(1)	Centro apical
(2)	Extremo apical

En cuanto a ésta variable se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre accesiones. En las accesiones de El Cercado del Mpio. de Saltillo Coah. y La Paloma del Mpio. de Ramos Arizpe Coahuila, el 100% de las flores evaluadas se desarrollaron en el centro apical de las plantas, a diferencia de las accesiones de Las Colonias y Cañón de las Bayas en donde el 100% de las flores registradas se desarrollaron en el extremo apical de las plantas. Las accesiones de Cañada Ancha, la Saucedada del Mpio. Ramos Arizpe Coah. y Cruz de Elorza del Mpio. Dr. Arroyo N.L., presentaron los dos niveles de expresión en proporción semejante (50%) (Figura 32 y Cuadro 59).

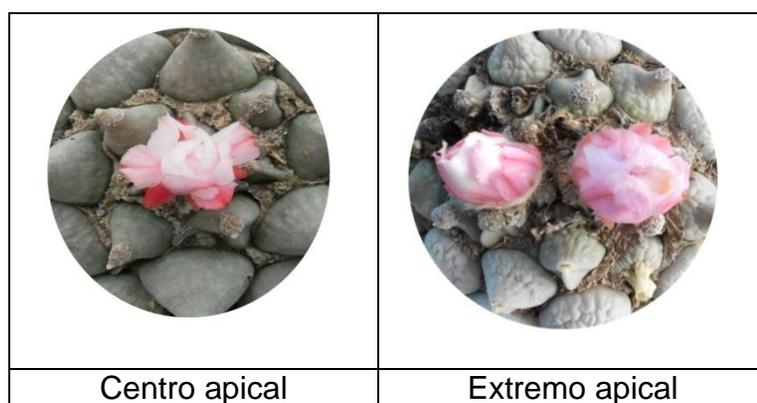


Figura 32. Evaluación del sitio que ocupaba la flor en el ápice.

Cuadro 59. Comparación porcentual de la variación encontrada en las 7 accesiones, con relación a 2 variables correspondientes a la posición de la Flor.

ESTADO	MUNICIPIO	LOCALIDAD	POSICIÓN DE LA FLOR	
			Proporción en porcentaje (%)	
			CENTRO	EXTREMO
	Saltillo	El Cercado	100	0
	Saltillo	Las Colonias	0	100
Coahuila	Ramos Arizpe	Cañada Ancha	50	50
	Ramos Arizpe	La Paloma	100	0
	Ramos Arizpe	Sauceda	50	50
	Arteaga	Cañón de las Bayas	0	100
Nuevo León	Dr. Arroyo	Cruz de Elorza	50	50

En este carácter se observó que las plantas del chaute presentan dos caracteres de distinción, en relación al sitio donde brotan las flores en la planta (centro o extremo superior de la planta), como lo describen Bravo y Sánchez (1991), mencionando que las flores son diurnas y que nacen en el ápice del tallo, en las axilas de los tubérculos jóvenes y en medio de una densa masa de tricomas largos, setosos y amarillentos que desarrollan las areolas floríferas; sin embargo, existe variabilidad morfológica entre accesiones, siendo las plantas de la accesión El Cercado del Mpio. de Saltillo y La Paloma del Mpio. de Ramos Arizpe en Coahuila, en donde no se encontraron plantas con las flores en los extremos del ápice (nivel de expresión 2) a diferencia de las localidades Las Colonias del Mpio. de Saltillo Coah. y Cañón de las Bayas del Mpio. de Arteaga Coah. donde la flores no se desarrollaron en el centro del ápice (nivel de expresión 1).

4.5.2.3. Forma de tépalos internos

Con los resultados obtenidos en la evaluación de éste carácter se determinó de acuerdo con lo especificado por la UPOV, que la forma de los tépalos internos de la flor presentan dos niveles de expresión (Cuadro 60).

Cuadro 60. Niveles de expresión referentes a la forma de los tépalos internos.

Nivel de expresión	Forma de los tépalos internos
(1)	Obovado
(2)	Oblanceolado

En cuanto a ésta variable se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre las diferentes accesiones colectadas, donde el 86.67% de las plantas de esta especie presentaron flores con tépalos internos en forma obovada (nivel de expresión 1), que hace referencia a que la parte más ancha del tépalo esta en el ápice, el resto de las plantas de las accesiones colectadas presentan flores con los tépalos internos de forma oblanceolada (nivel de expresión 2), es decir, que el tépalo

presenta una forma lanceolada invertida (el ápice más ancho que la base), encontrándose en menor proporción (13.33%), lo que muestra que esta especie puede presentar dos caracteres de distinción en diferente porcentaje (Figura 33).



Figura 33. Evaluación de la forma de los tépalos internos de la flor.

Al evaluar las diferencias entre accesiones encontramos que las plantas de las localidades El Cercado del Mpio. de Saltillo, La Paloma y Saucedá del Mpio. de Ramos Arizpe, Cañón de las Bayas del Mpio. de Arteaga en Coahuila y Cruz de Elorza del Mpio. de Dr. Arroyo en N.L. fueron en su totalidad (100%) plantas con flores que presentaron los tépalos internos de forma obovada (nivel de expresión 1), a diferencia de las accesiones de las dos localidades restantes (Cañada Ancha del Mpio. de Ramos Arizpe y Las Colonias del Mpio. de Saltillo en Coahuila), en donde se encontraron los dos caracteres de distinción, tépalos internos de forma obovada y de forma oblanceolada (nivel de expresión 1 y 2), en proporción semejante (50%) (Cuadro 61).

Cuadro 61. Comparación porcentual de la variación encontrada en las 7 accesiones, con relación a 2 variables correspondientes a la forma de Tépalos internos.

ESTADO	MUNICIPIO	LOCALIDAD	FORMA (TÉPALOS INTERNOS)	
			Proporción en porcentaje (%)	
			OBOVADO	OBLANCEOLADO
	Saltillo	El Cercado	100	0
	Saltillo	Las Colonias	50	50
	Ramos Arizpe	Cañada Ancha	50	50
Coahuila	Ramos Arizpe	La Paloma	100	0
	Ramos Arizpe	Sauceda	100	0
	Arteaga	Cañón de las Bayas	100	0
Nuevo León	Dr. Arroyo	Cruz de Elorza	100	0

En este carácter se observó que las plantas del chaute presentan los dos caracteres de distinción de acuerdo a la forma de los tépalos internos (obovado y oblanceolado), como lo describen Bravo y Sánchez (1991), quienes mencionan que éstos, además se presentan con margen entero; sin embargo, existe variabilidad morfológica entre accesiones, siendo las plantas de las accesiones El Cercado del Mpio. de Saltillo, La Paloma y Saucedá del Mpio. de Ramos Arizpe, Cañón de las Bayas del Mpio. de Arteaga en Coahuila y Cruz de Elorza del Mpio. de Dr. Arroyo en N.L. donde no se encontraron plantas con el nivel de expresión 2 (flores con tépalos internos de forma oblanceolada).

4.5.2.4. Forma de tépalos externos

Los resultados de la evaluación de éste carácter se agruparon en dos niveles de expresión en base a los documentos de la UPOV (Cuadro 62).

Cuadro 62. Niveles de expresión referentes a la forma de los tépalos externos.

Nivel de expresión	Forma de los tépalos externos
(1)	Espatulado
(2)	Oblongo

En cuanto a ésta variable se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre las diferentes accesiones colectadas, donde el 53.33% de las plantas de esta especie presentaron flores con tépalos externos en forma espatulada, éstos corresponden a los segmentos del perianto que presentan ápice ancho y que gradualmente se angostan hacia la base (nivel de expresión 1), el resto de las plantas de las accesiones colectadas presentan flores con los tépalos externos oblongos, es decir, más largos que anchos, de forma más o menos rectangular (nivel de expresión 2), siendo en menor proporción (46.67%), lo que muestra que esta especie puede presentar dos caracteres de distinción en diferente porcentaje (Figura 34).

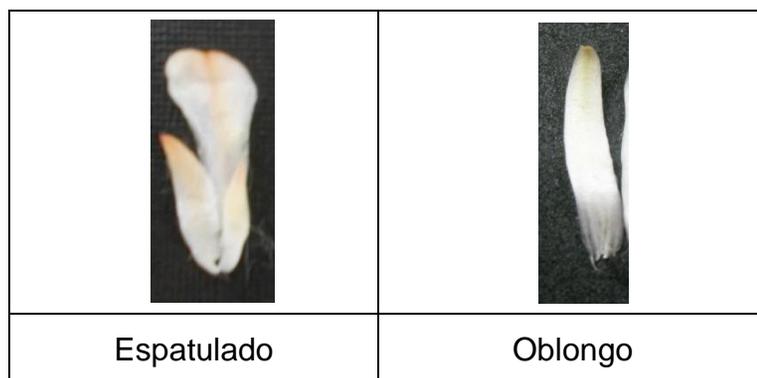


Figura 34. Evaluación de la forma de los tépalos externos de la flor.

Al evaluar las diferencias entre accesiones encontramos que las plantas de las localidades El Cercado del Mpio. de Saltillo Coah. y Cruz de Elorza del Mpio. de Dr. Arroyo en N.L., fueron en su totalidad (100%) plantas con flores que presentaron los tépalos externos en forma espatulada (nivel de expresión 1), a diferencia de las plantas de las accesiones Las Colonias del Mpio. de Saltillo y Cañada Ancha del Mpio. de Ramos Arizpe en Coahuila, en donde el 100% de las flores presentaron tépalos externos de forma oblonga. En las accesiones de La Paloma y Saucedá se encontraron plantas con los dos caracteres de distinción en proporción semejante (50%), mientras que en la accesión Cañón de las Bayas del Mpio. de Arteaga Coah., se tuvo un registro de plantas que presentaron flores con tépalos externos en forma espatulada y en forma oblonga (nivel de expresión 1 y 2), del 66.67% y 33.33% respectivamente (Cuadro 63).

En este carácter se observó que las plantas del chaute presentan los dos caracteres de distinción; sin embargo, se encontró variabilidad entre los caracteres siendo las plantas de las accesiones El Cercado y Cruz de Elorza del Mpio. de Dr. Arroyo en N.L. donde no se encontraron plantas con el nivel de expresión 2 (flores con tépalos externos oblongos).

Cuadro 63. Comparación porcentual de la variación encontrada en las 7 accesiones, con relación a 2 variables correspondientes a la forma de Tépalos externos.

ESTADO	MUNICIPIO	LOCALIDAD	FORMA (TÉPALOS EXTERNOS)	
			Proporción en porcentaje (%)	
			<i>ESPATULADO</i>	<i>OBLONGO</i>
Coahuila	Saltillo	El Cercado	100	0
	Saltillo	Las Colonias	0	100
	Ramos A.	Cañada Ancha	0	100
	Ramos A.	La Paloma	50	50
	Ramos A.	Sauceda	50	50
	Arteaga	Cañón de las Bayas	66.67	33.33
Nuevo León	Dr. Arroyo	Cruz de Elorza	100	0

4.5.2.5. Tipo de ápice en tépalos internos

Los datos resultantes de la evaluación de éste carácter se agruparon en dos niveles de expresión de acuerdo con los documentos TG y TGP de la UPOV (Cuadro 64).

Cuadro 64. Niveles de expresión referentes a la forma del ápice en los tépalos internos.

Nivel de expresión	Forma del ápice en tépalos internos
(1)	Redondeado
(2)	Acuminado

En cuanto a ésta variable se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre las diferentes accesiones colectadas, encontrándose que el 80% de las plantas de esta especie presentan flores con tépalos internos que tienen el ápice redondeado (nivel de expresión 1), es decir, el tépalo interno presenta ápice curvado como el perfil de un círculo, el resto de las plantas de las accesiones colectadas presentan flores con tépalos internos que tienen ápice acuminado (nivel de expresión 2), se refiere a que los tépalos presentan una prominencia pequeña en el margen del ápice, en menor proporción (20%), lo que muestra que esta especie puede presentar dos caracteres de distinción en diferente porcentaje (Figura 35).

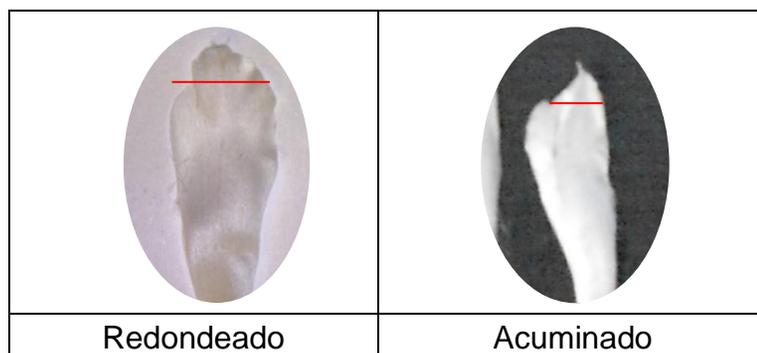


Figura 35. Evaluación de la forma del ápice en los tépalos internos de la flor.

Al evaluar las diferencias entre accesiones encontramos que las plantas de las localidades El Cercado y Las Colonias ambas del Mpio. de Saltillo, La Paloma y Saucedá del Mpio. de Ramos Arizpe en Coah. fueron en su totalidad (100%) plantas con flores que presentaron los tépalos internos con el ápice redondeado (nivel de expresión 1), a diferencia de las plantas de la accesión Cañón de las Bayas del Mpio. de Arteaga en Coah. en donde se encontraron los dos caracteres de distinción, registrando una proporción entre plantas con flores de tépalos internos con ápice redondeado y acuminado (nivel de expresión 1 y 2), del 66.67% y 33.33% respectivamente (Cuadro 65).

Cuadro 65. Comparación porcentual de la variación encontrada en las 7 accesiones, con relación a 2 variables correspondientes al ápice de Tépalos internos.

ESTADO	MUNICIPIO	LOCALIDAD	ÁPICE (TÉPALOS INTERNOS)	
			Proporción en porcentaje (%)	
			REDONDEADO	ACUMINADO
Coahuila	Saltillo	El Cercado	100	0
	Saltillo	Las Colonias	100	0
	Ramos Arizpe	Cañada Ancha	50	50
	Ramos Arizpe	La Paloma	100	0
	Ramos Arizpe	Sauceda	100	0
	Arteaga	Cañón de las Bayas	66.67	33.33
	Nuevo León	Dr. Arroyo	Cruz de Elorza	50

Las accesiones de Cañada Ancha del Mpio. de Ramos Arizpe Coah. y Cruz de Elorza del Mpio. de Dr. Arroyo en N.L. presentaron en proporción semejante (50%) los dos niveles de expresión (1 y 2), es decir flores con tépalos internos de ápice redondeado y acuminado (Cuadro 65).

De estos dos caracteres de distinción, el de tépalos internos con ápice acuminado es considerado en la descripción botánica y taxonómica de Bravo y Sánchez (1991); sin embargo, con estos resultados se muestra que existe variabilidad morfológica entre accesiones, siendo las plantas de las accesiones El Cercado y Las Colonias del Mpio. de Saltillo, La Paloma y Saucedá del Mpio. de Ramos Arizpe en Coah. donde no se encontraron plantas con flores que tuvieran tépalos internos con ápice mucronado (nivel de expresión 2).

4.5.2.6. Tipo de ápice en tépalos externos

Los resultados correspondientes a éste carácter se agruparon en dos niveles de expresión de acuerdo con la UPOV y lo referente en sus documentos TG y TGP (Cuadro 66).

Cuadro 66. Niveles de expresión referentes a la forma del ápice en los tépalos externos.

Nivel de expresión	Forma del ápice en tépalos externos
(1)	Redondeado
(2)	Acuminado

En cuanto a ésta variable se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre las diferentes accesiones colectadas, encontrándose en el 26.67% de las plantas de esta especie flores con tépalos externos que presentan ápice redondeado (nivel de expresión 1), es decir, con el ápice curvado como el perfil de un círculo, el resto de las plantas de las accesiones colectadas presentan flores con tépalos externos que tienen ápice acuminado (nivel de expresión 2) en mayor proporción

(73.33%), lo que muestra que esta especie puede presentar dos caracteres de distinción en diferente porcentaje (Figura 36).



Figura 36. Evaluación de la forma del ápice en los tépalos externos de la flor.

Al evaluar las diferencias entre accesiones encontramos que las plantas de las localidades La Paloma y Saucedá del Mpio. de Ramos Arizpe en Coah. y Cruz de Elorza del Mpio. de Dr. Arroyo en N.L. fueron en su totalidad (100%) plantas con flores que presentaron los tépalos externos con el ápice acuminado (nivel de expresión 2), a diferencia de las plantas de la accesión Cañón de las Bayas del Mpio. de Arteaga en Coah. en donde se encontraron los dos caracteres de distinción, registrando una proporción entre plantas con flores de tépalos externos con ápice redondeado y acuminado (nivel de expresión 1 y 2), del 33.33% y 66.67% respectivamente (Cuadro 67).

Cuadro 67. Comparación porcentual de la variación encontrada en las 7 accesiones, con relación a 2 variables correspondientes al ápice de Tépalos externos.

ESTADO	MUNICIPIO	LOCALIDAD	ÁPICE (TEPALOS EXTERNOS)	
			Proporción en porcentaje (%)	
			REDONDEADO	ACUMINADO
	Saltillo	El Cercado	50	50
	Saltillo	Las Colonias	50	50
	Ramos Arizpe	Cañada Ancha	50	50
Coahuila	Ramos Arizpe	La Paloma	0	100
	Ramos Arizpe	Sauceda	0	100
	Arteaga	Cañón de las Bayas	33.33	66.67
Nuevo León	Dr. Arroyo	Cruz de Elorza	0	100

Las accesiones de El Cercado, Las Colonias del Mpio. de Saltillo y Cañada Ancha del Mpio. de Ramos Arizpe en Coahuila presentaron en proporción semejante (50%) los dos niveles de expresión (1 y 2), es decir flores con tépalos externos de ápice redondeado y acuminado (Cuadro 67).

De estos dos caracteres de distinción, el de tépalos externos con ápice acuminado es mencionado en la descripción botánica y taxonómica de Bravo y Sánchez (1991). Esto muestra que existe variabilidad morfológica entre accesiones, siendo las plantas de las accesiones La Paloma y Saucedada del Mpio. de Ramos Arizpe en Coah. y Cruz de Elorza del Mpio. de Dr. Arroyo N.L. donde no se encontraron plantas con flores que tuvieran tépalos externos con ápice redondeado (nivel de expresión 1).

4.5.3. Variables Pseudocualitativas

4.5.3.1. Color del perianto.

Los resultados obtenidos respecto a éste carácter se agruparon en tres niveles de expresión en base a los documentos de la UPOV (Cuadro 68).

Cuadro 68. Niveles de expresión referente al color que muestra el perianto de las flores del chaute.

Nivel de expresión	Color del Perianto
(1)	Blanco
(2)	Blanco con rosa pálido
(3)	Blanco con solferino

En cuanto a ésta variable se registraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre las diferentes accesiones colectadas, siendo el 40% de las plantas de esta especie las que presentaron flores con perianto de color blanco con rosa pálido (nivel de expresión 2), el 33.33 % de las plantas de las accesiones colectadas presentaron

flores con dos colores (blanco con solferino) y en menor proporción (26.67%) se presentaron flores de color totalmente blanco (nivel de expresión 1), lo que muestra que esta especie puede presentar tres caracteres de distinción en diferente porcentaje (Figura 37).



Figura 37. Evaluación del color en que se muestran las flores del chaute.

Al evaluar las diferencias entre accesiones encontramos que las plantas de la localidad Cañada Ancha del Mpio. de Ramos Arizpe Coah. fueron en su totalidad (100%) plantas con flores de dos colores (blanco con rosa pálido) que corresponden a las claves FFFFFD de la carta de colores Web Usable y 7/6 10R de la tabla de colores de Munsell, respectivamente, a diferencia de las flores de la accesión Saucedá del Mpio. de Ramos A., en donde estas fueron en su totalidad flores 100% de color blanco únicamente, mostrándose éste color en dos tonos distintos uno de tépalos internos y otro de tépalos externos, claves FFFFFD y FFFFFE de la carta de colores Web Usable, respectivamente. Las accesiones de las localidades El Cercado y Las Colonias del Mpio. de Saltillo presentaron dos caracteres de distinción en proporción semejante (50%) plantas con flores color blanco y flores color blanco con rosa pálido (FFFFFD de la carta de colores Web Usable y 7/6 10R de la carta de colores de MUNSELL) (nivel de expresión 1 y 2), mientras que las accesiones de La Paloma del Mpio. de Ramos Arizpe y Cruz de Elorza del Mpio. de Dr. Arroyo en N.L. presentaron en proporción semejante (50%) plantas con flores totalmente blancas y plantas con flores color blanco con solferino (claves: FFFFFD de la carta de colores

Web Usable y 6/6 5RP de la carta de colores de MUNSELL). En el caso de las plantas de la localidad Cañón de las Bayas, los resultados obtenidos fueron en proporción semejante (50%) plantas con flores color blanco con rosa pálido y blanco con solferino (Cuadro 69).

Cuadro 69. Comparación porcentual de la variación encontrada en las 7 accesiones, con relación a 3 variables correspondientes al color de Flor.

ESTADO	MUNICIPIO	LOCALIDAD	COLOR DE FLOR		
			Proporción en porcentaje (%)		
			<i>BLANCO</i>	<i>BLANCO CON ROSA PALIDO</i>	<i>BLANCO CON SOLFERINO</i>
	Saltillo	El Cercado	50	50	0
	Saltillo	Las Colonias	50	50	0
	Ramos a.	Cañada Ancha	0	100	0
Coahuila	Ramos a.	La Paloma	50	0	50
	Ramos a.	Sauceda	100	0	0
	Arteaga	Cañón de las Bayas	0	50	50
Nuevo L.	Dr. Arroyo	Cruz de Elorza	50	0	50

4.5.3.2. Color de los tépalos internos y externos de la flor

Para determinar diferencias en el color de las flores y darles un valor de expresión de la UPOV se evaluaron los tépalos internos y los externos, encontrándose que en las plantas de las 7 accesiones colectadas el color de los tépalos internos de las flores fue el mismo, es decir, que se presentó un solo nivel de expresión (nivel de expresión 1). Con respecto a los tépalos externos se determinaron 3 niveles de expresión de acuerdo con la UPOV (Cuadro 70).

Cuadro 70. Niveles de expresión referentes al color que presentan los tépalos internos y externos de las flores del chaute.

Carácter de distinción	Nivel de expresión	Color de tépalos
Tépalos internos de la flor	(1)	Velo de boda (FFFFFFD)
Tépalos externos de la flor	(1)	Blanco plantación (FFFFFFE)
	(2)	Rosa pálido (7/6 10R)
	(3)	Solferino (6/6 5RP)

FFFFFFD, FFFFFFFE: claves de la carta de colores Web Usable; 7/6 10R, 6/6 5RP: claves de colores de la carta de colores de Munsell.

En cuanto a la variable correspondiente al color de los tépalos internos de la flor, las plantas no presentaron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) ya que en las siete accesiones evaluadas se encontraron únicamente plantas con presencia de tépalos internos color velo de boda (clave FFFFFFFD) (nivel de expresión 1) (Figura 38 a); sin embargo, en los resultados de la evaluación correspondiente al color de los tépalos externos, si se registraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre las diferentes accesiones colectadas, encontrándose plantas con flores que presentaban tépalos externos con distinta pigmentación: color blanco plantación (clave FFFFFFFE de webusable.com), rosa pálido (clave 7/6 10R de MUNSELL) y solferino (clave 6/6 5RP de MUNSELL), niveles de expresión 1, 2 y 3 respectivamente (Figuras 38 b) (Cuadro 69).

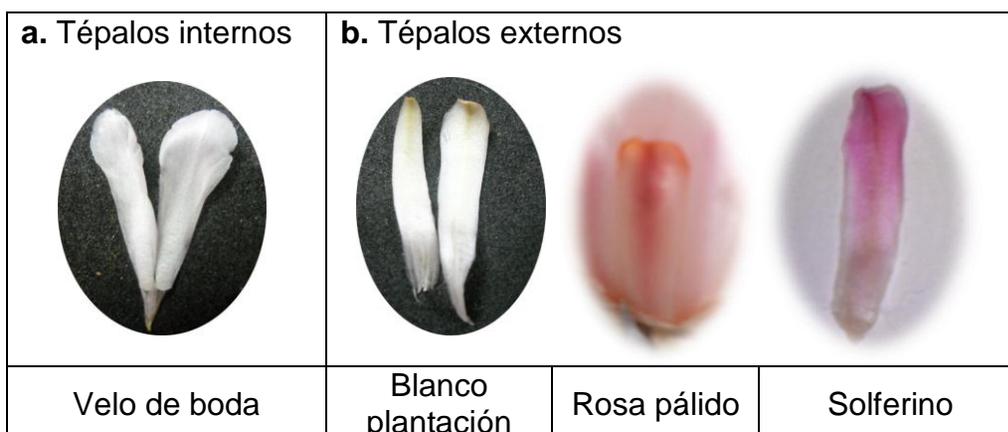


Figura 38. Color de tépalos internos y externos de las flores de *Ariocarpus retusus*.

En este carácter se observó que en su mayoría las plantas del chaute presentan los tres caracteres de distinción, como lo describen Bravo y Sánchez (1991); sin embargo, existe variabilidad morfológica entre accesiones, siendo las plantas de las accesiones Cañada Ancha y Saucedá del Mpio. de Ramos Arizpe Coah. donde no se encontraron dos caracteres de distinción. En las plantas de la accesión correspondiente a la primera localidad que se menciona (Cañada Ancha) no se encontraron flores color blanco y tampoco color solferino (nivel de expresión 1 y 3), mientras que en la accesión Saucedá no se registraron plantas con flores color rosa pálido y tampoco color solferino (nivel de expresión 2 y 3).

4.5.3.3. Color del gineceo

Los resultados obtenidos referentes a éste carácter se presentaron muy similares entre las plantas de las distintas accesiones colectadas, encontrándose plantas con gineceo de color blanco (blanco plantación-clave FFFFFE tomado de la carta de colores Web Usable URL: <http://www.webusable.com/coloursStandard.htm>), siendo éstos datos agrupados posteriormente de acuerdo a la UPOV en un nivel de expresión (nivel de expresión 1), tomando como referencia lo especificado en los documentos de la UPOV (Cuadro 71).

Cuadro 71. Nivel de expresión referente al color que presentó el gineceo de las flores del chaute.

Nivel de expresión	Color del gineceo
(1)	Blanco plantación (FFFFFFE)

Con respecto a la variable correspondiente al color del gineceo de la flor, las plantas no presentaron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) ya que en las siete accesiones evaluadas se encontraron únicamente plantas que tuvieron flores con el gineceo color blanco plantación (nivel de expresión 1), esto coincide con lo referido por Bravo y Sánchez (1991) en la descripción de la especie (Figura 39).

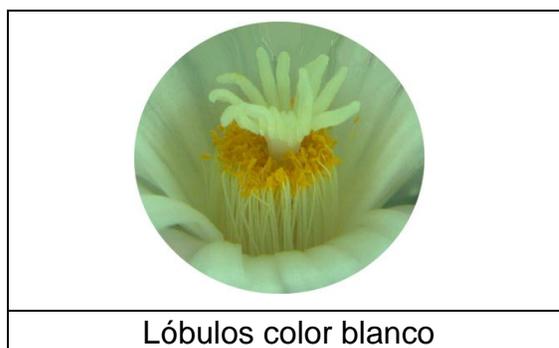


Figura 39. Color de lóbulos que forman parte del gineceo de la flor de *Ariocarpus retusus*.

4.5.3.4. Color de las anteras

En éste carácter, las 7 accesiones de plantas colectadas presentaron flores con diferente tonalidad en cuanto al color de las anteras, por lo que, de acuerdo con lo que establece la UPOV, se obtuvieron dos niveles de expresión (Cuadro 72).

Cuadro 72. Niveles de expresión referentes al color de las anteras.

Nivel de expresión	Color del polen
(1)	Amarillo oscuro (FFCC33)
(2)	Amarillo claro (FFFF33)

En cuanto a ésta variable se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre las diferentes accesiones colectadas, presentando el 53.33% de las plantas de esta especie flores con estambres que presentaron anteras color amarillo claro (clave FFFF33 tomado de la carta de colores Web Usable URL: <http://www.webusable.com/coloursStandard.htm>)(nivel de expresión 2), el resto de las plantas de las accesiones colectadas presentaron flores con estambres que mostraron anteras color amarillo oscuro (clave FFCC33 carta de colores Web Usable - URL: <http://www.webusable.com/coloursStandard.htm>)(nivel de expresión 1) en menor proporción (46.67%), lo que muestra que esta especie puede presentar dos caracteres de distinción en diferente porcentaje (Figura 40).



Figura 40. Evaluación del color de las anteras que mostraron los estambres de las flores.

Al evaluar las diferencias entre accesiones encontramos que .las plantas de la localidad El Cercado del Mpio. de Saltillo, fueron en su totalidad (100%) plantas que presentaron flores con estambres color amarillo oscuro (clave FFCC33) (nivel de expresión 1), de modo contrario, en la accesión Las Colonias también del Mpio. de Saltillo Coah. el total (100%) de las plantas evaluadas presentaron flores con estambres de color amarillo claro (clave FFFF33) (nivel de expresión 2). A diferencia de las accesiones de localidades restantes (Cañada Ancha, La Paloma y Saucedá del Mpio. de Ramos Arizpe, Cañón de las Bayas del Mpio. de Arteaga en Coahuila y Cruz de Elorza del Mpio. de Dr. Arroyo en N.L.), en donde se presentaron los dos caracteres de distinción en el color de anteras, siendo 50% plantas con anteras de color amarillo claro (nivel de expresión 2) y el 50% plantas con color de anteras amarillo oscuro (nivel de expresión 1) (Cuadro 73).

Cuadro 73. Comparación porcentual de la variación encontrada en las 7 accesiones, con relación a 2 variables correspondientes al color de las Anteras.

ESTADO	MUNICIPIO	LOCALIDAD	COLOR DE ANTERAS	
			Proporción en porcentaje (%)	
			AMARILLO OSCURO	AMARILLO CLARO
	Saltillo	El Cercado	100	0
	Saltillo	Las Colonias	0	100
Coahuila	Ramos a.	Cañada Ancha	50	50
	Ramos a.	La Paloma	50	50
	Ramos a.	Sauceda	50	50
	Arteaga	Cañón de las Bayas	50	50
Nuevo León	Dr. Arroyo	Cruz de Elorza	50	50

Con este carácter se observó que en su mayoría las plantas del chaute presentan los dos caracteres de distinción, como lo describen Bravo y Sánchez (1991); sin embargo, existe variabilidad morfológica entre accesiones, siendo las plantas de la accesión El Cercado del Mpio. de Saltillo Coah. donde no se encontraron flores con estambres color amarillo claro (nivel de expresión 2) y la accesión Las Colonias del Mpio. de Saltillo Coah. donde no hubo registro de flores con los estambres de color amarillo oscuro (nivel de expresión 1).

4.6. Análisis al carácter de agrupamiento “Fruto”.

4.6.1. Variables Cuantitativas

4.6.1.1. Número de frutos por planta

Los resultados de este carácter se agruparon en tres niveles de expresión, de acuerdo con la UPOV (Cuadro 74).

Cuadro 74. Niveles de expresión referentes al número de frutos por planta.

Nivel de expresión	Frutos	Frutos/planta
(3)	Pocos	1
(5)	Regular	2 a 3
(7)	Muchos	≥ 4

En cuanto a ésta variable se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre las diferentes accesiones colectadas. Los resultados mostraron que las plantas de *A. retusus* de la accesión Las Colonias, presentaban arriba de 4 frutos por planta (nivel de expresión 7), mientras que en menor proporción (2 frutos por planta) (nivel de expresión 5), se presentaron en las plantas de las accesiones La Paloma y El Cercado (Figura 41).



Figura 41. Evaluación del número de frutos presentes en plantas de *A. retusus*

4.6.1.2. Largo del fruto sin perianto

Este carácter fue agrupado en tres niveles de expresión de acuerdo con la UPOV (Cuadro 75).

Cuadro 75. Niveles de expresión referentes al largo del Fruto.

Nivel de expresión	Longitud	Largo del fruto
(3)	Corta	≤ 18 mm
(5)	Mediana	18 - 26 mm
(7)	Larga	≥ 26 mm

Los resultados obtenidos mostraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre los frutos de las plantas de las tres accesiones evaluadas, siendo las plantas de El Cercado y La Paloma las que presentaron frutos más largos (mayor longitud) con un promedio de 36.64 mm. La accesión La Paloma presentó frutos de longitud mediana (22.37 mm), lo contrario a la accesión Las Colonias, quien presentó frutos no mayor a 18 mm, siendo éstos, clasificados como frutos de longitud corta (17.72 mm). El análisis realizado para el carácter longitud de fruto, muestra que la especie *Ariocarpus retusus* mantiene en estas áreas agroecológicas, la longitud (10 a 25 mm) reportada por Bravo y Sánchez (1991) en la descripción morfológica de la especie (Figura 42).

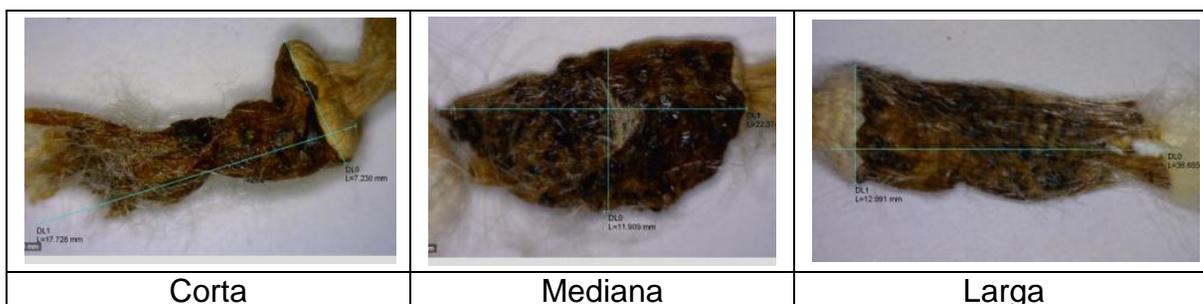


Figura 42. Evaluación de la longitud de los frutos.

4.6.1.3. Ancho del fruto

Este carácter fue agrupado en tres niveles de expresión de acuerdo con la UPOV (Cuadro 76).

Cuadro 76. Niveles de expresión referentes al ancho del Fruto.

Nivel de expresión	Anchura	Ancho del fruto
(3)	Chica	≤ 7 mm
(5)	Media	7 - 11 mm
(7)	Larga	≥ 11 mm

Con respecto a este carácter, se encontró diferencia significativa ($P \leq 0.05$), siendo la accesión La Paloma quien presentó frutos más anchos, hasta de 13 mm y también frutos con un ancho medio (10.54 mm), mientras que las otras dos accesiones (El Cercado y Las Colonias) presentaron en promedio, frutos de poca anchura (chica) (7.48 mm) (Figura 43).

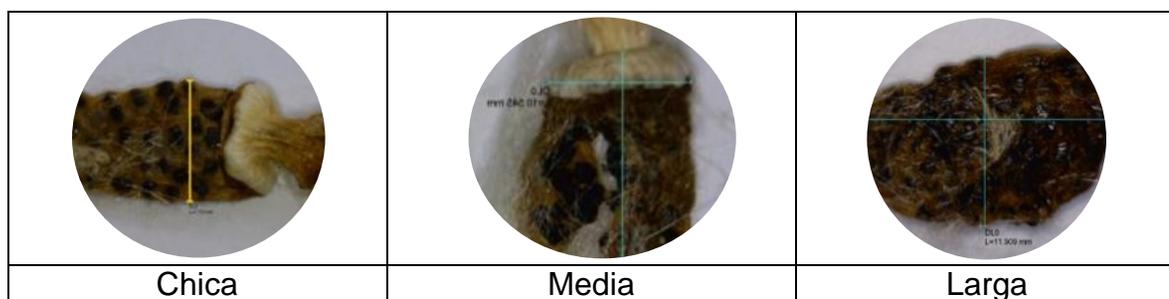


Figura 43. Evaluación de la anchura de los frutos.

4.6.2. Variables Cualitativas

4.6.2.1. Forma del fruto

Los resultados de este carácter se agruparon en un solo nivel de expresión, de acuerdo con la UPOV (Cuadro 77).

Cuadro 77. Niveles de expresión referentes a la forma de los frutos.

Nivel de expresión	Forma de fruto
(1)	Claviforme

El análisis de la forma del fruto, no mostró diferencias significativas ($P \leq 0.05$). Los resultados mostraron que las tres accesiones (El Cercado, Las Colonias y La Paloma) presentaron plantas con frutos de forma claviforme, es decir, que presenta forma de clavo, con la base prolongada gradualmente. En la descripción de Bravo y Sánchez (1991), la forma del fruto lo mencionan como globoso u oblongo al madurar (Figura 44).

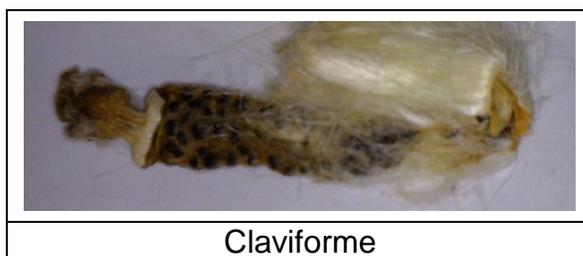


Figura 44. Evaluación de la forma del fruto.

4.6.2.2. Superficie de los frutos

Los resultados de este carácter se agruparon en dos niveles de expresión, de acuerdo con la UPOV (Cuadro 78).

Cuadro 78. Niveles de expresión referentes al tipo de superficie que presentan los frutos.

Nivel de expresión	Superficie del fruto
(1)	Estriada
(2)	No estriada

En cuanto a la textura del fruto, se encontró diferencia significativa ($P \leq 0.05$) en los resultados obtenidos, siendo los frutos de las plantas de las accesiones El Cercado y Las Colonias, los que presentaron superficie estriada, mientras que los frutos de la Paloma presentaron superficie sin estrías. De acuerdo con la descripción realizada para esta especie por Bravo y Sánchez (1991), los frutos del chaute presentan superficie lisa (Figura 45).

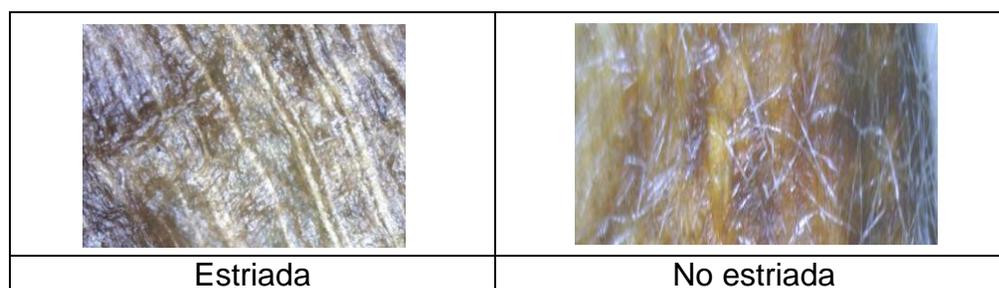


Figura 45. Evaluación del tipo de superficie del fruto.

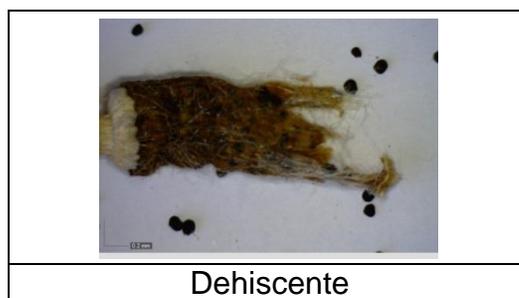
4.6.2.3. Dehiscencia

Los resultados correspondientes a este carácter, se agruparon en un solo nivel de expresión, de acuerdo con la UPOV (Cuadro 79).

Cuadro 79. Nivel de expresión referente al tipo de superficie que presentan los frutos.

Nivel de expresión	Fruto
(1)	Dehiscente

Los resultados de este carácter, no mostraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre localidades, es decir, que la dehiscencia del fruto se presentó en plantas de las tres accesiones (El Cercado, Las Colonias y La Paloma). El resultado obtenido con respecto a este carácter, coincide con lo reportado por Bravo y Sánchez (1991) en la descripción realizada a *A. retusus*, en donde se menciona que el fruto es persistente entre la lana del ápice donde se desintegra dejando escapar las numerosas semillas (Figura 46).



Dehiscente

Figura 46. Fruto dehiscente.

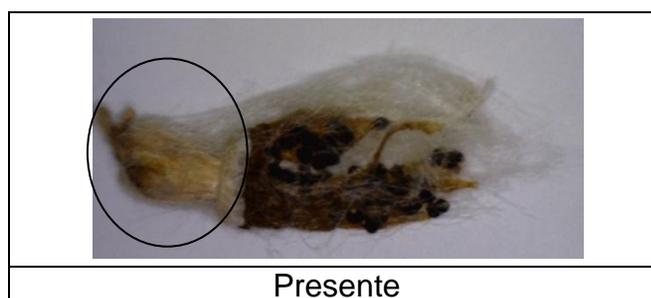
4.6.2.4. Restos del perianto

Los resultados de este carácter fueron agrupados en un solo nivel de expresión, de acuerdo con la UPOV (Cuadro 80).

Cuadro 80. Nivel de expresión referente a la presencia del perianto en el fruto maduro.

Nivel de expresión	Restos secos del perianto en el fruto
(1)	Presentes

Del mismo modo que el carácter anterior (dehiscencia del fruto), la evaluación de este carácter (restos del perianto), no se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$), debido a que en las tres accesiones evaluadas, las plantas si presentaron frutos con los restos secos del perianto, tal como se menciona en la descripción de la especie de *A. retusus* de acuerdo con Bravo y Sanchez (1991) (Figura 47).



Presente

Figura 47. Presencia de los restos secos del perianto en el fruto.

4.6.3. Variables Pseudocualitativas

4.6.3.1. Color del fruto

Los resultados de este carácter se agruparon en dos niveles de expresión, de acuerdo con la UPOV (Cuadro 81).

Cuadro 81. Niveles de expresión referentes al tipo de superficie que presentan los frutos.

Nivel de expresión	Color del fruto
(1)	Bronceado 3 (CD853F)
(2)	Bronceado 4 (8B5A2B)

En este carácter se encontró diferencia significativa ($P \leq 0.05$) entre las plantas de las accesiones evaluadas, siendo las plantas de la accesión El Cercado, las que presentaron frutos de color Bronceado 3 (clave CD853F de la carta de colores Webusable.com), mientras que las otras dos accesiones (Las Colonias y La Paloma) presentaron frutos color Bronceado 4 (clave 8B5A2B de la carta de colores Webusable.com). En la descripción que Bravo y Sánchez (1991) le realizaron a esta especie, se menciona que el fruto presenta un color blanco verdoso o rosa pálido al madurar, pero al secarse adquieren un color castaño (Figura 48).

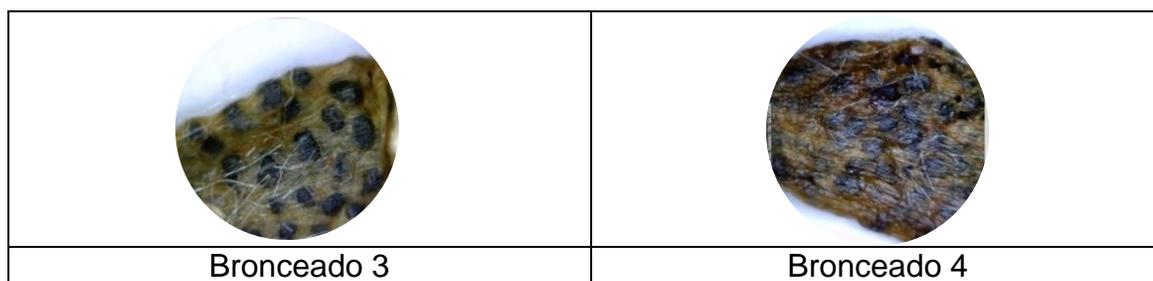


Figura 48. Evaluación del color del fruto.

4.7. Análisis del carácter de agrupamiento: Semilla

4.7.1. Variables Cuantitativas

4.7.1.1. Número de semillas por fruto

Los resultados de este carácter fueron agrupados en tres niveles de expresión, de acuerdo con la UPOV (Cuadro 82).

Cuadro 82. Niveles de expresión referentes a la número de semillas por fruto.

Nivel de expresión	Semillas	Semillas/fruto
(3)	Pocas	≤ 50
(5)	Medias	51 a 80
(7)	Muchas	≥ 81

En los resultados de este carácter, se encontró diferencia significativa ($P \leq 0.05$). Fue en la accesión La Paloma, en la que se encontraron frutos con gran cantidad de semillas (≥ 81). En la accesión El cercado se encontraron frutos con cantidad media de semillas (51 a 80) y en las plantas de la accesión Las Colonias, frutos con muy pocas semillas (≤ 50). Los resultados obtenidos, muestran al igual que en la descripción de la especie realizada por Bravo y Sánchez (1991), que los frutos presentaron gran cantidad de semillas (Figura 49).

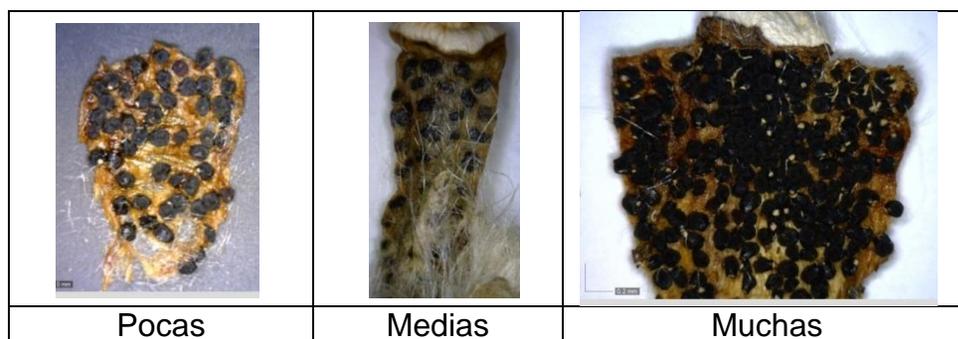


Figura 49. Evaluación del número de semillas que contiene un fruto.

4.7.1.2. Longitud de la semilla

Los resultados de este carácter se agruparon en tres niveles de expresión, de acuerdo con la UPOV (Cuadro 83).

Cuadro 83. Niveles de expresión referentes al largo de la Semilla.

Nivel de expresión	Longitud	Largo de la semilla
(3)	Corta	≤ 1.4 mm
(5)	Mediana	1.4 - 1.7 mm
(7)	Larga	≥ 1.7 mm

En la evaluación referente a este carácter, se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$). En las accesiones Las Colonias y El Cercado se presentaron semillas de longitud corta (1.20 mm), pero siendo éstas, más largas que anchas. Las plantas de la accesión La Paloma presentaron frutos con semillas de longitud mediana (1.51mm) (1.42mm) y también de longitud larga (1.71mm) (Figura 50).

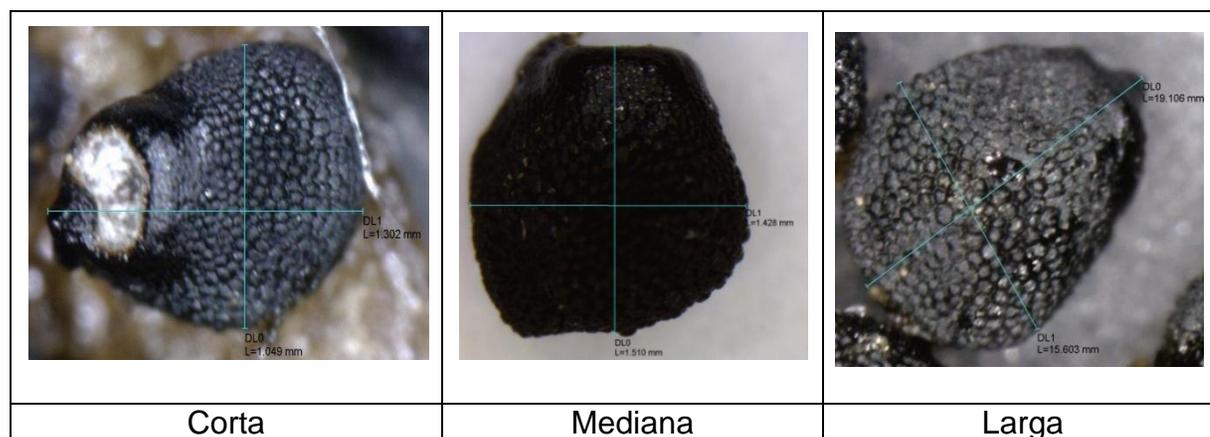


Figura 50. Evaluación de la longitud de las semillas.

4.7.1.3. Ancho de la semilla

Los resultados de este carácter fueron agrupados en tres niveles de expresión, de acuerdo con la UPOV (Cuadro 84).

Cuadro 84. Niveles de expresión referentes al ancho de la Semilla.

Nivel de expresión	Anchura	Ancho de la semilla
(3)	Chica	≤ 1.10 mm
(5)	Media	1.10 - 1.31 mm
(7)	Larga	≥ 1.31 mm

Los resultados de este carácter presentaron diferencias significativas ($P \leq 0.05$), encontrándose, que en las accesiones Las Colonias y El Cercado se presentaron semillas de ancho muy reducido (tamaño chico). Las plantas de la accesión La Paloma presentaron frutos con anchura larga de la semilla (1.42mm) y medio (1.17 mm) (Figura 51).

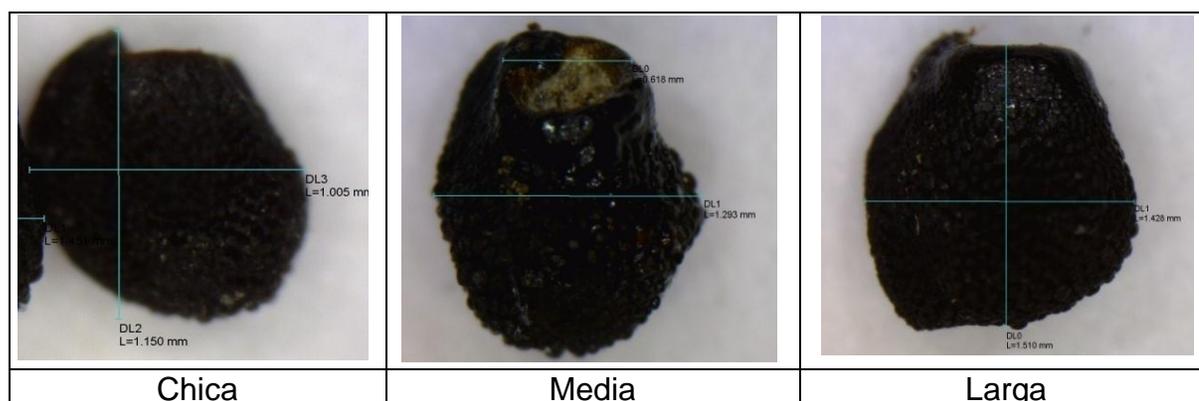


Figura 51. Evaluación de la anchura de las semillas.

4.7.2. Variables Cualitativas

4.7.2.1. Forma de la semilla

Los resultados de este carácter fueron agrupados en tres niveles de expresión, de acuerdo con la UPOV (Cuadro 85).

Cuadro 85. Niveles de expresión referentes a la forma de la semilla.

Nivel de expresión	Forma de la semilla
(1)	Ovada
(2)	Deltada
(3)	Circular

Los resultados de éste carácter mostraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$), siendo, en la accesión las colonias, donde se encontraran frutos con semillas de forma ovada y deltada, mientras que en las plantas de las accesiones El Cercado y La Paloma, se encontraron frutos con semillas de forma circular. De acuerdo con Bravo y Sánchez las semillas presentan una forma piriforme (Figura 52).



Figura 52. Evaluación de la forma de las semillas.

4.7.2.2. Textura de la semilla

Los resultados de este carácter fueron agrupados en dos niveles de expresión, de acuerdo con la UPOV (Cuadro 86).

Cuadro 86. Niveles de expresión referentes a la textura de la semilla.

Nivel de expresión	Textura de la semilla
(1)	Granulosa
(2)	Granulosa cerosa

En cuanto a este carácter, los resultados obtenidos mostraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$). Los resultados mostraron que las semillas presentaron dos tipos de testa, las semillas con testa granulosa, las cuales se presentaron en los frutos de las plantas de las tres accesiones evaluadas, y las semillas de testa granulosa cerosa, las cuales se presentaron únicamente, en los frutos de las plantas de la accesión Las Colonias. En la descripción morfológica que Bravo y Sánchez (1991) realizaron *A. retusus*, se menciona que las semillas presentan testa tuberculada, con hilo grande y basal, siendo esto similar a lo encontrado en los resultados de este carácter (textura de la semilla) (Figura 53).

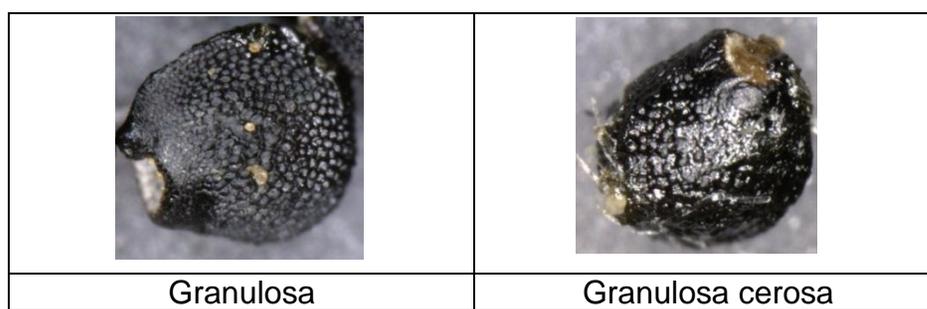


Figura 53. Evaluación de la textura de la semilla.

4.7.3. Variables Pseudocualitativas

4.7.3.1. Color de la semilla

Los resultados de este carácter fueron agrupados en dos niveles de expresión, de acuerdo con la UPOV (Cuadro 87).

Cuadro 87. Niveles de expresión referentes al color de la semilla.

Nivel de expresión	Color de la semilla
(1)	Gris sgi 20 333333
(2)	Marrón 4 8B2323

Como carácter pseudocualitativo PQ se evaluó el color de la testa en donde se observaron diferencias significativas ($P \leq 0.05$). Los registros mostraron, que en las plantas de las tres accesiones (El Cercado Mpio., Las Colonias y La Paloma), los frutos presentaron semillas color Gris sgi 20 (clave 333333 de la carta de colores webusable.com); sin embargo, la accesión La Paloma se caracterizó por presentar algunos frutos con semillas color Marrón 4 (clave 8B2323 de la carta de colores webusable.com). Estos resultados coinciden con lo descrito por Bravo y Sánchez (1991), quienes mencionan que el color observado en las semillas es de color negro mate (Figura 54).

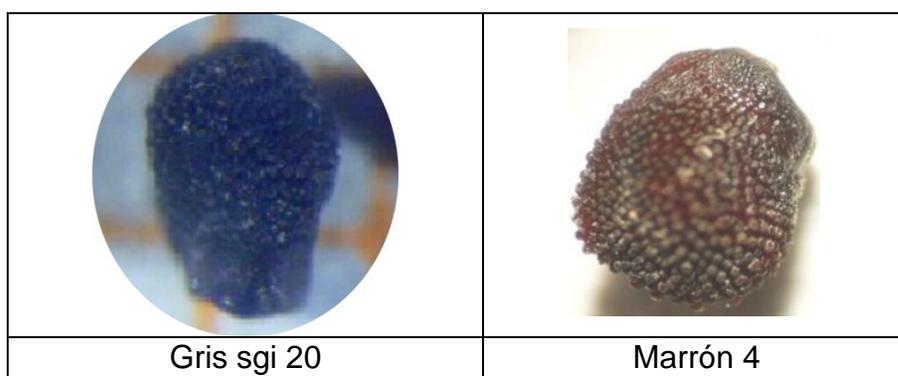


Figura 54. Evaluación del color de la semilla.

5. DISCUSIÓN

En México las zonas secas abarcan cerca del 60% de la superficie del país. La abundancia de estos ambientes obedece tanto a su ubicación geográfica, como a los efectos de continentalidad y relieve que presenta, debido a la presencia de cordilleras paralelas a los litorales, donde se pierde la humedad del aire al penetrar sobre la masa continental. La mayoría de las cactáceas se desarrollan en ambientes áridos y semiáridos, los cuales coinciden con latitudes cercanas a los paralelos de 25°, donde dominan zonas de alta presión atmosférica con corrientes descendientes de aire seco (Bravo-Hollis y Scheinvar, 1999; Jiménez 2011).

Las causas de la diversificación entre las especies pueden ser diversas, entre ellas la variación de las condiciones del hábitat, el método de dispersión de las especies y la modificación local por otros individuos de la misma o de otra especie. Al igual que la diversidad de las cactáceas, sus formas de crecimiento varían de un sitio a otro, existiendo también diferencias entre la densidad de sus poblaciones.

Caracteres cuantitativos (QN)

Entre los siete sitios evaluados de los municipios de Coahuila (Cañón de las Bayas del Mpio. de Arteaga, Cañada Ancha, La Paloma y Sauceda del Mpio. de Ramos Arizpe y El Cercado y Las Colonias del Mpio. de Saltillo) y Nuevo León (Cruz de Elorza) se presentó una variabilidad entre los caracteres cuantitativos evaluados, en *A. retusus*, lo que muestra que la variación de las condiciones del hábitat influyen en su forma de crecimiento.

Se observó que las plantas del chaute con mayor altura se presentaron en la localidad El Cercado del Mpio. de Saltillo y las plantas con mayor diámetro fueron de la localidad Sauceda del Mpio. de Ramos Arizpe, En ambas localidades el crecimiento de estas plantas es lento, siendo la proporción de altura y diámetro de

las plantas diferente. Con *A. retusus* así como en otros *Ariocarpus* como *A. kostchobayanus* y *A. fissuratus*, se ha encontrado que estas especies requieren de muchas horas de luz solar y calor durante el día, requiriendo de una reducida humedad atmosférica para evitar la pudrición de sus tallos (Brevia y Resines, 2000).

Las plantas de la accesión Paloma presentaron mayor cantidad de tubérculos por planta y aréolas más grandes. Estas plantas presentan adaptaciones muy desarrolladas, como por ejemplo un tallo muy reducido y gran cantidad de tubérculos con areolas lanosas. El desarrollo de estos caracteres de distinción es para que las plantas puedan protegerse del calor y de los animales herbívoros. Estas estructuras (tubérculos) se encuentran entrelazadas e imbricadas formando una roseta, engrosándose y recubriéndose de una estructura cérea (epidermis dura con cubierta cerosa) que retiene el agua de reserva y minimiza la transpiración los cuales son mecanismos adaptativos de este tipo de especies como el chaute (*A. retusus*). Otro mecanismo de adaptación de este tipo de plantas son sus areolas, las que se desarrollan como un vello suave reflectante y de color claro, tales características son mencionadas por Bell (2003) y Ballester (1978) como descripción en algunas plantas suculentas. La localidad Saucedá se caracterizó por presentar plantas con tubérculos de gran longitud y con mayor cantidad de espinas en las areolas. Las espinas aunque se encontraron en gran número, no cumplen con la función de protección, ya que estas son demasiado pequeñas y no sobresalen de la pubescencia de las areolas. Probablemente la causa a esta disfunción se debe a que las espinas como lo describe Nessmann (1994), se presentan como una función defensiva para los depredadores, como ocurre también con otras especies que crecen en regiones con poca vegetación. Aunque hay especies que constituyen la flora en algunas zonas desérticas, creciendo bajo la protección de plantas más grandes o al abrigo de las rocas, como lo mencionan Anderson y Hewitt (1999). En el caso de las plantas del chaute las zonas rocosas con vegetación no tan escasa, como las del matorral rosetófilo y micrófilo hacen que estas plantas se protejan en este tipo de vegetación, generando también sustancias activas como alcaloides que sirven de defensa para

que no sean consumidas por los herbívoros. En cuanto a la flor se observó que la accesión Cañada Ancha presentó mayor variabilidad en tamaño que las otras 6 localidades (El Cercado, Las Colonias, La Paloma, Saucedá, Cañón de las Bayas y Cruz de Elorza), registrando flores con mayor longitud y diámetro, así como mayor tamaño de pistilo (estilo y estigma) y número de tépalos externos. La accesión Cañón de las Bayas se distinguió por presentar plantas con mayor número de flores; como también, flores con gran cantidad de tépalos externos, aunque no en gran cantidad como los observados en las flores de las plantas de Cañada Ancha. También presentaron diferencias las plantas de la accesión Cañón de las Bayas, porque las flores evaluadas, mostraron mayor cantidad de lóbulos en los estigmas. El registro obtenido de la accesión Cruz de Elorza mostró que las plantas pertenecientes a esta localidad, presentaron mayor número de tépalos internos y flores con cantidad media de estambres (101 a 150), mientras que la accesión el Cercado, se distinguió por presentar flores de gran longitud y con pistilos más grandes del mismo modo que las flores evaluadas de la accesión Cañada Ancha, solo que los datos obtenidos de las flores de la localidad el Cercado fueron menos significativos con respecto a los de Cañada Ancha; sin embargo, se pudo observar que si se obtuvo esa variabilidad entre las flores de los distintos accesiones evaluadas como lo refiere Durán (2006), quien menciona que la floración en cactáceas está relacionada con el diámetro de las plantas, como en el caso del *Astrophytum sp.* que empieza a florecer una vez alcanzando un diámetro de 2.5 cm. Del análisis realizado al carácter de agrupamiento referente a fruto, se obtuvo variabilidad en los tres caracteres evaluados (Número de frutos por planta, longitud y ancho), siendo la accesión Las Colonias, en la que presentaron mayor cantidad de frutos por planta, mientras que en la evaluación de la longitud y el ancho del fruto se encontró que los frutos de la accesión Las Colonias fueron los más pequeños. En las semillas también hubo variación, donde la accesión la Paloma se distinguió de las otras dos accesiones (El Cercado y Las Colonias) por presentar mayor cantidad de semillas por fruto, presentando estas una longitud y ancho de medio a grande.

Caracteres cualitativos (QN)

En cuanto a los caracteres Cualitativos (QL), se presentó en seis de las siete accesiones evaluadas variabilidad en la composición de las plantas. En la accesión de Cañada ancha todas las plantas de *A. retusus* fueron de composición de planta simple. La forma hemisférica en las plantas se vio representada por las accesiones El Cercado y Las Colonias, mientras que las plantas de la accesión La Paloma fueron de forma débilmente hemisféricas. Los tubérculos se vieron diferenciados por la presencia de una quilla, siendo las plantas de la accesión El Cercado, Cañón de las Bayas, La Paloma y Saucedá las que presentaron esa característica de forma homogénea en las plantas. En las últimas dos localidades mencionadas (La Paloma y Saucedá), así como en la accesión Las Colonias, se caracterizaron por presentar además tubérculos de textura ampollosa. La accesión de la localidad Saucedá, fue distinta a las otras accesiones evaluadas en cuanto a sus areolas, distinguiéndose por presentar las aréolas en la parte dorsal de los tubérculos al igual que la localidad La Paloma; sin embargo, las plantas de La Saucedá también se caracterizaron porque presentaron tubérculos con aréolas débilmente hundidas y con espinas de forma ascendente. Este carácter de distinción (espinas) también se presentó en la accesión del Cañón de la Bayas. Las plantas de las accesiones El Cercado y Cañada Ancha se distinguieron por presentar tubérculos con las aréolas en forma circular, mientras que las plantas de la accesión La Paloma se caracterizaron porque presentaron areolas de forma elíptica. En cuanto a las flores, las plantas del chaute de la mayoría de las accesiones (Cañada Ancha, Saucedá, Cañón de las Bayas y La Paloma) fueron de forma campanulada, siendo la accesión de la Paloma y El Cercado quien además se caracterizaron por presentar sus flores en el centro apical de las plantas. A diferencia de las plantas de las accesiones Las Colonias y Cañón de las Bayas quienes generaron yemas florales en los extremos apicales de las plantas. La forma de los tépalos en las flores de las localidades de el Cercado y Cruz de Elorza fueron similares, ya que en ambas localidades se presentaron los tépalos internos en forma oboval y los externos en forma espatulada, mientras que en las

flores de las accesiones la Paloma, Saucedá y Cañón de las Bayas presentaron únicamente tépalos internos de forma oboval. En las accesiones las Colonias y Cañada Ancha las flores estuvieron compuestas por tépalos externos de forma lineal. El análisis de los resultados del carácter de distinción en cuanto a la forma del ápice de los tépalos mostraron que las flores de las plantas de las accesiones la Paloma y Saucedá sobresalieron por presentar los tépalos internos con ápice redondeado y flores con tépalos externos con ápice mucronado, a diferencia de las accesiones El Cercado y Las Colonias que presentaron únicamente flores con los tépalos internos con ápice redondeado; mientras que, las flores de la accesión Cruz de Elorza únicamente presentaron tépalos externos con ápice mucronado. Con respecto al fruto, se encontró que la accesión La Paloma fue la que se distinguió por que los frutos no presentaron estrías en la superficie o piel del fruto, a diferencia de las otras dos accesiones (El Cercado y Las Colonias), que si lo presentaron. En el análisis de la semilla, fue la accesión Las Colonias quien mostró variabilidad, presentando semillas de textura granulosa cerosa y de dos tipos de formas: triangular y ovalada.

De este modo se muestra que existe variabilidad en los caracteres cualitativos evaluados, ya que en la caracterización y comparación de los caracteres individuales de las plantas de esta especie se encontraron cambios en la morfología como medio de identificación de las plantas, un trabajo similar lo realizaron Vázquez *et al.*, (2005), quienes evaluaron la morfología y anatomía de la zona florífera de *Cephalocereus senilis* con la finalidad de caracterizarla y compararla con la información disponible de otras especies. Villavicencio *et al.*, (2010), también menciona que ante el problema de la disminución paulatina de las poblaciones naturales de cactus, es importante actualizar la información de los recursos altamente susceptibles a la degradación genética a nivel de género y especie, monitoreando la variabilidad y diversidad genética de estos.

Caracteres pseudocualitativos (PQ)

En las variables pseudocualitativas también se obtuvieron diferencias morfológicas entre las plantas de las distintas accesiones evaluadas, tal es el caso de la accesión Cañada Ancha del Mpio. de Ramos Arizpe, que presentó únicamente plantas de color verde grisáceo en la evaluación del color en seco (clave 5GY), mientras que en la evaluación del color de las plantas en húmedo, fueron las localidades El Cercado del Mpio. de Saltillo y La Paloma del Mpio. de Ramos Arizpe Coah. las presentaron solamente plantas de color verde grisáceo (clave 5GY). En las plantas de la accesión El Cercado la característica distintiva fue el color de las espinas, las cuales presentaron en su mayoría un color café (clave 7/4 2.5Y). Las otras accesiones presentaron variabilidad de colores en sus espinas que van de un color crema (clave 8/4 2.5Y), hasta un amarillo (clave 8/4 2.5Y). En las flores, también se encontraron caracteres de distinción, entre las plantas de las 7 localidades evaluadas. Fueron las plantas de la accesión El Cercado, las que presentaron flores con estambres de color amarillo oscuro (clave FFCC33), mientras que en las flores de la accesión Las Colonias, se presentaron de color amarillo claro (clave FFFF33). Las plantas de la accesión Cañada Ancha, se caracterizaron por presentar únicamente flores color blanco con rosa pálido (claves FFFFFD y 7/6 10R), a diferencia de la accesión Saucedá, que se caracterizó por presentar flores totalmente de color blanco, aunque en distinta tonalidad los tépalos internos de los externos (claves FFFFFD y FFFFFE). La coloración de las flores de acuerdo con Ríha y Subik (1991), se da por la presencia de un pigmento rojo, la betalaína (fitocianina), característica de la familia Cactaceae que da un color malva violáceo a las flores, siendo llamativo para los polinizadores. De estos caracteres pseudocualitativos antes mencionados los resultados obtenidos, si mostraron diferencias entre los caracteres morfológicos; sin embargo, en la evaluación del carácter referente al color del pistilo de las flores, no se encontraron diferencias, es decir, el color del pistilo se mostró blanco (clave FFFFFE), en las flores colectadas de todas las accesiones evaluadas. La accesión El Cercado mostró diferencias en cuanto al fruto, siendo estos de color

“Bronceado 3” (clave CD853F) de acuerdo con la carta de colores webusable.com y con respecto a las semillas fue la accesión La Paloma quien presentó únicamente semillas con tintes de color “marrón 4” (clave 8B2323) de acuerdo con la tabla de colores webusable.com.

El estudio de la variabilidad en el *A. retusus*, así como en otras, tal es el caso de la diversidad de Dalias realizado por Mera *et al.* (2008) y muchas otras especies con la finalidad de rescatarlas como un recurso fitogenético ornamental o de otra índole, requiere de cierto proceso para que pueda cumplir con los criterios de DHE, este proceso no es fácil lograrlo, ya que muchas de las características deseadas, dependen de la interacción de un enorme número de genes, sobre los cuales se sabe muy poco. También es un proceso largo, ya que el fitomejorador ha de examinar un enorme número de ejemplares en diferentes épocas del año y diversas condiciones de cultivo, lo que en esta especie es lento por su lento crecimiento (UPOV, 2006). Por ello se realizó la siguiente tabla con algunas especificaciones las cuales se encuentran incluidas en la guía técnica de la especie *Ariocarpus retusus*, en la Sección II (Descriptorios de especies de dominio público), con el título de Leyenda, en el punto 2.6.6.

1(*)QN	Planta: (1) Altura Indique valor promedio ___ cm	Chica ≤ 5 cm	3 ()
		Mediana 5-10 cm	5 ()
		Grande ≥ 10 cm	7 ()
2(*)QN	Planta: (2) Diámetro Indique valor promedio ___ cm	Chico ≤ 8 cm	3 ()
		Mediano 8-14 cm	5 ()
		Grande ≥ 14 cm	7 ()
3(*)QL	Planta: (3) Tipo de crecimiento	Simple	1 ()
		Cespitoso	2 ()
4(*)QL	Planta: (4) Forma	Coroniforme y débilmente hemisférico	1 ()
		Coroniforme y hemisférico	2 ()
5(*)PQ	Planta: (5) Color seco	Verde azulado (7.5GY)	1 ()
		Verde grisáceo (5GY)	2 ()
		Verde amarillento (2.5GY)	3 ()
6(*)PQ	Planta: (6) Color húmedo	Verde azulado (7.5GY)	1 ()
		Verde grisáceo (5GY)	2 ()
		Verde amarillento (2.5GY)	3 ()

7(*)QN	Tubérculos: (1) Número/planta	Pocos 15 a 20	3 ()
		Medios 21 a 43	5 ()
		Muchos 44 a 60	7 ()
8(*)QN	Tubérculos: (2) Longitud Indique valor promedio ____ mm	Corta \leq 1.5 cm	3 ()
		Mediana 1.5 - 4 cm	5 ()
		Larga \geq 4 cm	7 ()
9(*)QN	Tubérculos: (3) Ancho de la base Indique valor promedio ____ mm	Chica \leq 1.5 cm	3 ()
		Media 1.5 - 2.6 cm	5 ()
		Larga \geq 2.6 cm	7 ()
10(*)QL	Tubérculos: (4) Formación de los Tubérculos	Con quilla parte ventral	1 ()
		Sin quilla	2 ()
11(*)QL	Tubérculos: (5) Textura	Ampollado	1 ()
		Liso	2 ()
12(*)QL	Tubérculos: (6) Forma del ápice	Mucronado	1 ()
		Atenuado	2 ()
		Agudo	3 ()
13(*)QN	Areolas: (1) Tamaño Indique valor promedio ____ mm	Chica \leq 2.5 mm	3 ()
		Media 2.5 - 3.6 mm	5 ()
		Larga \geq 3.6 mm	7 ()
14(*)QL	Areolas: (2) Posición en cuanto al tubérculo	Ápice del tubérculo	1 ()
		Área subterminal del tubérculo	2 ()
15(*)QL	Areolas: (3) Forma	Circular	1 ()
		Elíptica	2 ()
		Trulada	3 ()
16(*)QL	Areolas: (4) Presentación de la areola	Hundida	1 ()
		Débilmente hundida	2 ()
		No hundida	3 ()
17(*)QN	Espinass: (1) Número/areola	Pocas \leq 3	3 ()
		Medias 4 a 9	5 ()
		Muchass \geq 10	7 ()
18 QL	Espinass: (2) Ángulo	Ascendente	1 ()
		Recto	2 ()
19(*)PQ	Espinass: (3) Color	Café (clave 7/4 2.5Y)	1 ()
		Crema (clave 8/2 5Y)	2 ()
		Amarillo (clave 8/6 2.5Y)	3 ()
20(*)QN	Flor: (1) Número/planta	Pocas 1	3 ()
		Regular 2	5 ()
		Muchass \geq 3	7 ()
21(*)QN	Flor: (2) Longitud Indique valor promedio ____ cm	Corta \leq 3.5 cm	3 ()
		Mediana 3.5 - 5 cm	5 ()
		Larga \geq 5 cm	7 ()

22(*)QN	Flor: (3) Diámetro Indique valor promedio ____ cm	Chica \leq 5 cm	3 ()
		Media 5 - 8 cm	5 ()
		Larga \geq 8 cm	7 ()
23(*)QN	Flor: (4) Número de tépalos internos	Pocos \leq 15	3 ()
		Medios 16 a 22	5 ()
		Muchos \geq 23	7 ()
24(*)QN	Flor: (5) Número de tépalos externos	Pocos \leq 10	3 ()
		Medios 11 a 16	5 ()
		Muchos \geq 17	7 ()
25(*)QN	Flor: (6) Número de lóbulos en el estigma	Pocos \leq 7	3 ()
		Medios 8 a 11	5 ()
		Muchos \geq 12	7 ()
26 QN	Flor: (7) Longitud del gineceo Indique valor promedio ____ mm	Corta \leq 17 mm	3 ()
		Mediana 17 - 29 mm	5 ()
		Larga \geq 29 mm	7 ()
27(*)QN	Flor: (8) Número de estambres	Pocos \leq 100	3 ()
		Medios 101 a 150	5 ()
		Muchos \geq 151	7 ()
28(*)QL	Flor: (9) Forma	Campanulada	1 ()
		Infundibuliforme	2 ()
29(*)QL	Flor: (10) Posición en cuanto a la planta	Centro apical	1 ()
		Extremo apical	2 ()
30(*)QL	Flor: (11) Forma de los tépalos internos	Obovado	1 ()
		Oblanceolado	2 ()
31(*)QL	Flor: (12) Forma de los tépalos externos	Espatulado	1 ()
		Oblongo	2 ()
32(*)QL	Flor: (13) Forma del ápice en tépalos internos	Redondeado	1 ()
		Acuminado	2 ()
33(*)QL	Flor: (14) Forma del ápice en tépalos externos	Redondeado	1 ()
		Acuminado	2 ()
34(*)PQ	Flor: (15) Color del perianto (Tépalos internos y externos)	¹ Blanco-blanco ²	1 ()
		¹ Blanco con rosa pálido ³	2 ()
		¹ Blanco con solferino ⁴	3 ()
35(*)PQ	Flor: (16) Color de los tépalos internos	Velo de boda ¹ (clave FFFFFD)	1 ()
36(*)PQ	Flor: (17) Color de los tépalos externos	Blanco plantación ² (clave FFFFFE)	1 ()
		Rosa pálido ³ (clave 7/6 10R)	2 ()
		Solferino ⁴ (clave 6/6 5RP)	3 ()
37 PQ	Flor: (18) Color del gineceo	Blanco plantación ² (clave FFFFFE)	1 ()

38(*)PQ	Flor: (19) Color de las anteras	Amarillo oscuro (clave FFCC33)	1 ()
		Amarillo claro (clave FFFF33)	2 ()
39 QN	Fruto: (1) Número/planta	Pocos 1	3 ()
		Regular 2 a 3	5 ()
		Muchos \geq 4	7 ()
40(*)QN	Fruto: (2) Largo Indique valor promedio ____ mm	Corta \leq 18 mm	3 ()
		Mediana 18 - 26 mm	5 ()
		Larga \geq 26 mm	7 ()
41(*)QN	Fruto: (3) Ancho Indique valor promedio ____ mm	Chica \leq 7 mm	3 ()
		Media 7 - 11 mm	5 ()
		Larga \geq 11 mm	7 ()
42 QL	Fruto: (4) Forma	Claviforme	1 ()
43(*)QL	Fruto: (5) Superficie del fruto	Estriada	1 ()
		No Estriada	2 ()
44(*)QL	Fruto: (6) Tipo de dehiscencia	Dehiscente	1 ()
45(*)QL	Fruto: (7) Restos del perianto	Presentes	1 ()
46(*)PQ	Fruto: (8) Color	Bronceado 3 (clave CD853F)	1 ()
		Bronceado 4 (clave 8B5A2B)	2 ()
47(*)QN	Semillas: (1) Número/fruto	Pocas \leq 50	3 ()
		Medias 51 a 80	5 ()
		Muchas \geq 81	7 ()
48(*)QN	Semillas: (2) Largo Indique valor promedio ____ mm	Corta \leq 1.4 mm	3 ()
		Mediana 1.4 - 1.7 mm	5 ()
		Larga \geq 1.7 mm	7 ()
49(*)QN	Semillas: (3) Ancho Indique valor promedio ____ mm	Chica \leq 1.10 mm	3 ()
		Media 1.10 - 1.31 mm	5 ()
		Larga \geq 1.31 mm	7 ()
50(*)QL	Semillas: (4) Forma	Ovada	1 ()
		Deltada	2 ()
		Circular	3 ()
51(*)QL	Semillas: (5) Textura	Granulosa	1 ()
		Granulosa cerosa	2 ()
52(*)PQ	Semillas: (6) Color de la testa	Gris sgi 20 (clave 333333)	1 ()
		Marrón 4 (clave 8B2323)	2 ()

8. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos de la caracterización de *Ariocarpus retusus* concluyen que la variación morfológica de esta especie conocida si se presenta en poblaciones de plantas colectadas en distinta localidad.

La variabilidad morfológica entre las plantas de los distintos sitios se debe a muchos factores principalmente a la variedad topográfica, climática, edáfica y diversidad de comunidades vegetales, en donde este tipo de cactáceas presentan un restringido patrón de distribución.

La descripción realizada a la especie *Ariocarpus retusus* a través de la caracterización morfológica en colecciones *ex situ* como jardines botánicos, permite una mejor observación y descripción de la especie.

De la variabilidad morfológica encontrada se definieron 52 caracteres de distinción dispuestos en cinco niveles de agrupamiento (1.Planta, 2.Tuberculos, 3.Areolas, 4.Espinas, 5.Flor), obteniendo al final variables individuales, conjuntadas en distinto nivel de expresión de acuerdo a sus expresiones fenotípicas y en base a lo establecido por la UPOV. La evaluación de los caracteres que se definieron, se analizaron en un formato de caracterización realizado en Excel 2007, en los que se subdividieron de forma cuantitativa (QN), cualitativa (QL) y pseudocualitativa (PQ), con base a lo dispuesto en los documentos de referencia de la UPOV, permitiendo establecer las directrices del examen DHE para una descripción más armonizada de las variedades de uso común y los caracteres de distinción que tienen que ser considerados en la elaboración del manual grafico y guía técnica respectiva.

La caracterización morfológica del chaute *Ariocarpus retusus*, establece las bases para que esta especie conocida pueda ser considerada en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales (CNVV) con el fin de conservar este recurso fitogenético de México.

9. GLOSARIO BOTÁNICO (Moreno y Escamilla, 1984)

Abaxial, ventral (abaxial, ventral). Referente a la superficie o lado más alejado del eje principal u orientado hacia la base; el envés. Ver envés.

Agudo (acute). Con márgenes rectos o convexos que terminan en ángulo de 45-90 grados.

Ampollado (bullate ampollado localmente convexo).

Androceo (androecium). Conjunto de los órganos masculinos de la flor; los estambres.

Angulado (angled). Angular, anguloso

Antera (anther). Porción del estambre que produce el polen; sitio de los microsporangios. (Ver androceo)

Apical, terminal (apical, terminal). Con la región de crecimiento localizado en el ápice de la estructura.

Ápice (ápex). La punta o extremo de una hoja o folíolo (el termino puede aplicarse a otros órganos).

Aréola (areole). Estructura de las cactáceas que corresponde a una yema axilar: frecuentemente da origen a varios tipos de espinas. En cactáceas dícese de los pequeños lugares en que se desarrollan lana, fieltro, cerdas, espinas, flores y otros tallos. Se puede considerar como las yemas axilares del tallo de las cactáceas.

Atenuado (a) (attenuate). Con márgenes rectos o cóncavos que forman un ángulo menor de 45 grados. Adelgazado, dícese de la forma de ciertos órganos, como los segmentos del perianto que adelgazan paulatinamente hacia la extremidad

Ascendente (ascending, assurgent). Dirigido hacia el ápice de la estructura de referencia con un ángulo de divergencia entre 16 y 45 grados.

Campanulado (a), campaniforme, acampanado (a) (campanulate, campaniform). En forma de campana; corola gamopétala con el tubo amplio aproximadamente de la misma longitud que el limbo, también amplio.

Carinado (a) (carinate, keeled). Con quilla. (Ver quilla)

Cespiteo (cespitate). Que forma una mata aglomerada, como el césped.

Circular, orbicular (circular, orbicular). De forma redonda.

Clavado (a), Claviforme (clavate, claviform). En forma de clavo, con la base prolongada gradualmente hacia el extremo superior redondeado.

Coroniforme (coroniform). En forma de corona.

Dehiscencia (dehiscence). El momento de abrirse un órgano para la dispersión de su contenido.

Deltoide (deltoid). Forma en la cual todos los costados tienen forma de triángulo equilátero.

Elíptico (a) (elliptic, elliptical). En forma de elipse; redondeado o curvado y más ancho en la parte central de la estructura.

Endémico (endemic) confinado un estado o región geográfica; por ejemplo al Desierto Chihuahuense; **endemism** endemismo restringido geográficamente.

Envés (under surface). La superficie inferior o abaxial de la lámina.

Epidermis. Tejido que cubre el cuerpo de la planta y que lo protege principalmente contra la pérdida de agua. La membrana externa está a menudo más engrosada y revestida de algunas sustancias para dar mayor protección a la planta.

Espatulado (a) (spatulate, spathulate). En forma de espátula. Dícese de las escamas o segmentos del perianto con ápice ancho y redondeado y que gradualmente se angostan hacia la base.

Espina (spine). Prominencia larga, endurecida y puntiaguda, que generalmente incluye tejidos secundarios además de epidérmicos.

Estambre (stamen). El esporofilo masculino; consta de la antera y el filamento. (Ver androceo)

Estigma (stigma). Porción apical del pistilo y que recibe el polen. (Ver ovario)

Estilo (style). Parte superior prolongada del ovario que remata en uno o varios estigmas. (Ver ovario).

Estriado (a) lineado (a) (striate, lineate, lineolate). Con rayas angostas longitudinales.

Flor (flower, blossom). Estructura reproductiva de las angiospermas; consiste por lo menos de un carpelo y/o un estambre que frecuentemente están rodeados por hojas modificadas (perianto).

Globoso (a), globular, capitiforme (globoso, globular, capitiform). De forma más o menos esférica, como una cabeza.

Granuloso (a), (granular). Con pequeños granos.

Indehiscente (indehiscent). Que no abre espontáneamente al madurarse.

Infundibuliforme (infundibuliform, funnel-Shaped). En forma de embudo.

Lóbulo, lobo (lobe). Una de dos o más divisiones redondeadas, que corresponde generalmente a los diferentes carpelos en un ovario sincárpico; a veces se utiliza el término lóbulo como diminutivo de lobo.

Mucronado (a) (mucronate). Que termina abruptamente en una proyección corta, rígida y aguda (mucrón), formada por una extensión del nervio medio.

Oblanceolado (oblanceolate). De forma lanceolada invertida (el ápice más ancho que la base).

Oblongo (oblong). Más largo que ancho, de forma más o menos rectangular.

Obovado (obovate). En forma de huevo, con el ápice más amplio que la base.

Ovado. Figura plan en forma de la sección longitudinal de un huevo, colocado de manera que su parte más ancha corresponde a la inferior del órgano. Se dice de los órganos laminares, como hojas, escamas, segmentos del perianto, etcétera.

Ovario (ovary). Porción del carpelo o pistilo que produce los óvulos.

Ovoide. Dícese de las plantas o sus órganos que tienen forma de huevo, siendo la parte basal la más ancha.

Perianto. Envoltura floral compuesta por los sépalos y los pétalos- Usado especialmente en las cactáceas en donde esas piezas florales no pueden distinguirse unas de otras debido a su disposición en una serie helicoidal, por lo que a estas piezas se les llama tépalos.

Pistilo (pistil). Unidad del gineceo compuesta del ovario, el estilo y el estigma; puede ser simple (de un solo carpelo) o compuesto (de dos o más carpelos unidos). (Ver flor)

Pubescente. Dícese de cualquier órgano vegetal cubierto de pelo fino y suave.

Quilla (keel). Un borde prominente longitudinal, de forma análoga a una quilla de un barco.

Semilla (seed). Ovulo maduro.

Suculento. Se dice de los tallos, hojas, etc., o de toda la planta, cuando son crasos, es decir muy carnosos, gruesos y llenos de jugo, como los de las cactáceas.

Tépalo (tepala). Antófilo del perigonio. Se usa este término para designar a cada uno de los elementos foliáceos de la flor cuando éstos no están diferenciados en sépalos y pétalos, como sucede en las cactáceas. En las cactáceas es frecuente designarlos como segmentos del perianto.

Testa, espermodermis, espermoderma (testa, seed coat). Capa exterior de la semilla.

Trulado (a) (trullate, trulliform). En forma de prisma, con los costados superiores más largos que los inferiores.

Tubérculo (tubercle). Prominencia redondeada, nodular. Tallo engrosado subterráneo o aéreo, rico en sustancias de reserva.

Xerófilo, xerófita (xerophilous). Que crece en lugares áridos.

Yema. Rudimento de un vástago que se forma habitualmente en la axila de las hojas y suele estar protegido por una serie de escamitas (catafilos). Este tipo de yema es axilar para diferenciarlo de la yema terminal del tallo.

8. LITERATURA CITADA

- Aboites M., G. y F. Martínez G. 2005. La propiedad intelectual de variedades vegetales en México. Revista Agrociencia. Colegio de Postgraduados. Texcoco, México. 39(2):237-245
- AGEXPRONT. 2001. Primer Encuentro Nacional de la Diversificación Agrícola. Asociación de Exportadores de Productos No Tradicionales-AGEXPRONT Capítulos Nuevos, productos agrícolas con potencial hacia los mercados. Categoría B: Cactáceas. Guatemala. pp. 258-272.
- Alanís F., G. J. y C. G. Velazco M. 2008. Importancia de las cactáceas como Recurso Natural en el Noreste de México. Ciencia UANL. México. 6(1): 5-11
- Amador, D. 2001. Técnicas de Cultivo de Tejidos Vegetales (Manejo y mejoramiento de plantas). Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Agronomía. Guatemala. 32 p.
- Anderson, E. F. 2001. The Cactus Family. Timber Press, Portland, Oregon. 776 p.
- Anderson, M. y T. Hewitt. 1999. The world Encyclopedia of Cacti & Succulents. Hermes House. Londres. 256 p.
- Arredondo G., A., M. Sotomayor J., F. Sánchez B. R. y M. Martínez M. 2001. Cactáceas Amenazadas de extinción en el Estado de San Luis Potosí. Publicación especial No. 4 INIFAP. Campo Experimental Palma de la Cruz. San Luis Potosí, México.
- Arredondo G., A. 2009. Estándares de calidad requeridos en la producción de cactáceas ornamentales. Campo Experimental Palma de la Cruz CIRNE-INIFAP Folleto para productores No 47. San Luis Potosí, México. 24p.
- Ballester, O., José F. 1978. Los cactus y las otras plantas suculentas. Floraprint. España. 145 p.
- Bárcenas, L., T. R. 2003. Chihuahuan Desert cacti in Mexico: an assesment of trade, management, and conservation priorities, en: Prickly trade: trade and conservation of Chihuahuan Desert cacti. C. S. Robbins. Washington D. C.

- TRAFFIC North America, II:1-65. Comercio de cactáceas mexicanas y perspectivas para su conservación.
- Bárceñas, L., T. R. 2006. Comercio de cactáceas mexicanas y perspectivas para su conservación. In: Biodiversitas 68: Certificación de cactáceas mexicanas amenazadas en apoyo a la conservación de cactáceas desérticas. 11-15 pp.
- Batis, A., y M. Rojas. 2002. El peyote y otros cactus alucinógenos de México. CONABIO. Biodiversitas 40: 12-17
- Bell, Shirley-Anne. 2003. Cultivar cactus y otras suculentas en interiores y en invernaderos. Editorial El Drac. Madrid, España. 167 p.
- Biodiversity Internacional, FAO, FLD. 2007. Conservación y manejo de recursos genéticos forestales. Vol. 1: visión general, conceptos y algunos métodos sistemáticos. Instituto Nacional de Recursos Fitogenéticos. Roma, Italia. 110 p.
- Bravo-Hollis, Helia. 1978. Las Cactáceas de México. Segunda Edición. México. Universidad Autónoma de México, UNAM. Dirección General de Publicaciones. Vol. 1. 743 p.
- Bravo-Hollis, H. y R. Sánchez-Mejorada. 1991. Las cactáceas de México. Universidad Autónoma de México, UNAM. Dirección general de Publicaciones. Ciudad de México. Vol. II pp. 85-101.
- Bravo-Hollis, H. y L. Scheinvar. 1995. El Interesante Mundo de las Cactáceas. México. Fondo de Cultura Económica. 233 p.
- Brevia, H., A. Resines. 2000. Cactus y otras plantas crasas: Identificación y cultivo. Susaeta Ediciones S.A. Madrid, España. 128 p.
- Castañeda, C. y Vargas, H. A. 1996. Vida en la zona semiárida de Guatemala. Guatemala. Cuadernos Chac. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Agronomía. 36 p.
- CATIE (Centro Agrónomo Tropical de Investigación y Enseñanza). 1979. Los recursos genéticos de las plantas cultivadas de América Central. Programa de Recursos Genéticos CATIE/GTZ. Turrialba, Costa Rica. 32 p.

- Chable, F. 2010. Cactáceas de México, en peligro de extinción. Infoweb site Cactáceas en Peligro y Mas | Cactus de México. 5 p.
- CITES. 1990. Apéndices I y II and III to the Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora. U.S. Fish and Wildlife Service U.S. Department of the Interior. Washington, D. C. 25 pp.
- CITES Resolution Conference 9.19. 1994. Guidelines for the registration of nurseries exporting artificially propagated specimens of Appendix I species, adopted by the Ninth Meeting of the Conference of Parties to the Convention on International Trade in Endangered Species, Fort Lauderdale, FL.
- CNVV (Catálogo Nacional de Variedades Vegetales). 2008. Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS). ISSN 1870-607X 28 p.
- CONABIO. 1997. Suculentas Mexicanas. Cactáceas. México. CVS Publicaciones S.A. México. 143 p.
- CONABIO, 1998. La diversidad biológica de México: Estudio de País, 1998. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 157-288.
- CONABIO, 2000. Estrategia nacional sobre biodiversidad de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. 104 pp.
- CONABIO. 2006. Capital natural y bienestar social. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 71 pp.
- CONABIO-REMIB. 2009. Acceso a las bases de datos de los nodos de la Red Mundial de Información sobre Biodiversidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Disponible en línea: http://www.conabio.gob.mx/remib/doctos/remib_esp.html (Fechas de Consulta: 30 y 31 de marzo, 1, 2 y 6 de abril de 2009).
- CRGAA (Comisión de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura). 2011. Segundo informe del estado de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura en el mundo. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). ISBN978-92-5-306534-9. Roma, Italia 372p.

- Durán, P. 2006. Manual de cultivo de cactus: *Astrophytum*. Neocultivos.com especies exóticas. Copyright-neocultivos. 7 p. En línea en:
http://www.neocultivos.com/pdf/Manual_Cultivo_Cactus_Astrophytum_neocultivos.pdf
- Estrella J.; R. Manosalvas; J. Mariaca y M. Ribadeneira. 2005. Biodiversidad y Recursos Genéticos: Una guía para su uso y acceso en el Ecuador. Ecociencia. INIAP MAE y Abya Yala. Quito Ecuador. 116 p.
- Fitz, Maurice, B. and Fitz, Maurice, W. 2009. *Ariocarpus retusus*. En: UICN 2012. Lista Roja de la UICN de Especies Amenazadas. Versión 2012.1.
- Flores, J. y E. Jurado. 2009. Efecto de la densidad de semillas en la germinación de *Isolatocereus dumortieri* y *Myrtillocactus geometrizans*, cactáceas columnares endémicas de México. Revista Mexicana de Biodiversidad 80:141- 144.
- Gold, K., P. León-Lobos y M. Way. 2004. Manual de recolección de semillas de plantas silvestres para conservación a largo plazo y restauración ecológica. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Intihuasi, La Serena, Chile. Boletín INIA No. 110, 62 p.
- González, M., F. 2004. Las comunidades Vegetales de México. Instituto Nacional de Ecología. Vol.1. 82 p.
- Guzmán, U., A. Arias y P. Dávila. 2007. Catálogo de cactáceas mexicanas. UNAM., CONABIO. ISBN 970-9000-20-9. México, D. F. 315 p.
- Hernández, A. y H. Godínez.1994. Contribución al conocimiento de las cactáceas Mexicanas Amenazadas. Acta Botánica Mexicana. 26:33-52.
- Hernández, G., Olivia. 2007. Estudio comparativo en la Ecofisiología de cactáceas columnares (Tribu: Pachycereeae). Tesis (Doctorado). Xalapa Veracruz, México. 68 p.
- Holdrige, L. R. 1967. Life zone ecology. Rev. Ed. San José, Costa Rica: Tropical Science Center.
Disponible en línea en: <http://www.sequia.edu.mx/articulos/hge-01.html>

- Hunt, D. 2006. The New Cactus Lexicon. Descriptions & Illustrations of The Cactus Family. Compiles and edited by members of the International Cactaceae Systematic Group. England. Editorial. 899 p.
- Islas López, V. Hugo. 2008. Crecimiento de plántulas de biznaga (*Echinocactus grusonii* Hildman) con diferentes sustratos y soluciones nutritivas. Tesis (Ingeniería). Universidad Autónoma del Edo. De Hidalgo, Instituto de Ciencias agropecuarias y Área Académica de Ingeniería Forestal. Tulancingo de Bravo, Hidalgo. 52 p.
- Jarvis D., I., L. Myer, H. Klemick, L. Guarino, M. Smale, A.H.D. Brown, M. Sadiki, B. Sthapit y T. Hodgkin. 2006. Guía de capacitación para la conservación *in situ* en fincas. Versión 1. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI). Roma, Italia. 189 pp.
- Jiménez S., C. 2011. Las cactáceas mexicanas y los riesgos que enfrentan. Revista Digital Universitaria 12(1):3-23.
- Kunte, Libor y Rudolf Subik, 2004. La Enciclopedia de los cactus. Editorial LIBSA. Alcobendas, Madrid. 288 p.
- Lépiz I., R. y E. Rodríguez G. 2006. Los Recursos Fitogenéticos de México. Recursos Fitogenéticos de México para la Alimentación y la Agricultura: Informe Nacional 2006. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación y Sociedad Mexicana de Fitogenética, A.C. Chapingo, México. 172p.
- Loza-Cornejo, S., T. Terrazas. 2003. Epidermal and hypodermal characteristics in North American Cactoideae (Cactaceae). Journal Plant Research 116:27-35.
- McNeely, J., A. and S. J. Scherr. 2003. Ecoagriculture: Strategies To Feed The World And Save Wild Biodiversity. Ed. Island Press. U.S.A. 352 p.
- Mera, Luz M., J.M. Mejía M., R. A. Bye B., A. Laguna C., A. Espinoza F., G. Treviño. 2008. Diversidad de Dalias Cultivadas. SAGARPA-SNICS talleres Grafimp. Tlalnepantla México. 49 p.

- Moreno, Nancy y Manuel Escamilla. 1984. Glosario Botánico Ilustrado. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos. Editorial Continental, S.A.de C.V. México. 300 p.
- Munsell color charts for plant tissues. 1977. Munsell color. Gretagmacbeth. New York, USA.
- Nessmann, Jean-Daniel. 1994. Guía para el cuidado de los cactus y plantas crasas. Susaeta Ediciones S.A. 153 p.
- Nobel, P. S. 1998. Los Incomparables Agaves y Cactus. Ed. Trillas. México. 211 p.
- Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Diario Oficial, Segunda Sección, SEMARNAT. 85 p.
- Ordóñez M., M. A. 2003. Propagación *in vitro* de *Mammillaria voburnensis* Scheer. (Cactaceae). Informe de Tesis para optar al Título de Bióloga. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Escuela de Biología. Guatemala. 69 p.
- Oviedo R., M. del R. 2003. Mantenimiento y propagación de cactáceas y crasuláceas para su conservación en el jardín botánico IB-UNAM. Reporte final del Proyecto de Propagación de Cactáceas y Crasuláceas raras, amenazadas y en peligro de extinción (B.040.02). Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa. Ciudad de México. 40 p.
- Paniagua, G. H. 1980. Contribución al estudio de las cactáceas del departamento de El Progreso, Guatemala. Guatemala. 146 p. Tesis de Licenciada en Biología. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Escuela de Biología.
- Prance G., M. Nesbitt. 2005. The Cultural History of Plants. Ed. Routledge N.Y. 452 p.
- Quintana, A., R. Freyre, T. M. Davis, R. J. Griesbach. 2008. Genetic studies of flower color in *Anagallis monelli* L. HortScience 43(6):1680-1685.

- Reyes S., J. 2012. Conservación y restauración de Cactáceas y otras plantas suculentas Mexicanas. Manual Práctico. Comisión Nacional Forestal. Zapopan, Jalisco. 108 p.
- Ríha, J. y R. Subik. 1991. Enciclopedia de los Cactus. Susaeta. Spektrum, Brno. Checoslovaquia. 350 p.
- Robbins, Christopher S., ed. 2003. Comercio Espinoso: Comercio y conservación de cactus en el Desierto Chihuahuense, por Christopher S. Robbins y Rolando Tenoch Bárcenas Luna. Washington D.C.: Fondo Mundial para la Naturaleza. 123 p.
- Rzedowski, J., 2006. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 1ra. Edición digital. México 505 p.
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2005. Hacia una nueva Sociedad Rural. Colección Editorial del Gobierno del Cambio. Primera edición ISBN 968-16-7774-9. 294 p.
- SEMARNAT. 2010. NORMA Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2010. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Anexo Normativo II. En línea en: http://www.ine.gob.mx/eajei/publicacionesnormas/rec_nat/no_059a2g.html (Consultado Marzo 2011).
- SNICS (Sistema Nacional de Inspección y Certificación de Semillas), 2001. Solicitudes de título de obtentor. México página web www.sagar.gob.mx/snics
- Tamayo, J. L. 1962. Geografía General de México. Inst. Mex. Invest. Econ. Disponible en línea en: <http://www.sequia.edu.mx/articulos/hge-01.html> (Fecha consulta marzo, 2009).
- Thornthwaite, C. W. 1931. The climates of North America according to a new classification. Geogr. Rev. 21: 633-655 Disponible en línea en: <http://www.sequia.edu.mx/articulos/hge-01.html> (Fecha de consulta marzo 2009).
- UPOV (Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales). 2002. Documento TG/1/3 "Introducción General al examen de la Distinción, la

Homogeneidad y la Estabilidad y a la elaboración de descripciones armonizadas de las Obtenciones vegetales”. Ginebra, Suiza. 28 p.

UPOV (Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales). 2006.

Los derechos del obtentor según el Convenio de la UPOV. En: Modulo 1 Naturaleza del fitomejoramiento y necesidad de los derechos del obtentor. Ginebra, Suiza. 9 p.

UPOV (Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales).

2008a. Documento TGP/4 “Constitución y mantenimiento de las colecciones de variedades”. Ginebra, Suiza. 14 p.

UPOV (Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales).

2008b. Documento TGP/9 “Examen de la Distinción”. Ginebra, Suiza. 38 p.

UPOV (Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales).

2009a. Documento TGP/13/1 “Orientaciones para nuevos tipos y especies”. Ginebra, Suiza. 14 p.

UPOV (Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales).

2009b. Los derechos del obtentor según el Convenio de la UPOV. En: Modulo 2 Materia susceptible de protección y derecho a la protección. Ginebra, Suiza. 20 p.

UPOV (Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales).

2009c. Los derechos del obtentor según el Convenio de la UPOV. En: Modulo 3 Condiciones de la Protección. Ginebra, Suiza. 10 p.

UPOV (Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales).

2009d. Los derechos del obtentor según el Convenio de la UPOV. En: Modulo 5 Evaluación de la distinción, la homogeneidad y la estabilidad (DHE). Ginebra, Suiza. 23 p.

UPOV (Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales). 2010.

TGP/14 “Glosario de términos utilizados en los documentos de la UPOV”. Ginebra, Suiza. 107 p.

UPOV (Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales). 2011.

TGP/7 “Elaboración de las Directrices de Examen”. Ginebra, Suiza. 98 p.

- UPOV (Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales). 2013. Documento CAJ/67/12 "Revisión del documento TGP/14: Sección 2: Términos Botánicos, Subsección 3: Color". Ginebra, Suiza. 51 p.
- Valle Rodríguez, Santiago. 2006. Las Áreas Naturales Protegidas en México. Un ejemplo de propuesta de gestión de una Área Protegida y plan de manejo en "La Sierra de Monte Escobedo" (Zacatecas, México). Tesis Doctoral. Programa de Doctorado en Ciencias Ambientales. Universidad Autónoma de Barcelona. Bellaterra, Barcelona. 233 p.
- Vázquez, S., M., T. Terrazas, S. Arias. 2005. Morfología y anatomía del cefalio de *Cephalocereus senilis* (Cactaceae). Anales del Jardín Botánico de Madrid. 62(2):153-161.
- Villavicencio G., E. E., J. J. López G., O. U. Martínez B. y G. García P. 2006. Distribución digitalizada y características ecológicas del género *Ariocarpus* spp. en Coahuila. Campo Experimental Saltillo. INIFAP-CIRNE. Publicación Especial Núm. 8. Coahuila, México. 53 p.
- Villavicencio G., E. E., A. Arredondo G., M. A. Carranza P., O. Mares A., S. Comparan S., A. González C. 2010. Cactáceas ornamentales del Desierto Chihuahuense que se distribuyen en Coahuila, San Luis Potosí y Nuevo León, México. Libro técnico No. 2 ISBN: 978-607-425-473-0 Campo Experimental Saltillo CIRNE-INIFAP. Saltillo Coahuila, México. 345 p.
- Villavicencio G., E., Alberto Arredondo Gómez, Isidro H. Almeyda León, Miguel A. Carranza Pérez, Sofía Comparan Sánchez. 2011. Colecta, caracterización y producción de cactáceas ornamentales. Informe en Extenso. Sistema Nacional de Recursos Filogenéticos para la Alimentación y la Agricultura. 101p.
- WWF (The World Wildlife Fund). 2005. Cosecha y comercio ilegal de cactus, amenazas crecientes para el Desierto Chihuahuense. TRAFFIC Boletín de prensa. Chihuahua, México.
- WWF (The World Wildlife Fund). 2012. Programa México: Desierto Chihuahuense. Disponible en línea en: http://www.wwf.org.mx/wwfmex/prog_desierto.php