

Evaluación morfométrica en frutos y semillas de tres especies de Cactaceae en la zona xerófila del estado Mérida, Venezuela

Morphometric analysis of three cacti species from an arid zone of Merida state, Venezuela

JOSÉ ARMANDO RONDÓN R.,
MARINO TREJO
y ROLANDO PULIDO

Universidad de los Andes, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales,
Departamento de Botánica, Laboratorio de Fisiología Vegetal, Mérida,
Venezuela, correo electrónico: armandor@ula.ve

Recibido: 01-04-13 / Aceptado: 25-06-13

Resumen

En este trabajo se evaluaron las características morfométricas de frutos y semillas de tres especies de Cactaceae autóctonas de la zona xerófila del estado Mérida, Venezuela. Las muestras de frutos y semillas de cinco individuos de *Pilosocereus tillianus*, *Stenocereus griseus* y *Subpilocereus repandus*, colectados en cuatro localidades, fueron estudiadas en el laboratorio de Fisiología Vegetal de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales y se determinaron las características de color y forma siguiendo la metodología establecida por Bravato (1974). Los resultados indican que los frutos de *S. repandus*, presentó las mayores dimensiones en tamaño con 6,01 cm de largo, seguido por *S. griseus* con 4,08 cm y *P. tillianus* con 2,82 cm. El contenido de humedad de los frutos fue ligeramente superior en *P. tillianus* con 81,74 por ciento, seguido por *S. repandus* con 67,10 por ciento y *S. griseus* con 63,32 por ciento. Respecto al peso promedio de los frutos se encontró que *S. repandus* presentó en mayor peso con 30,37 g, seguido por *S. griseus* con 26,67 g y *P. tillianus* con 25,53. El mayor número de frutos por kg correspondió a *P. tillianus* con 39, seguido por *S. griseus* con 37 y *S. repandus* con 32. El tamaño promedio de las semillas, *S. repandus* resultó ligeramente superior con 2,29 mm, seguido por *S. griseus* con 2,18 mm y *P. tillianus* con 1,83 mm. En cuanto al número de semillas por g, *P. tillianus* resultó con 1.816, seguido por *S. repandus* con 989 y *S. griseus* con 942 semillas por g, respectivamente.

Palabras clave: Cactaceae, morfometría, frutos, semillas.

Abstract

The present research study was performed to evaluate the morphometric characteristics of fruits and seeds from three Cactaceae species in a xerophytic area of Mérida, Venezuelan Andes. Fruits and seeds were collected from five individuals of the following three species: *Pilosocereus tillianus*, *Stenocereus griseus*, and *Subpilocereus repandus*, found in four different locations, and then analysed in the Plant Physiology Laboratory at the Faculty of Forest and Environmental Sciences, to determine both color and form characteristics, according to Bravato method (1974). *S. repandus* fruits showed a longer diameter size of 6.01 cm, followed by *S. griseus* with 4.08 cm long and *P. tillianus* with 2.82 cm long. Moisture content in fruits was slightly higher in *P. tillianus* with 81.74%, followed by *S. repandus* 67.10%, and *S. griseus* 63.32%. Values for fruit average weight were: *S. repandus* 30.37 g, *S. griseus* 26.67 g., and *P. tillianus* 25.53 g. *P. tillianus* had the best fruit production per kilogram with 39, *S. griseus* 37, and *S. repandus* 32. *S. repandus* had a slightly higher average seed size of 2.29 mm, *S. griseus* with 2.18 mm, and *P. tillianus* 1.83 mm. Quantity of seeds produced was: *P. tillianus* 1.816 seeds/g., *S. repandus* 989 seeds/g, and *S. griseus* 942 seeds/g.

Key words: Cactaceae, fruits and seeds morphometric analysis.

1. Introducción

Las cactáceas son plantas emblemáticas de las zonas áridas del paisaje tropical, donde por su baja disponibilidad de agua, distribución irregular de las lluvias, altas temperaturas y fuerte irradiación durante todo el año, hacen de estos ambientes hábitats muy severos. Estas especies han desarrollado características tanto morfológicas como fisio-

lógicas que le permiten sobrevivir en ambientes donde el agua es un recurso limitante. En este sentido, es importante mencionar algunas características de esta familia botánica como la orientación Este-Oeste de los cladodios de algunas Opuntias; la presencia de pelos y espinas, las cuales amortiguan las radiación incidente; la existencia de crestas y hendiduras en las especies columnares, que disminuyen el ángulo de incidencia de los rayos so-

lares y la existencia de cutículas gruesas y estomas hundidos que permiten evitar pérdidas excesivas de agua (Rondón, 2001).

El enclave xerófilo del estado Mérida, Venezuela, es una extensión árida de terreno, que ocupa una superficie de aproximadamente 30.220 ha, que representa el 2,6% de la superficie del estado, y se encuentra en la cuenca media del río Chama, en el municipio Sucre. Abarca las poblaciones de Ejido, La Mesa de los Indios, El Morro, Acequias, Las González, Lagunillas, San Juan de Lagunillas, Pueblo Nuevo, Puente Real, Estanques, Puente Viejo, Los Guaimaros, Los Araques, El Anís y Chiguará (Rondón, 2001).

Actualmente, la fuerte presión ejercida por la construcción de complejos habitacionales, recreacionales, explotación agrícola, botaderos de basura, apertura de nuevas vías de comunicación y la constante deforestación con fines diversos, atentan sobre todo en los últimos años, contra el hábitat natural de varias especies de Cactaceae, familia representativa de la flora local.

Es conveniente resaltar que estos ecosistemas son muy vulnerables, su recuperación es muy lenta y la fuerte intervención antrópica está amenazando el ambiente, xerófilo del estado Mérida.

Con el presente trabajo se pretende cuantificar las características morfométricas en frutos y semillas de *Pilosocereus tillianus* Gruber et Schatzl., *Stenocereus griseus* (Haw.) Buxb y *Subpilocereus repandus* (L.) Backeb. que crecen en las localidades de Caparú, Jardín Botánico Carlos Liscano, San Juan de Lagunillas y Los Araques del estado Mérida.

El estudio morfométrico de frutos y semillas de algunas especies de esta familia de la zona, apoyaría los trabajos sobre conservación, caracterización y uso de los recursos genéticos del territorio; en el caso específico de las especies estudiadas, permitirá fortalecer los conocimientos sobre los ambientes xerofíticos del país y del estado Mérida, respectivamente. El presente estudio permitió obtener información precisa sobre las tendencias del comportamiento de las variables estudiadas, en las diferentes condiciones o localidades seleccionadas, así como de las especies de cactáceas estudiadas, de esta manera, se contribuye a un mayor conocimiento de la fenología y las fenofases de las especies y a consolidar información sobre las mismas, además de incrementar el interés por las

actividades científicas y de conservación en estos territorios.

2. Materiales y métodos

2.1 Área de estudio

La toma de muestras para el presente estudio se realizó en el enclave xerófilo del municipio Sucre del estado Mérida; específicamente en los sectores de Caparú, carretera antigua entre San Juan de Lagunillas y Lagunillas, Jardín Botánico Carlos Liscano y Los Araques, entre los 400 y 1.900 msnm donde las condiciones de clima y edáficas permiten el crecimiento natural de estas especies.

Ubicación geográfica: se encuentra entre los 8°25' en su extremo meridional y 8°33' en su extremo septentrional de latitud Norte. Longitudinalmente se ubica a 71°10' en el extremo oriental y el occidental a los 71° 34' de longitud Oeste.

Geología y geomorfología: la región de Lagunillas forma parte de una fosa tectónica intensamente tallada. Existen además las unidades estratigráficas que afloran en la región como la formación Sierra Nevada, grupo Mucuchachi, formación Mérida, formación La Quinta, formación Río Negro y acumulaciones aluviales. En cuanto a la geomorfología se considera que el principal rasgo de la región son las extensas acumulaciones aluviales que terminan en abruptos taludes sobre la ribera del río Chama (Rojas, 1970).

Suelos: los suelos de Lagunillas se caracterizan por un elevado porcentaje de arena, poca retención de agua, así como escaso contenido de materia orgánica, (Goudet, 1978). Así mismo, Rojas (1970), sostiene que el signo común de estos suelos es la erosión, siendo casi imposible atribuir responsabilidades a los fenómenos naturales o a los antrópicos por separado; pero señala que la erosión geológica ha venido siendo reforzada por el sobre pastoreo caprino de más de cien años y una agricultura arcaica sobre pendientes superiores al 40%.

Clima: para la estación climatológica de San Juan de Lagunillas (1.050 msnm) y un período de observación de 15 años, Veillón (1989), encontró los si-

guientes registros climáticos: Temperatura media anual (22,8°C); Temperatura mínima anual (19°C); Temperatura máxima anual (28°C); Pluviosidad (500 mm anual); Evaporación (2.273 mm año); Humedad relativa del aire (76%); Número de meses secos (7 meses); Velocidad y dirección del viento (20 km/h, SO).

Vegetación: el área de estudio corresponde a un Arbustal Espinoso, ubicado entre los 500 hasta los 1800 msnm, donde destaca la presencia de especies dominantes de leguminosas (*Prosopis* y *Acacia*) y cactáceas columnares emergentes, de los géneros *Stenocereus*, *Subpilocereus* y *Pilosocereus*; así como especies de las familias Piperaceae, Bromeliaceae y Euphorbiaceae (La Marca y Soriano, 2004).

2.2 Descripción de las especies

Se seleccionaron las especies *Stenocereus griseus* (Haw.) Buxb. *Pilosocereus tillianus* Gruber et Schatzl, y *Subpilocereus repandus* (L.) Backeb., tomando en cuenta trabajos realizados en la región por Croizat (1954), Marcuzzi (1956), Blanco (1976), Goudet (1978), Feo (1982), Gruber y Schatzl (1982), Veillón (1989), Ponce y Trujillo (1990, 1991), Sosa (1991), Rico (1995) y Rondón (2001).

2.2.1 *Pilosocereus tillianus* Gruber et Schatzl in Kakt, Und. Sukk 33 (8): 162-164. 1982

Planta arborescente de hasta seis metros de alto, fuertemente ramificada. Tronco lignificado, gris, sin costillas; costillas de las ramas en número de 11-12, perfil redondo muy juntas. Aréolas redondas, densas, amarillo claro, muy lanudas, con la edad más grises y desnudas, colocadas encima de una protuberancia; espinas marginales y centrales, indiferenciadas, las marginales más robustas en la base, muy frágiles; en la zona florífera muy delgadas y flexibles, vértice muy denso con espinas. Pseudocefalio disperso en pequeños grupos de pocas flores, cada flor envuelta en un manto de lana de color amarillo claro a blanco-sucio; flores casi cilíndricas, el tubo liso, perianto sin escamas debajo de la mitad de la flor, hojas del perianto cortas, ancho-espátulosas; más o menos tan ancho como largo, estambres en varios haces; cremosos, estilo más grande que las anteras, estigma 11- partido, nectarios bien diferenciados. Fruto globoso-aplanado de color verde oliva con manchas de color

violeta cuando joven y rojo violeta cuando maduro. Semillas negras brillantes.

Nombre común: cardón amarillo.

Distribución: estado Mérida: Trujillo B. y Cardoso 1940, San Juan (1070); Rondón, J. A. 211, Laguna de Caparú; 48, San Juan de Lagunillas; Little, E. 15.875, Lagunillas (1.100). En el estado Mérida, específicamente en la zona xerófila de la cuenca media del río Chama, el *P. tillianus* (cardón amarillo), es una especie de Cactaceae catalogada como endémica (Ponce y Trujillo, 1990).

2.2.2 *Stenocereus griseus* (Haw.) Buxb.

Plantas de 6 a 9 metros de alto, muy ramificadas desde la base; ramas de color verde, más o menos glaucas, erectas; costillas de 8 a 10, más o menos glaucas; espinas radiales aciculares, grises; espinas centrales de color rojo claro, cuando jóvenes, luego grises. Aréolas distantes entre sí de 2 a 3 cm, alargadas. Botón floral obtuso o redondeado; flor adulta nocturna de 7 a 10 cm de largo; piezas exteriores del perianto rojizas; las interiores de color claro; estilo, excerto en flores abiertas, casi blancas. Fruto sub-globoso, ligeramente ovoide, espinoso, pulpa roja o amarilla, comestible. Semillas negras, piriformes.

Nombre Común: cardón dato, yaraguey, yauré.

Distribución: estado Mérida: Ferrari 630, Lagunillas (900); Rondón, J. A. 60, San Juan; 203, Laguna de Caparú; Rondón, J. A. y Pulido, R. 238, El Portachuelo.

2.2.3 *Subpilocereus repandus* (L.) Backeb., Cact.

Succ, J. (Los Angeles) 23 (4): 123, 1951.

Planta columnar, erecta, con copa ramificada, de unos 10 metros de alto. Tronco de unos 40 cm de diámetro; ramas de color verde grisáceo, con numerosas muecas o constricciones, separadas a unos 20 cm; costillas de 8 a 20, poco profundas de 1 cm de alto. Aréolas distanciadas de 0,5 a 1,5 cm, pequeñas y con cortos pelos blancos; espinas aciculares, blancas o grisáceas; radiales hasta 12 o más; centrales de 2 ó 3, más gruesas; pelos largos y blancos, abundantes en aréolas floríferas. Flores nocturnas, infundibuliformes de 7-8 cm de largo, segmentos externos del perianto verdoso-rosado, los internos blanquecinos; ovario con pocas escamas, ovals con lana en las axilas. Fruto ovoide o elipsoide violáceo, a veces blanco, pulpa blanca. Semillas negras, piriformes.

Nombre común: cardón de lefaria, yaurero, reina de la noche.

Distribución: estado Mérida: Trujillo, B. 6.199, la Vega de San Antonio, entre Ejido y San Juan; Rondón, J.A. 203, laguna de Caparú (1.000); Little, E. sn, Lagunillas; Uzcátegui, sn, San Juan.

2.3 Obtención de frutos y semillas

Para la obtención de frutos de las especies seleccionadas, se ubicó en cada localidad individuos que tuvieran suficiente cantidad de frutos maduros que permitieran el desarrollo de la investigación propuesta. Se colectaron 25 frutos maduros por especie en cada localidad, los cuales fueron pesados, en una balanza analítica "Ohaos"; para luego ser secados en una estufa "Memert", durante 72 horas a 35 °C y obtenido su peso seco en gramos.

En vista de que algunas semillas de cactáceas estudiadas se caracterizan por presentar una cubierta seminal mucilaginoso que dificultó su extracción y para su procesamiento, hubo que emplear varias alternativas para su eliminación. Se usó papel absorbente para eliminar los mucílagos, lo cual no resultó eficiente debido a la persistencia de este compuesto. Otra técnica fue la de lavarlos con abundante agua corriente y pasarlos por tamices de diámetro 0,5 y 1,0 mm. El método que produjo mejor resultado, fue el de aumentar la temperatura de la estufa y cortar el fruto longitudinalmente para que el mucílago se seque y posteriormente extraer las semillas. Una vez secos los frutos, se contaron las semillas y se pesaron en una balanza de precisión "Cofasa S.A."

Se tomó el color y forma de las semillas de las especies estudiadas siguiendo a Bravato (1974).

El tamaño de las semillas se obtuvo a partir de varias mediciones, expresándose el largo y ancho en milímetros. La longitud se tomó como la distancia entre el extremo hilar y el extremo calazar y el ancho se midió aproximadamente en el medio de la semilla, en ángulo recto con el eje longitudinal (Bravato, 1974).

El número de semillas por kg se calculó en 12 lotes de 100 mg se contaron luego para extrapolar al equivalente a un kg.

3. Resultados y discusión

3.1 Características morfológicas de frutos y semillas

3.1.1 *Pilosocereus tillianus*

Fruto en baya globosa aplanada, con manchas de color violeta cuando joven y rojo violeta cuando maduro. Pericarpio de color verde oliva y relativamente delgado, ocupando aproximadamente el 58% del volumen del fruto (Figura 1a).

Semillas piriformes, convexas con los bordes redondeados de color negro brillante (lustrosas); textura lisa a ligeramente rugosa, funículo de color blanco, largo; hilo pequeño; sin línea fisural aparente.

3.1.2 *Stenocereus griseus*

Fruto en baya, unilocular polispermica, carnosa, de forma subglobosa a ligeramente ovoide, cubierta por espinas cuando joven, glabro cuando maduro, de color amarillo-naranja cuando maduro. El pericarpio bastante grueso ocupando el 90% del volumen del fruto, de color blanco con moteado a rojo (Figura 1b).

Semillas piriformes, con los bordes redondeados y de color negro mate (opacas) con pequeñas puntuaciones en la superficie.

3.1.3 *Subpilocereus repandus*

Fruto en baya oblonga de color verde azulado, hasta anaranjado-amarillenta. Pericarpio bastante grueso, ocupando hasta el 80% del volumen del fruto, de color blanco, dehiscente longitudinalmente, comestible (Figura 1c).

Semillas piriformes, ligeramente convexas y con los bordes redondeados, de color negro opaco; textura rugosa funículo largo de color blanco; hilo pequeño; sin línea fisural; las semillas presenta una serie de muescas o constricciones

3.2 Características morfométricas de frutos y semillas de las especies estudiadas

En el cuadro 1 se presentan los valores promedios en las dimensiones, peso húmedo, peso seco y contenido de humedad en frutos de tres especies de Cactaceae en cuatro localidades de la zona xerófila del estado Mérida. Los valores nos muestran que *S. repandus* presentó los frutos con mayores dimensiones, seguido por *S. griseus* y *P. tillianus* los más

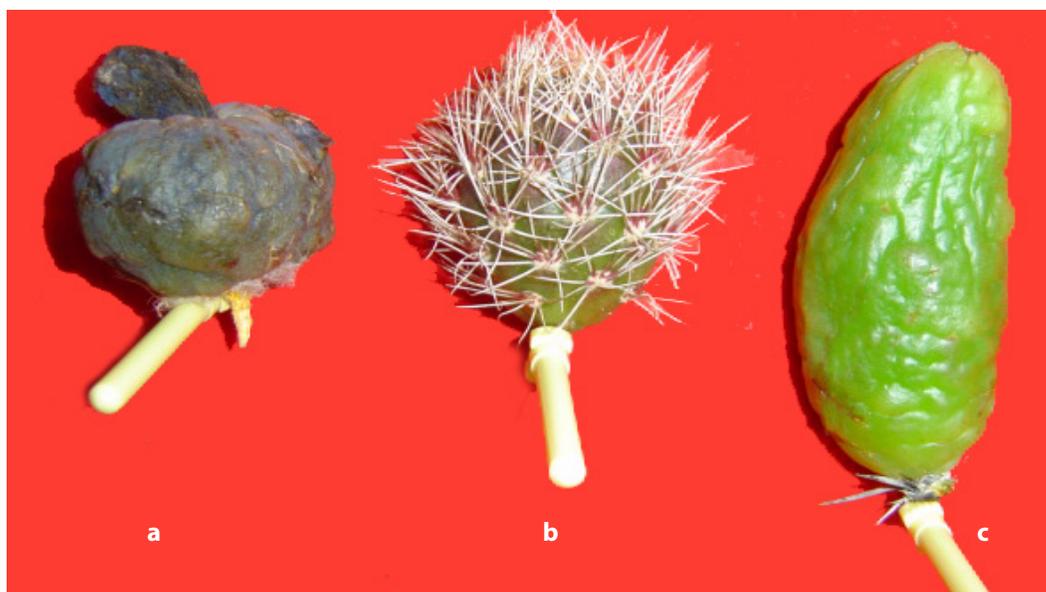


Figura 1. Frutos de Cactaceae: a) *Pilosocereus tillianus*. b) *Stenocereus griseus*. c) *Subpilocereus repandus*.

pequeños. Estos resultados coinciden con lo reportado por Bravo (1937), en el sentido que los frutos de las Cactaceae morfológicamente corresponden a una baya unilocular, polispérmica y generalmente carnosa de forma ovoide esférica o de clava y morfométricamente con dimensiones que pueden llegar hasta los 20 cm en algunas especies.

En cuanto al peso y contenido de humedad de los frutos de las especies estudiadas, se encontró que *P. tillianus* presentó el mayor contenido de humedad (81,74%), seguido por *S. repandus* con 67,10% y *S. griseus* con 63,32%. Así mismo, es interesante resaltar que según las dimensiones obtenidas en

los frutos de las especies estudiadas, en *P. tillianus*, estos resultaron más anchos que largos, lo que define su forma globosa-achatada, característica que coincide con lo reportado por Steyermark (1997) y Gruber y Schatzl (1982).

La especie *Subpilocereus repandus* presentó el mayor tamaño y contenido de humedad de las semillas, seguido por *Stenocereus griseus* y *Pilosocereus tillianus* (Cuadro 2).

En el cuadro 3 se presentan los valores obtenidos de la cantidad de frutos por kilogramo y semillas por gramo de las tres especies de Cactaceae estudiadas.

Cuadro 1. Valores promedios en las dimensiones, peso húmedo, peso seco y contenido de humedad en frutos de 3 especies de cactáceas en cuatro localidades de la zona xerófila del estado Mérida, Venezuela.

Especie	Largo (cm)	Ancho (cm)	Peso fresco (g)	Peso seco (g)	Contenido Humedad (%)
<i>Pilosocereus tillianus</i>	2,82	3,82	25,53	4,66	81,74
<i>Stenocereus griseus</i>	4,08	3,50	26,67	9,78	63,32
<i>Subpilocereus repandus</i>	6,01	3,05	30,37	9,99	67,10

Cuadro 2. Valores promedios en las dimensiones peso fresco, peso seco y contenido de humedad en semillas de tres especies de cactáceas en cuatro localidades de la zona xerófila del estado Mérida, Venezuela.

Especie	Largo (mm)	Ancho (mm)	Peso fresco (g)	Peso seco (g)	Contenido Humedad (%)
<i>Pilosocereus tillianus</i>	1,83	1,20	1,18	1,07	9,32
<i>Stenocereus griseus</i>	2,18	1,48	1,80	1,65	8,33
<i>Subpilocereus repandus</i>	2,29	1,38	1,46	1,28	12,30

Cuadro 3. Valores promedios para cuatro localidades, en la cantidad de frutos por kilogramo y semillas por gramo de tres especies de cactáceas en la zona xerófila del estado Mérida, Venezuela.

Especies	Peso de un fruto (g)	Nº de frutos/ kg	Nº semillas/g	Peso promedio de 100 semillas (g)
<i>Pilosocereus tillianus</i>	25,53	39	1.816,10	0,05
<i>Stenocereus griseus</i>	26,67	38	942,31	0,09
<i>Subpilocereus repandus</i>	30,37	33	989,04	0,09

Se observa que los frutos de mayor peso de las especies estudiadas corresponden a *S. repandus* con 30,37 g, seguido por *S. griseus* con 26,67 g y *P. tillianus* con 25,53 g.

Así mismo, se puede ver que la mayor cantidad de frutos por kilogramo le corresponde a *P. tillianus* con 39 frutos, seguido por *S. griseus* con 38 y *S. repandus* con 33 frutos por kilogramo.

Respecto a el número de semillas por gramo, se encontró que la especie *P. tillianus* posee la mayor cantidad de semillas con 1816, seguido por *S. repandus* con 989 y *S. griseus* con 942 semillas por gramo.

3.3 Clave para diferenciar las especies estudiadas

1. Frutos inermes.
 2. Frutos una baya oblonga, de 6,01 cm de largo, exocarpo color verde-azulado hasta anaranjado-amarillento, semillas ligeramente convexas, de color verde mate (opacas) *Subpilocereus repandus*
 - 2.2. Frutos globosos aplanados, de 2,82 cm de largo, de color verde oliva, con manchas violeta cuando joven y rojo violeta cuando maduro, semillas brillantes *Pilosocereus tillianus*
 - 1.1. Frutos espinosos, subglobosos a ovoides, de 4,08 cm de largo de color amarillo-naranja cuando maduros, semillas de color negro mate (opacas) *Stenocereus griseus*

4. Conclusiones

De las tres especies de Cactaceae estudiadas, se encontró que dos presentan frutos inermes, *Subpilocereus repandus* y *Pilosocereus tillianus*; mientras que *Stenocereus griseus* los tiene espinosos.

Los frutos de *S. repandus* corresponden a una baya oblonga, de 6,01 cm de largo, de color verde azulado hasta anaranjado-amarillento. Las semillas son piriformes, tienen un tamaño promedio de 2,29 mm, son ligeramente convexas y de color verde mate.

P. tillianus tiene frutos globosos aplanados, de 2,82 cm de largo, de color verde oliva cuando jóvenes y rojo violeta cuando están maduros. Las semillas son piriformes, de color negro-brillante y miden 1,83 mm de promedio.

En *S. griseus* los frutos son una baya polispérmica espinosa de 4,08 cm de largo, color amarillo anaranjado cuando están maduros. Las semillas miden 2,18 mm de largo y son de color negro mate.

En cuanto al peso y contenido de humedad de los frutos de las especies estudiadas, *P. tillianus* presentó el mayor contenido de humedad (81,74%), seguido por *S. repandus* con 67,10% y *S. griseus* con 63,32%.

La mayor cantidad de frutos por kilogramo correspondió a *P. tillianus* con 39 frutos, seguido por *S. griseus* con 38 y *S. repandus* con 33.

El mayor número de semillas por fruto lo presentó *P. tillianus* con una media de 2.143 semillas; *S. griseus* con 1.687 semillas y *S. repandus* con 1.444 semillas por fruto.

P. tillianus presentó el mayor número de semillas por gramo con 1.816, *S. repandus* con 989 y *S. griseus* con 942.

5. Referencias bibliográficas

- BLANCO, C. 1976. Flórmula de la zona xerófila Ejido-Estánquez del estado Mérida. Trabajo de Ascenso. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela. 91 p.
- BRAVATO, M. 1974. Estudio morfológico de frutos y semillas de las Mimosoideae de Venezuela. *Acta Botánica Venezuela*. 9 (1-4): 317-361.

- BRAVO, H., 1937. *Las Cactáceas de México*. Instituto de Biología. México. 755 p.
- CROIZAT, L., 1954. *La faja xerófila del estado Mérida*. Universitas Emeritenses. Universidad de Los Andes, Mérida. 106 p.
- FEO, F. 1981. Selección de especies arbóreas y arbustivas para ensayo de especies con fines de reforestación de la zona semiárida de Lagunillas. Trabajo Especial de Grado. Escuela de Ingeniería Forestal, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela. 114 p.
- GÓUDET, J. P. 1978. *Proposiciones relativas a la ejecución de un programa de investigación forestal en las zonas áridas y semi-áridas de Venezuela*. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela. 80 p.
- GRUBER, R. y S. SCHATZ. 1982. *Pilosocereus tillianus*. Gruber et Schatz Ein Plachtvoller Neur Pilosocereus aus Venezuela. *Kakt und Sukk.* 33 (8): 162-164.
- LA MARCA, E. y P. J. SORIANO. 2004. *Reptiles de Los Andes de Venezuela*. Fundación Polar, Conservación Internacional, CODEPRE-ULA, Fundacite Mérida, BIOGEOS. Mérida, Venezuela.
- MARCUZZI, G. 1956. Contribución al estudio de la ecología del medio xerófilo venezolano. Región Lagunillas, estado Mérida. *Boletín de la Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Los Andes* III: 8-24.
- PONCE, M. y B. TRUJILLO. 1990. Diagnóstico del grado de amenaza de cactáceas endémicas de provincias biogeográficas que ocurren en Venezuela. *Ernstia* 58-60: 9-17.
- PONCE, M. y B. TRUJILLO. 1991. Distribución de las cactáceas silvestre en Venezuela según diferentes tipos de formaciones vegetales. *Ernstia* 1(2): 79-88.
- RICO, R. 1995. Composición y estructura de un cardonal en el estado Mérida. Trabajo de Ascenso. Facultad de Ciencias, Universidad de Los Andes. Mérida-Venezuela. 106 p.
- ROJAS, J. J. 1970. El Paisaje semiárido de la cuenca del río Chama. Trabajo especial de Grado. Escuela de Ingeniería Forestal, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Los Andes. 104 p.
- RONDÓN, J. A. 2001. *Cactaceae de la zona xerófila del estado Mérida, Venezuela*. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela. 161 p.
- SOSA, M. 1991. Relaciones ecológicas entre el Murciélago *Glossophaga longirostris* y las cactáceas columnares en el bolsón árido de Lagunillas. Trabajo especial de grado. Facultad de Ciencias, Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela. 106 p.
- STEYEMARK, J. 1997. *Flora of the Venezuelan Guyana*. Vol. 3. Missouri Garden Press. St. Louis, United States. 774 p.
- VEILLÓN, J.P. 1989. *Los bosques naturales de Venezuela*. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela. 118 p.