



Características morfológicas y reproductivas de la Pasakana (*Trichocereus tarapacana subsp. Pasacana*) en el distrito municipal de Orinoca, Sur Carangas, Oruro

Morphological and reproductive characteristics of the Pasakana (*Trichocereus tarapacana subsp. Pasacana*) in the municipal district of Orinoca, South Carangas, Oruro

Alejandro Bonifacio Flores

RESUMEN:

En el Altiplano se encuentra una amplia diversidad de especies de la familia cactácea, cuya característica principal es su adaptación a ambientes adversos o desérticos, sin embargo, estas especies son poco estudiadas y mucho menos revaloradas en su función ecológica y en la alimentación humana como fruta de temporada. Por lo que se ha investigado las características medioambientales donde está adaptada la Pasakana (*Echinopsis pasacana* = *Trichocereus tarapacana subsp. pasacana*), el crecimiento, biología floral y fructificación, la extracción de semilla y las pruebas de germinación. Los resultados muestran que el cacto de Pasakana está adaptado a suelos de origen volcánico de los cerros con afloración de rocas ígneas. Estas registran crecimiento muy lento (5.0 a 9.3 cm por año) con floración diurna cuyos polinizadores son abejas de tamaño mediano, por lo que se deduce la polinización cruzada y predominio de la alogamia. En plantas relativamente jóvenes, el número de frutos varía entre 11 y 19 con peso promedio entre 39 y 56 g, estimándose el rendimiento por planta entre 338 a 1045 g. Los frutos o Pasakana son de pulpa jugosa y dulce. El fruto se cosecha entre diciembre y enero coincidiendo con época críticas en la disponibilidad de productos alimenticios en las zonas del altiplano; por lo que la Pasakana se constituye en un recurso estratégico para la alimentación temporal de las familias que habitan en las proximidades de los cerros de origen volcánico. La semilla de Pasakana es pequeña de color negro brillante y presenta dormancia por la dureza de la testa, por lo que requiere tratamientos de escarificación para lograr la germinación.

PALABRAS CLAVE:

Echinopsis pasacana, fruto pasacana, germinación, semilla.

ABSTRACT:

In the Altiplano there is a wide diversity of species of the cactus family, whose main characteristic is its adaptation to adverse or desert environments, however, these species are little studied and much less revalued in their ecological function and in human food as fruit seasonal. Therefore, we have investigated the environmental characteristics where the Pasakana (*Echinopsis pasacana* = *Trichocereus tarapacana subsp. pasacana*) is adapted, the growth, floral biology and fruiting, seed extraction and germination tests. The results show that the Pasakana cactus is adapted to soils of volcanic origin of the hills with outlier of igneous rocks. They register very slow growth (5.0 to 9.3 cm per year) with diurnal flowering whose pollinators are medium-sized bees, resulting in cross-pollination and predominance of allogamy. In relatively young plants, the number of fruits varies between 11 and 19 with average weight between 39 and 56 g, estimated yield per plant between 338 to 1045 g. The fruits or Pasakana are juicy and sweet pulp. The fruit is harvested between December and January coinciding with the critical period in the availability of food products in the altiplano areas; so the pasakana is a strategic plant resource to supply food for families that live in the vicinity of the volcanic hills where Pasakana grows. The Pasakana seed is small and bright black and has dormancy due to the hardness of the seed coat, which requires scarification treatments to achieve germination.

KEYWORDS:

Echinopsis pasacana, pasakana fruit, germination, seed.

AUTOR:

Alejandro Bonifacio Flores: Investigador principal Centro de Investigación K'iphak'iphani. Viacha y Docente Facultad de Agronomía, UMSA. bonifloresflores@gmail.com

Recibido: 5/05/19. **Aprobado:** 15/07/19.

DOI: <https://doi.org/10.53287/grwy2333uu12f>



INTRODUCCIÓN

Las plantas de la familia cactácea presentan usos potenciales como planta ornamental, puesto que cautivan a las personas hasta que se convierten en coleccionistas de cactus; por otra parte, por su imponente tamaño que alcanza en altura de planta, es apreciado por

paisajistas siendo empleado en diseños de paisajes urbanísticos. (INIA, s.a.)

Las plantas cactáceas están siendo de interés por su alta tolerancia a factores de sequía y heladas que son fenómenos frecuentes en las zonas altas de los Andes. Según Campos *et al.* (2016), la Tuna (*Opuntia ficus-indica*) ofrece opciones reales para la producción de forraje en

zonas semi áridas, por lo que recolectaron material de diferentes zonas y evaluaron el comportamiento en diferentes densidades de plantación (Campos *et al.*, 2016). Esto refleja las perspectivas de su aprovechamiento diversificado de una cactácea (fruta, forraje) en un contexto de cambio climático.

Las principales cactáceas que crecen en el altiplano semi árido cuyos frutos son recolectados y aprovechadas para el consumo humano son: la Pasacana *Trichocereus pasacana* (sinónimo de *Echinopsis atacamensi*) con frutos de sabor dulce y el Sak'ayu (*Lobivia caespitosa*) que produce frutos de sabor agridulce. Otra cactácea que crece en las zonas altas es la Achakana (*Neowerdermania vorwerkii* Fric.) cuyo tallo se consume fresco (ensalada, jugo) o cocinado (ají y sopa de achakana).

La Pasacana, qhiwilla o qhiwayllu (*Echinopsis pasacana* = *Trichocereus tarapacana* subsp. *Pasacana*), familia Cactácea, crece en los cerros cuya altitud varía entre 3.700 a 5.000 msnm. Se trata de una planta adaptada a ambientes secos, fríos, con suelos rocosos y relativamente fértiles.

En varias comunidades del altiplano que cuentan con poblaciones considerables de esta especie, el fruto de la Qhiwilla es aprovechada por los lugareños. Los frutos son suculentos y dulces, siendo recolecta para consumo en fresco. El tallo carnoso de la planta es también empleado en la medicina como emplasto para quitar la fiebre y contra las inflamaciones. La corteza o madera del cacto es empleado en la construcción (techos, puertas y ventanas), aunque últimamente este uso ya no es común.

Por lo mencionado anteriormente, las especies de la familia Cactácea del altiplano (Pasakana, Achakana y Sank'ayu) ofrecen opciones de aprovechamiento diversificada, especialmente en zonas semi áridas ya que el cambio climático está determinando efectos ambientales adversos para los cultivos tradicionales. Por tanto, estas especies altamente

tolerantes a la sequía, pueden contribuir a la seguridad alimentaria y en la medicina tradicional.

La Pasacana, a pesar de ser una especie adaptada a zonas semi-áridas, se encuentran afectadas negativamente en su repoblamiento natural, encontrándose en un proceso de reducción de su población. Según MMAyA (2012) *Trichocereus atacamensis* crece en área restringida en un hábitat extremo y vulnerable por sequía, siendo catalogado en peligro de extinción (EN-B1b) en el Libro Rojo De la Flora Amenazada de Bolivia – Zona Andina; mientras que en Antofagasta (Chile), la especie esta clasificada en la categoría de vulnerable a casi amenazada (Guerrero y León-Lobos, s/a.). Según los testimonios de los ancianos de la Región Norte de Chile (Tarapacá y Antofagasta), la Pasacana se encuentra reducida en su población o ha desaparecido en los sitios próximos a pueblos lo que se atribuye a efectos antrópicos (Pinto y Moscoso, 2004)

Lo anterior conduce a realizar investigaciones en las formas de reproducción y multiplicación de la Qhiwilla o Pasakana, para luego proponer acciones que contribuyan al repoblamiento dirigido con miras al aprovechamiento sostenido en la colecta de frutos.

El presente estudio se ha centrado describir la zona de adaptación de la especie, crecimiento de la planta, fructificación, extracción de semilla y prueba de germinación.

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Según Navarro (1996), en Bolivia las plantas de las cactáceas presentan una amplia diversidad, las mismas que se encuentran distribuidas aproximadamente en 128 especies, pero, el conocimiento científico sobre la familia de las cactáceas es muy escaso.

Después de México, Bolivia es el país con mayor diversidad de especies en la familia

cactácea, las especies de esta familia han sido colectados frecuentemente para comercializarlos entre los coleccionistas de Europa, Estados Unidos, o Japón; designándoles con diferentes nombres para la misma identidad taxonómica, lo cual ha generado confusiones en su clasificación. (Buxbaum, 1969, citado por Huaylla *et al.* 2014)

Halloy (2008), reporta que el crecimiento del cacto es muy lento y variable según la edad de la planta, mediante mediciones en plantas marcadas ha elaborado curvas de crecimiento que ha vinculado al crecimiento, lo que le permitió estimar que la planta alcanzaría a medir 10 m de altura en 180 años, además menciona que las poblaciones pueden sufrir bajas por efecto de las heladas fuertes

Según Bustamante y Burquez (2005), el sistema reproductivo más común en los cactus es el de xenogamia obligada (23 especies estudiados, 18 son incompatibles), por tanto, las especies cactáceas muestran gran dependencia de la actividad de los polinizadores que incluyen insectos, aves, murciélagos y combinaciones de estos tres grupos.

En el desierto de Sonora, México, el Saguaro (*Carnegiea gigantea*) es un cacto cuya floración es nocturna permaneciendo abierta durante toda la noche y a veces solamente por pocas horas de la noche, siendo sus polinizadores los murciélagos. (Fleming, 2000)

La *Echinopsis atacamensis* subsp. *pasacana*, puede ser propagado fácilmente por semillas, ya que no presenta dificultades para germinar sobrepasando el 90% de germinación en 12 días, con temperaturas de al menos 20°C cuando y expuestas a la luz, mientras que si son mantenidas en oscuridad la germinación no supera el 20% (INIA. s.a.). Badano y Schlumpberger (2001) reportaron porcentajes de germinación superiores al 75% en semilla de *T. pasacana*, aunque no especifican el tiempo que toma el proceso tampoco se refieren al estado de madurez de frutos de los que fue obtenida la semilla.

Según INIA (s.a.), la reproducción mediante semilla y buen manejo de plantas, presentan buen crecimiento, alcanzando entre 1.0 y 1.5 cm de diámetro en 7 meses tomando una apariencia globosa mientras que plantas de 18 meses de edad ya alcanzan entre 2 y 3 cm de altura, con 1.5 a 2.0 cm de diámetro.

Según De Viana *et al.* (2001), *Thrichocereus pasacana* de Parque Nacional Los Cardones (Salta, Argentina) produce flores blancas grandes, las flores comienzan a abrir en la noche y el tiempo de antesis es de 18 a 40 horas y los visitantes florales son diurnos, la producción de néctar fue más alta entre 18 a 24 horas. La polinización de *T. pasacana* en el Parque Nacional Los Cardones es realizada por abejas. Los estudios de polinización en *T. pasacana* en el Noreste Argentino, reportaron que la polinización es exógena. (Badano y Schlumpberger, 2001)

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se ha desarrollado en la comunidad Lloco del distrito municipal Orinoca, municipio Santiago de Andamarca, provincia Sur Carangas, Oruro. La investigación fue complementada con visitas a otras comunidades donde existen poblaciones naturales de Qhiwilla o Pasacana.

El crecimiento de la planta fue registrado mediante dos opciones disponibles en el sitio de estudio: a) Plantas quemadas en sus espinos por un incendio accidental que dejó huella visible y medible entre la fecha del incendio y al año después del incendio. b) La medición de altura de planta en unidades trasplantadas en 2013 con registro de altura al momento del trasplante y el registro de altura de planta en 2018.

Para las lecturas de altura de planta, se tomaron plantas de 1, 2 y 3 metros de altura aproximadamente que crecen en el cerro Pucara de la comunidad de Lloco las que fueron afectadas por incendio accidental cuya fecha fue registrado. En este sitio, se ha tomado muestras

de planta adecuando al diseño de bloques al azar en razón de la pendiente. Por otro lado, se tomaron medidas de altura de planta en ejemplares trasplantas en patio de vivienda localizada en pie de monte donde la fecha y la altura fueron registradas previamente al momento de la plantación.

Los materiales empleados fueron cinta métrica, cámara fotográfica, canastas, cuchillo de cocina, bañadores de plástico, tamices de 1 y 2 mm, balanza digital de 0.01 g de precisión, agua de grifo, papel toalla, arena de duna, cápsula Petri, cámara de germinación y cámara fotográfica.

La floración y polinización fue estudiado mediante observación directa de la apertura floral y de los visitantes florales. La formación de frutos fue registrada contando el número de frutos en las plantas elegidas al azar con la condición de que se encuentren en el rango de altura de 1, 2 y 3 m (plantas relativamente jóvenes). La cosecha de frutos fue realizada en función a indicadores morfológicos de madurez representada por color y consistencia, luego se registraron el peso de frutos y el peso de frutos por planta (rendimiento por planta).

La extracción de semilla se realizó de frutos maduros y frutos sobre maduros (con abertura longitudinal). El proceso de extracción consistió de lavado consecutivo en agua de grifo separando las sustancias azucaradas y mucilaginosas por lavado y las partículas de cáscara mediante tamizado. Luego, la semilla se hizo secar exponiendo a temperatura ambiente.

Para probar la viabilidad de semilla, se realizó la prueba de germinación mediante el método estándar (caja Petri en cámara germinadora). Ante el retardo observado en el proceso de germinación, se procedió a escarificar con arena de duna y se realizó la prueba de germinación.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

En el saber local, la Pasakana es el fruto de la planta de cacto o Qhiwilla (*T. pasacana*) y por la asociación con la planta que produce el fruto los nombran como Pacakana.

A nivel taxonómico, las especies no se encuentran bien determinadas, la Qhiwilla o Pasakana pertenece al grupo *Trichocereus* y la especie *Trichocereus pasacana* o *Echinopsis pasacana* que es considerada sinónimo de *Echinopsis atacamensis susp pasacana* (Weber).

Adaptación

La Qhiwilla o Pasakana crece preferentemente en cerros de origen volcánico con formación de rocas ígneas donde se encuentran poblaciones densas. También crece en pie de monte de cerros volcánicos. En cerros de formación distinta al de origen volcánico (sedimentario), se encontraron algunos ejemplares formando poblaciones con baja densidad o simplemente no existen ejemplares. El tipo de suelo de cerros de origen volcánico son generalmente franco-arenoso de color oscuro, deduciéndose mayor contenido de materia orgánica.

En un mismo cerro, se ha constatado poblaciones relativamente densas en el flanco expuesto hacia el norte (generalmente soleado durante todas las estaciones) y menor en el lado opuesto o exposición hacia el sur (con sombra durante el invierno). Esta situación se atribuye a la adaptación propia de la especie.

Los cerros de origen volcánico de Orinoca (Sur Carangas, Oruro), Llanquera (Nor Carangas, Oruro), Salinas G.M. (L. Cabrera, Oruro), Isla del Pezcado (Tahua, Potosí), Llica (D. Campos, Potosí), Chiaraque (Aroma, La Paz) y otros cerros de origen volcánico albergan poblaciones considerables del cacto de Pasakana. Estos suelos son relativamente fértiles y forman microclimas benignos para su crecimiento, puesto que las heladas no son muy severas en estos cerros debido a la pendiente del mismo.

Crecimiento

Tabla 1. Valores de estadística descriptiva para altura de planta en pie de monte (trasplantado) y cerro (con quema accidental).

| | Pie de monte (trasplantado en patio) | | | | Cerro (quema accidental de espinos) | | |
|-------|--------------------------------------|---------------|--------------|-----------------------|-------------------------------------|---------------|-----------------------|
| | Ene-2003 (cm) | Feb-2018 (cm) | 15 años (cm) | Incremento anual (cm) | Mar-2017 (cm) | Feb-2018 (cm) | Incremento anual (cm) |
| Media | 5,25 | 113,00 | 107,75 | 7,20 | 128,2 | 133,11 | 4,91 |
| D.E. | 0,96 | 8,91 | 8,77 | 0,58 | 12,0 | 12,27 | 0,78 |
| Min | 4,00 | 100,00 | 95,00 | 6,30 | 113,0 | 118,00 | 4,00 |
| Max | 6,00 | 120,00 | 114,00 | 7,60 | 151,0 | 156,00 | 6,00 |

El crecimiento promedio anual estimado en pie de monte fue de 7.20 cm (± 0.58) mientras que el crecimiento anual estimado en cerro fue de 4.91 cm (± 0.78). La diferencia en crecimiento en cerro y pie de monte se atribuye a la diferencia en humedad del suelo, siendo este mayor en pie de monte y menor en cerro. Otro factor que pudo haber influido para el menor crecimiento en cerro fue el estrés provocado en las plantas por la quema accidental. Según Barbarich y Suárez (2018), el crecimiento de los cardones de la Quebrada de Umahuaca (Jujuy, Argentina) es muy lento, siendo entre 1 a 3 cm por año.

El hábito de crecimiento es de tallo simple en la mayoría de la población observada, pudiendo alcanzar alturas entre 6 a 8 m de altura. Muy pocos ejemplares presentan ramas laterales. El color las espinas fue variado desde blanquecino, crema, amarillo hasta el anaranjado. La longitud de los espinos varía entre 3 a 5 cm siendo más largos hacia el ápice y menor en la base del tallo. La dureza de los espinos varía entre suave a duro a muy duro, siendo más frecuente los dos últimos tipos.

En la Quebrada de Humahuaca, los productores diferencian las especies según sus características, siendo *Trichocereus atacamensis* de tallo erguido con ramas primarias y en algunos casos con ramas secundarias que crecen en forma paralela al tallo principal.

Floración y fructificación

No se tiene información sobre la edad en la que florecen las plantas. Según observaciones directas en campo, plantas entre 10 a 12 años aproximadamente presentaron las primeras flores. Los testimonios recogidos de la Quebrada de Humahuaca afirman que los ejemplares muy jóvenes del cardón no dan flores. (Barbarich y Suarez, 2018)

Los cactus adultos de pasakana en Orinoca, florecen en la primera quincena del mes de octubre, coincidiendo con la época de siembra de papa. En el saber local, la floración de la pasacana es conocida como fito-indicador para iniciar la siembra de papa. De igual forma, el éxito en fructificación de la pasacana es considerada indicador de buena producción de la papa.

El cacto de pasakana es de floración diurna, ocurriendo la apertura floral a las 9.00 am y el cierre a las 6:00 pm aproximadamente. La apertura de flores en una misma planta varió en un intervalo de 6 a 12 días. El color de la flor es variado entre blanco, crema, amarillento, anaranjado, rosado y rojo, observándose mayor frecuencia de flores rosados. Según De Viana *et al.* (2001), *Trichocereus pasacana* presenta flores blancas, en cambio, en Orinoca, se ha evidenciado una amplia diversidad en color de flor.

La floración del cacto de Pasakaca es apical, es decir, las flores están concentradas en

la parte apical de la planta con una disposición circular a manera de corona de flores, rara vez se ha observado floración lateral. Sin embargo, en

Salinas e Isla del Pescado, se ha observado floración apical y lateral en el tercio superior de la planta.



Figura 1. Planta de pasacana (≈ 7 m de altura)



Figura 2. Abundante fructificación

La flor del cacto es hipanto nectarífero, por lo que es frecuentemente visitada por abejas de tamaño mediano, deduciéndose la polinización entomófila, aunque por tener abierta la flor al menos por 12 horas del día, es probable la polinización diurna de tipo anemófila. De lo anterior se deduce que la especie presenta polinización cruzada. En la fecundación de la flor, no se descarta un menor grado de endogamia, puesto que plantas solitarias lograron formar frutos.

Por lo observado, la polinización es exogámica, lo que podría conducir a la variación genética entre su descendencia y la diversidad en color de flor podría atribuirse a la forma de fecundación. En cactus de Salta, Argentina, los insectos polinizadores más frecuentes fueron abejas de la especie *Xylocopa* sp (De Viana *et al.*, 2001). Según Fleming (2000), las cactáceas de México, especialmente el saguaro (*Carnegiea gigantea*) son de floración nocturna y a veces por

pocas horas de la noche y cuyo polinizador son los murciélagos, catalogándolas como flores quiropterófilas.

La maduración de frutos de Pasakana tiene lugar a fines de diciembre y durante el mes de enero, deduciéndose que el periodo de maduración abarca entre 80 a 90 días. Los frutos verdes o inmaduros son de consistencia firme y cubiertos por abundante vellosidad integrado por gloquídeos suaves no espinosos. A medida que va alcanzando la madurez, los pelos se van desprendiendo del fruto y son limpiados por las primeras lluvias de la época o por el viento, de tal forma que los frutos maduros tienen muy pocos pelos, presentan apariencia brillante y de consistencia blanda. Los frutos sobre-maduros se abren longitudinalmente, lo cual es aprovechado por los pájaros para su alimentación. Al deshidratarse, los frutos sobre-maduros se desprenden de la planta, pudiendo permanecer sobre la planta (soportado por los espinos) o caer

al suelo de donde las hormigas recolectan la semilla y trasladan a sus galerías para alimentarse de las sustancias azucaradas que cubre la semilla o más bien para ofrecen medio de cultivo de hongos de las cuales se alimentan las hormigas.

El fruto maduro presenta diversidad de colores, entre ellos verde, crema, verde claro, amarillenta, rosada, púrpura y rojo. El color del fruto tiene relación con el color de la flor. El fruto tiene pulpa jugosa y dulce. En las comunidades asentadas en las proximidades a cerros volcánicos donde crece el cacto de Pasakana, es habitual cosechar frutos desde fines de diciembre hasta el mes de enero, constituyéndose en una

fruta apreciada de valor alimenticio para las familias. En los últimos años, se observa temporalmente la oferta de frutos en las ferias de calle de las ciudades de Oruro y El Alto. Por tanto, los frutos cumplen un rol importante en la alimentación de los pobladores, especialmente en una época donde la escases de productos alimentos es evidente (noviembre a enero). La Pasakana es un recurso estratégico en zonas semiáridas del altiplano, ya que crece en suelos marginales y su tolerancia a la deshidratación es insuperable por otra plantas xerofitas. Esta especie debe ser revalorada en su función ecológica y seguridad alimentaria en un contexto de cambio climático.



Figura 3. Fruto maduro con abertura longitudinal.



Figura 4. Estados de madurez de frutos.

Tabla 2. Análisis de varianza para número de frutos, peso promedio de fruto y peso de fruto por planta en ejemplares de 1, 2 y 4 m de altura (enero 2018).

| Fuente de variación | g.l. | Número frutos | | Peso promedio/fruto | | Peso fruto/planta | |
|---------------------|------|---------------|--------|---------------------|--------|-------------------|--------|
| | | CM | P | CM | P | CM | P |
| Altura planta | 2 | 72,75 | 0,0001 | 308,68 | 0,0002 | 505125,85 | 0,0001 |
| Bloque | 3 | 1,11 | 0,1416 | 5,89 | 0,5032 | 26165,20 | 0,0004 |
| Error exp. | 6 | 1,19 | | 6,71 | | 823,89 | |
| Total | 11 | | | | | | |
| CV (%) | | 7,80 | | 5,49 | | 4,26 | |

Las diferencias observadas en número de frutos, peso promedio de frutos y peso de frutos por planta (rendimiento) son altamente significativas para la fuente de variación altura de

planta, mientras que las diferencias entre bloques no son significativas para número de frutos y peso de fruto excepto para peso total de frutos por planta. De lo anterior se deduce que la altura de

planta influye directamente en la formación y rendimiento de frutos

Tabla 3. Prueba de Tukey para número de frutos, peso promedio de fruto y peso de fruto por planta en muestras de 1, 2 y 3 m de altura.

| Altura planta | Número frutos | | Peso promedio por fruto | | Peso fruto por planta | |
|---------------|---------------|-------|-------------------------|-------|-----------------------|-------|
| | Media | Tukey | Media | Tukey | Media | Tukey |
| 3 metros | 18,85 | A | 56,40 | A | 1045,43 | A |
| 2 metros | 12,75 | B | 46,30 | B | 636,45 | B |
| 1 metro | 10,50 | B | 38,90 | C | 337,55 | C |

La prueba de Tukey muestra que el número de frutos es similar en plantas de 1 y 2 m de altura, mientras que el número de frutos es mayor en plantas de 3 m, lo que permite deducir que a mayor edad y altura de planta el número de frutos aumenta. El número de frutos que se reporta es mucho menor frente a los observados en plantas adultas, puesto que se ha contabilizado entre 42 a 60 frutos en plantas prolíficas. Por otra parte, el peso promedio de fruto y el peso de frutos por planta (rendimiento por planta) guarda relación con la altura de planta, siendo mayor en plantas de 3 m (1045,43 g), intermedio en las de 2 m (636,45 g) y en plantas de 1 m el rendimiento de frutos por planta es menor (337,55 g). De lo anterior se deduce que el peso de fruto y el rendimiento de frutos por planta están en relación al desarrollo y edad de la planta.

Extracción de semilla y prueba de germinación

La extracción de semilla de frutos maduros y sobre-maduros presentó dificultades por la sustancia mucilaginosa de la cáscara del fruto y la membrana mucilaginosa que cubre a la semilla. El empleo de arena fina y tamices de diferente calibre, ha facilitado la extracción de semilla y la remoción de mucílago.

El color de la semilla es negro a café oscuro de apariencia brillante y de forma lenticular, cuyo diámetro se registró entre 1.2 a 1.4 mm y 0.8 mm de espesor. (ver tabla 4)

Tabla 4. Características cualitativas del fruto y semilla de Pasacana.

| Color fruto | Color semilla | Diámetro semilla | Espesor | Forma de semilla |
|-------------|---------------|------------------|---------|------------------|
| Verde | Negro | 1,2 | 0,8 | Lenticular |
| Púrpura | Negro | 1,2 | 0,9 | Lenticular |
| Rojo | Negro-café | 1,4 | 0,9 | Lenticular |
| Promedio | | 1,3 | 0,85 | |

La germinación de la semilla entera fue nula en un periodo de 30 días, sin embargo, la semilla escarificada con arena ha germinado en un periodo de 15 a 20 días alcanzado entre a 50 y 55% de geminación. Según INIA (s.a.) las semillas de *Trichocereus* germina con facilidad y

con altos porcentajes, sin embargo, en el presente trabajo se ha constatado bajos porcentajes de germinación. Para Barbarich y Suarez (2018), los frutos de *T. atacamensis* contienen gran número de semillas, de las cuales, unas pocas llegarán a germinar y formar nuevas plantas. De lo anterior,

se deduce que la semilla de frutos maduros o sobre-maduros de *T. pasacana* de la localidad de Orinoca, presenta dormancia atribuible a la dureza de la testa, por lo que requiere el tratamiento mediante escarificación para acelerar la germinación. Probablemente los frutos a inicio de madurez no tienen dormancia, lo cual podría ser el caso reportado por INIA (s.a.).

En el proceso de germinación, se ha observado que el embrión tiene una rápida elongación, por lo que se libera de la testa. Los embriones germinantes tienen la apariencia carnosa con dos cotiledones pequeños ligeramente expuestos y el talluelo engrosado. La tolerancia a la deshidratación se ha evidenciado desde el estado de germinación, ya que las plántulas descuidadas en el riego lograron subsistir sin sufrir deshidratación.

CONCLUSIONES

El cacto de la Pasakana presenta adaptación preferente a suelos de cerros de origen volcánico con rocas ígneas y en pie de monte de ese tipo de cerros.

El crecimiento del cacto es muy lento, registrándose incrementos en altura de 4.91 cm anuales en poblaciones que crecen en cerro y que fueron afectados por incendio accidental y 7.20 cm en ejemplares en pie de monte.

La floración de la Qhiwilla o Pasakana se registra en la primera quincena de octubre y la maduración de frutos tiene lugar a fines de diciembre y en el mes de enero, pudiendo recolectarse para consumo humano es dichos meses.

El fruto de pasacana es jugoso y dulce muy apetecido por los lugareños. El número de frutos por planta varía entre 11 a 19 en promedio, mientras que el peso de frutos varía entre 38.9 a 56.4 g, estimándose que el rendimiento de fruto por planta entre 337.5 a 1045.4 g en plantas relativamente jóvenes.

La semilla de *Echinopsis pasacana* es de color negro brillante de forma lenticular cuyo diámetro es de 1.3 mm en promedio y 0.85 mm de espesor.

La dormancia de semilla fue evidenciada en aquellas obtenidas de frutos maduros y sobre-maduros, pero cuando fueron sometidas a escarificación, las semillas germinaron hasta alcanza el 55% entre 15 a 20 días, deduciéndose que la semilla presenta dormancia debido a la dureza de la testa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Badano E. I. y Schlumpberger B. O. (2001). Sistema de cruzamiento y estimaciones en la eficiencia de polinización sobre *Trichocereus pasacana* (cactácea) en dos poblaciones del noroeste argentino. *Gayana Bot.* 58(2):115-122. ISSN 0016-5301. Recuperado de: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-66432001000200002&lng=es&nrm=iso
- Barbarich M. F. y Suárez M.E. (2018). Los guardianes silenciosos de la Quebrada de Humahuaca: Etnobotánica del “cardón” (*Trichocereus atacamensis*, *Cactaceae*) entre pobladores originarios en el departamento Tilcara, Jujuy, Argentina. *Bonplandia* 27(1):59-80.
- Bustamante E y Burquez A. (2005). Fenología y biología reproductiva de cactos columnares. *Cactáceas y suculentas Mexicanas.* 68-88.
- Campos H., Lazarte L. Ramírez K., Meneses Rudy, Espinoza J. y Achá N. (2016). Recuperación y valorización de cactáceas, para uso forrajero, como una forma de adaptación al cambio climático para apoyar la producción animal en zonas áridas y semiáridas de Bolivia. *Rev. Cien. Tec. In.* 13(14): 815-826

- De Viana M.L., Ortega P., Saravia M., Badano I. y Schlumpberger. (2001). Biología floral y polinizadores de *Trichocereus pasacana* (Cactaceae) en el Parque Nacional Los Cardones, Argentina. *Rev. biol. trop* 49(1). Recuperado de: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/rbt/article/view/16928>
- Fleming T.H. (2000). Pollination of Cacti in the Sonoran Desert. *American Scientist* 88: 432- 439
- Guerrero P. y Leon-Lobos P. (s/a). Ficha de antecedente de la especie. *Trichocereus atacamensis* (Phil.) Backeb. 5 p. Recuperado de: http://www.mma.gob.cl/clasificacionespecies/fichas6proceso/fichas2010/Trichocereus_atacamensis_Echinopsis_atacamensis_FINAL_P06R2_RCE.pdf
- Halloy S. (2008). Crecimiento exponencial y supervivencia del cardón (*Echinopsis atacamensis* subsp. *pasacana*) en su límite altitudinal (Tucumán, Argentina). *Ecología en Bolivia* 43(1): 6-15.
- Huaylla L., Orías J. y Salvatierra C. (2014). Uso y manejo de las cactáceas del Parque Nacional y Area Natural de Manejo Integrado Serranía del Ñao (PN-ANMI): 355-366. In: Ciencias Tecnológicas y Agrarias Handbook T-I. María Ramos Editora. ECORFAN, Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca.
- INIA. (s.a). Fichas Especies – Banco Base de Semillas, INIA Chile. *Echinopsis atacamensis* subsp. *Atacamensis*. Recuperado de: www.inia.cl/recursosgeneticos/bancobas_e/propagacion/.../echinopsis_atacamensis.pdf
- Navarro, Gonzalo. (1996). Catálogo ecológico preliminar de las cactáceas de Bolivia. *Lazaroa*, 17: 33-84.
- MMAyA. (2012). Libro Rojo de la Flora amenazada de Bolivia. Vol. I. Zona Andina. Ministerio de Medio Ambiente y Agua, La Paz, Bolivia. 600 p.
- Pinto, R. & D. Moscoso. (2004). Estudio poblacional de *Echinopsis atacamensis* (Cactaceae) en la Región de Tarapacá (I), norte de Chile. *Chloris Chilensis* Año 7. N° 2. Recuperado de: <http://www.chlorischile.cl>