

CAPÍTULO I
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

CAPÍTULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. Especie en estudio

La familia Cactaceae contiene entre 1500 y 1800 especies, tradicionalmente divididas en tres subfamilias: Pereskioideae, Opuntioideae y Cactoideae, siendo sugerida una cuarta subfamilia: Maihuenioideae. (Anderson, 2001).

***Echinopsis tacaquirensis* (Vaupel) Friedrich & Rowley** subsp. *Tacaquirensis* Puna boliviana (prepunas del sector Potosino-Tarijense). Mesotropical a supratropical Inferior semiárido a seco (T 14-18 °C; P = 300-400 mm). Componente importante de bosques xerofíticos de *Prosopis Ferox* y del nivel superior de los bosques de *Acacia Feddeana* 2300-3200 msnm. CHQ, POT, TAR. Endemismo fuera de peligro. (Gonzalo Navarro, 1996).

1.1.1. Importancia de la especie en estudio

Echinopsis tacaquirensis, especie que se encuentra dentro del 74% de cactáceas endémicas para Bolivia, del cual se obtiene madera para la construcción de muebles y artesanías, cuyo aprovechamiento irracional ocasiona la pérdida de cubierta vegetal y la erosión de suelos.

Las ecoregiones más afectadas son La Puna, Los Valles Interandinos y el Chaco por el sobrepastoreo, prácticas agrícolas inadecuadas, tala, quema de bosques y la introducción de pastizales nativos y exóticos. Lamentablemente, en un país mega diverso como Bolivia es poco el conocimiento e información que se tiene sobre las cactáceas, lo que ha generado su explotación irracional y la disminución de poblaciones al grado de colocar algunas especies al borde de la extinción. En la actualidad, no existe un listado certero de la Flora Amenazada en Bolivia, debido a que se siguen registrando nuevas especies para el país, lo que nos demuestra que todavía faltan más exploraciones botánicas. (Gonzalo Navarro, 1996).

1.2. Morfología de cactáceas columnares

1.2.1. Tallo y areolas

La corteza y la médula proporcionan un gran volumen de materiales para almacenar alimentos y agua. Una gruesa cutícula cerosa cubre la epidermis y limita la pérdida de agua. Los tallos pueden ser columnas simples, o pueden derivarse en brotes laterales ya cerca del nivel del suelo o lejos por encima de ellos. La superficie del tallo puede ser lisa, pero es más comúnmente cubierta con tubérculos, o más exactamente en filas continuas de tubérculos, formando las que se denominan costillas. Los tubérculos representan la sublimación de las ramas que en tiempos pasados tenía la planta. Cada tubérculo tiene una areola desde las cuales crecen las espinas, que son las hojas modificadas.

Las areolas son estructuras afelpadas, exclusivas de los cactus, donde van a aparecer las espinas, los pelos, las hojas, las flores, las ramas y los frutos. Las areolas no están presentes en otras familias de plantas. El nombre se ha tomado de la anatomía humana, ya que la areola es esa zona circular más oscura que rodea al pezón, en el pecho de hombres y mujeres.

De las areolas crecen los nuevos brotes en función de la presencia o ausencia de adecuados estímulos ambientales. La eliminación de las espinas sólo causa daños superficiales a la planta. La distancia entre las areolas define la distancia entre los entrenudos de la planta desde los cuales salen los brotes. (Carlos Ostolaza Nano, 2014).

1.2.2. Costillas

Si consideramos que en término medio los cactus están compuestos por un 90% de agua, observamos que esta planta vascular respecto a las otras usa poco tejido estructural leñoso para apoyar su estructura masiva. Esto resulta más contundente en las cactáceas con forma columnar o arbolada donde predomina el crecimiento en vertical.

En este sentido mirando la sección transversal de un cactus podemos apreciar en muchos casos que su forma es estrellada y las puntas corresponden a las costillas de la planta. El número de costillas puede variar según la especie y la edad del individuo;

pueden ser más redondeadas o más puntiaguda. Pero, en cualquier caso, siendo un organismo vivo, vemos que en la naturaleza el pasaje de cóncavo a convexo es gradual, son ausentes ángulos puntiagudos y la superficie se percibe como continua. Presentan sobre sí protuberancias llamadas mamilas o tubérculos.

Cualquiera sea el número de costillas, éstas serán proporcionales al tamaño de la planta y servirán para dar una mejora al soporte mecánico. (Carlos Ostolaza Nano, 2014).

1.2.3. Mamila o tubérculos

Estructura sobre la costilla que contiene a la areola. Pueden variar mucho dando a los cactus aspecto peculiar; se adapta a las condiciones del clima, encogiéndose en los periodos de sequía y aumentando más de un tercio de su peso si disponen de agua.

1.2.4. Espinas

Son hojas modificadas, especializadas y adaptadas para climas áridos. En la mayoría de los casos se pueden distinguir dos formas de espinas: las espinas centrales que se encuentran cerca del ápice de la areola, y las espinas radiales que crecen alrededor de la circunferencia de la areola. Pueden ser frágiles o poderosamente fuertes, de superficie brillante, lisa, rugosa o estriada. De forma acicular, cilíndrica, prismática, ganchosa, retorcida, chata, como lengüeta o viruta. De color uniforme o cambiante, e ir del blanco al negro, pasando por el gris, amarillo, verde, rojo, marrón o púrpura. El tamaño es igualmente variable, desde 20 cm a diminutas. La función de las espinas es proteger contra la depredación de los animales, los que, si no existieran, se comerían sus suculentos cuerpos, ayudar a la dispersión y propagación vegetativa, proteger contra el efecto quemante del sol. Otra función es condensar la humedad del aire, para que la planta la utilice para su propia hidratación. (Florencia Señoret Espinosa, Juan P. Acosta Ramos, 2013).

En la mayoría las espinas representan hojas metamorfoseadas, los argumentos que apoyan esa homología entre hojas y espinas se basan en el origen de ambas estructuras en los puntos vegetativos y en su desarrollo filogenético. Las espinas se disponen formando fascículos en cada aréola (pequeñas almohadillas homólogas de las yemas)

los cuales presentan dos puntos de desarrollo meristemático, que pueden originar además de espinas, brotes y flores. (Dimitri, 1980).

1.2.5. Flores

Flores efímeras, es decir que son de corta duración, un día o sólo una noche, excepcionalmente dos o más días y además sólo florecen las plantas adultas y se tarda varios años en llegar a esta condición, pero cuando empiezan a florecer los cactus, lo hacen todos los años, generalmente en verano o en primavera y en gran cantidad.

Son flores hermafroditas, es decir que tienen elementos sexuales masculinos (filamentos y anteras) y femeninos (ovario, estilo, estigma) en una misma flor. Son vistosas y coloridas para atraer a los polinizadores diurnos (abejas y picaflores) o grandes, blancas y fragantes para atraer a los polinizadores nocturnos (murciélagos o mariposas nocturnas o polillas). Por eso existe tal variedad de formas, tamaños y colores en las flores de cactus, que las hacen tan atractivas para los cultivadores. El receptáculo es un tallo modificado que rodea y protege al ovario (pericarpelo) y a veces se prolonga (tubo floral) cubriendo buena parte de la flor, por eso vemos en las flores de cactus areolas, escamas, pelos, cerdas y/o espinas. A diferencia de algunas flores, en los cactus es difícil separar el cáliz (sépalos), de la corola (pétalos), por eso a sus piezas se les llama tépalos y a su conjunto perianto y nacen del borde del receptáculo.

En muchas flores de cactus hay nectarios o cámaras del néctar, en la base de los estambres y por encima del ovario, con glándulas que producen un líquido denso, dulce y viscoso para atraer a los polinizadores, el néctar, y aquéllos que visitan la flor para tomarlo se llevarán en su cuerpo el polen de las anteras, el que depositarán en otras flores de cactus que visiten, perpetuando así la especie (polinización cruzada).

En algunos géneros de cactus las flores aparecen sólo en una zona especial llamada cefalio, que es una mata de pelos y cerdas, que puede ser terminal o apical en los cactus globosos o lateral en los cactus columnares. Por la constancia de sus características, las flores son importantes para la clasificación de los géneros y especies de la flora en general y de los cactus en particular. (Carlos Ostolaza Nano, 2014).

1.2.6. Fruto

Los frutos de los cactus, como las flores, pueden tener areolas con espinas, cerdas o pelos en su superficie. En su gran mayoría los frutos son bayas jugosas, comestibles, excepto en los casos que son cápsulas o frutos secos. Todos los frutos de cactus tienen una sola cavidad que contiene las semillas y los funículos carnosos y dulces que forman la pulpa. Algunos frutos conservan el perianto marchito adherido y algunos son dehiscentes.

1.2.7. Semillas

Las semillas de los cactus tienen dos cubiertas protectoras. Su forma y tamaño varían mucho en relación a los géneros y especies. Las hay en forma de coma, de urna, de sombrero y aladas.

El tamaño promedio de las semillas de Cactoideae va de 1 a 3 mm. Los colores van de castaño claro a negro y la textura de la superficie (testa) es útil para la clasificación. Las semillas están cubiertas por una envoltura funicular llamada arilo que puede ser dura o blanda de acuerdo a los géneros.

1.2.8. Sistema de raíces

Por lo general, el sistema de raíces de los cactus es generalmente muy ramificado, ramificaciones que se extienden muy superficialmente adaptadas para aprovechar las lluvias ligeras o la humedad que se deposita en los estratos superficiales del terreno durante cortos períodos de lluvia. Algunas especies tienen raíces engrosadas, napiforme, lo que les permite almacenar agua y almidones muchas veces superando el tamaño del cuerpo. Estas raíces primarias ayudan a la planta a obtener más nutrientes y llegar a aguas más profundas. (Carlos Ostolaza Nano, 2010).

1.2.9. Fisiología

Los cactus poseen una serie de características interesantes en su metabolismo, muchas de las cuales están relacionadas al hecho que las plantas usualmente ocurren en regiones con un limitado acceso a agua por lo menos una parte del año. Una de estas

características es la succulencia; algunos cactus, cuando están completamente hidratados, consisten de casi 95% de agua. Notablemente, ellos pueden secarse y sobrevivir al punto al cual el contenido de agua llega hasta 20%. Los cactus también tienen la capacidad de absorber agua muy rápidamente una vez que la lluvia ha caído, por lo cual los cactus han desarrollado diversas funciones y capacidades que contribuyen a responder a estas condiciones:

- Son plantas de crecimiento muy lento, en consecuencia sus necesidades de agua por unidad de tiempo es baja.
- Tienen tejidos epidérmicos e interiores formados con células cuya función es el almacenamiento de agua.

Tienen un uso eficiente del agua respecto a la pérdida por transpiración en relación con la cantidad de dióxido de carbono que pueden recoger y fijar en compuestos orgánicos mediante la fotosíntesis. La mayoría de las plantas desarrollan la fotosíntesis durante el día, cuando abren sus estomas para permitir la difusión del dióxido de carbono en la hoja. Inevitablemente, esto también permite que el agua saturada en el aire que rodea el tejido fotosintético se difunda hacia el exterior. En la noche, cuando la fotosíntesis se detiene, los estomas se cierran con el fin de detener la pérdida de agua. A diferencia de otras plantas, los cactus tienen un metabolismo fotosintético particular que se denomina fotosíntesis CAM (Metabolismo Ácido de las Crasuláceas). Esto les permite la asimilación del dióxido de carbono (CO_2) y la transpiración durante la noche cuando la temperatura es más baja y la humedad más alta.

Tienen mecanismos para sellar rápidamente los tejidos heridos reduciendo la pérdida de agua en ambientes áridos, poseen mecanismos para reducir la exposición a la luz solar, entre los cuales son muy importantes las espinas radiales que dan sombra a la planta. Para la adaptación al frío, la planta puede recurrir a una savia glutinosa de color más oscuro o tener una menor cantidad de espinas para absorber más calor por radiación, son las estrategias principales que permiten a especies como el Cardón crecer a grandes altitudes y mantener su temperatura interior sin perder demasiado calor. (Juan Pablo Shulze, 2004).

1.2.10. Fenología reproductiva

En el caso específico de las cactáceas columnares, la fenología reproductiva suele responder a las condiciones climáticas como presencia o ausencia de lluvias, un fenómeno ampliamente distribuido entre muchas especies.

El desarrollo de las flores y frutos es comúnmente asincrónico. Los patrones asincrónicos de producción de flores y frutos pueden ser especialmente ventajosos en condiciones ambientales adversas.

El patrón de floración con periodos de floración extendidos está siempre asociado a la apertura de sólo unas pocas flores por noche, esta conducta puede favorecer la transferencia de polen entre diferentes individuos, porque los polinizadores requieren visitar, por lo que la presencia de plantas nodrizas o rocas que ofrecen un microhábitat adecuado para la germinación y establecimiento es sumamente importante.

La producción de frutos con respecto al número de flores producidas durante la estación es alta comparada con otras plantas, esto puede reflejar en parte la succulencia de los tallos, en los que se puede almacenar una cantidad considerable de agua que puede estar disponible para la producción de estructuras reproductivas durante la época seca. (Gibson y Nobel, 1986).

1.3. Descripción botánica

El Cardón tabla *Echinopsis tacaquirensis* (Vaupel) Friedrich & Rowley

Reino Plantae

División Magnoliophyta

Clase Magnoliopsida

Orden Caryophyllales

Familia Cactaceae

Subfamilia Cactoideae

Género Echinopsis

Especie *Echinopsis tacaquirensis*

1.4. Porte

Los cactus columnares de la tribu Trichocereae que viven en la Prepuna del suroriental de los andes de Bolivia, son suculentos y principalmente de color verde, especialmente en los jóvenes. El tallo frecuentemente se lignifica y se cubre de una gruesa cutícula cerosa, la cual reduce la transpiración.

Echinopsis tacaquirensis pueden ser arbustiva o arbórea con ramificación de 3 a 4 m de alto. Tallos cilíndricos verde-gris, 15 a 30 cm de diámetro con 8 a 12 costillas anchas con surco en V, areolas de 1 a 1,5 cm de diámetro, espinas amarillas con la punta marrón, 1 central erecta o dirigida hacia abajo, fuerte 6 cm de largo, radiales 8 a 10 desiguales, 2 a 4 cm de largo, la raíz fasciculada con flores laterales blancas y en algunos casos apicales en formas de embudo de 15 a 20 cm de largo y tubo floral con abundantes escamas angostas presentan frutos dehiscentes globular, con el ápice alargado y semillas negras lustrosas. (Jafet M. Nassar, 2007).

1.5. Germinación y desarrollo

Los antecedentes indica que las semillas varían considerablemente en cuanto a su respuesta germinativa a la luz; algunas tienen necesidad de luz absoluta para germinar, en otras la exposición a la luz inhibe la germinación y un tercer grupo puede germinar bajo la luz y bajo la oscuridad; todo esto resulta complejo por el hecho de que la temperatura puede interaccionar con la luz durante la germinación de muchas semillas. La luz y temperatura han sido consideradas como factores importantes para la germinación de cactáceas y por tal razón se determinó la respuesta germinativa a la temperatura y luz de las semillas. En un trabajo con una duración de 15 días se evaluó el efecto de la temperatura y luz sobre la germinación de semillas del género *Echinopsis*, las respuestas de la germinación de las semillas indicaron un carácter termófilo y fotoblástico positivo, con porcentajes de germinación bajo luz blanca a

temperatura de 20 °C de 93,2% y a 30 °C porcentajes > 90%. (Carlos Alberto Padrón Perara, 2012).

1.6. Suelo

El suelo es el medio desde donde la planta obtiene casi todo lo que necesita: agua, aire y nutrientes para las raíces. Mantener un ambiente saludable para las raíces es otro aspecto a considerar y que tiene directa relación con la textura, estructura y ecología del suelo.

1.6.1. Protección del suelo

En lugares áridos y ventosos las cactáceas llenan la mayoría de los requerimientos para fijar el suelo y prevenir la erosión de las lluvias que normalmente se producen de forma torrencial en algunas épocas del año. Este uso se hace muy adecuado en los cultivos que se llevan a cabo en forma de terrazas, mejorando proporcionalmente la restauración de la cubierta vegetativa, evitando la erosión reduciendo de esa manera la escorrentía.

1.6.2. Requerimiento del suelo

La familia de las cactáceas requiere mínimamente durante su desarrollo y establecimiento, de un suelo poroso y bien drenado para una buena captura de las precipitaciones que se dan en cortos periodos de estaciones meteorológicas en que caen éstas, aprovechando al máximo su hidratación compensando de ese modo los periodos de estiaje.

1.7. Clasificación de las cactáceas

Dentro del grupo de las cactáceas podemos identificar cinco formas de crecimiento básicas:

- a) **Columnares.** Éstos son arbustos con tallos cilíndricos de gran magnitud con surcos longitudinales.
- b) **Epifitas y trepadoras.** Éstas son cactáceas que crecen o se apoyan sobre otras plantas.

c) **Globosas.** Son tallos esféricos simples o en grupos.

d) **Nopales.** Éstos son arbustos con tallos aplanados.

Dentro de la clasificación del presente trabajo, nuestra cactácea pertenece al grupo de la columnares ramificadas, muy grandes, con pocas a muchas ramas que llevan espinas, flores blancas y su fruto es carnoso dehiscente que queda adherido a la planta, las semillas en el interior se caen o son comidas por hormigas, que a su vez ayudan en la dispersión de éstas.

1.8. Plagas y enfermedades

Como medida preventiva de sanidad se deben revisar las plantas con regularidad para prevenir, controlar plagas y enfermedades. Algunas veces éstas se presentan en plantas débiles, heridas o golpeadas.

a) **Plagas.** Algunas de las plagas más comunes reportadas en Cactáceas son:

Cochinilla algodonosa, (*Aenoidiella spp*). La cual está cubierta por una secreción serosa con aspecto algodonoso y visible al ojo humano; esta plaga provoca un desarrollo más lento de la planta y mayor susceptibilidad al ataque de hongos y bacterias.

Piojo harinoso o cochinilla de la raíz, (*Pseudicoccus spp*). Ataca a las raíces hasta destruirlas, se observan en la raíz de la planta masas algodonosas grises o blancuzcas. En ese caso aplicar productos químicos tales como; Malathion 1000 (1,5 g.l.A./lt), Dimetoato 32,4% (0,6 g.l.A./lt), Diazinón 25% (0,348 g.l.A./lt). Cabe advertir que estos insecticidas pueden producir fitotoxicidad. Una medida adicional es el cambio de sustrato por uno nuevo previamente esterilizado y la desinfección del ejemplar con agua a presión para retirar completamente la plaga y sus huevecillos.

Pulgones. Son la plaga más común en las cactáceas y suculentas. Se presentan principalmente en nuevos crecimientos de tallos, la flor y de los brotes de donde se alimentan. Se reconocen por su cuerpo pequeño suave de color verde o negro. Si la infestación es leve, los pulgones son fáciles de eliminar. Para una infestación que

apenas comienza, un rocío con agua jabonosa es suficiente; cuando la infestación es mayor aplique Malathion 1000 (1,5 g.l.A./lt).

Escamas (*Disapis echinocacti*). Son laboriosas de quitar: si la infestación es leve, con un pincel mojado en alcohol etílico y aplicando gotas directamente sobre las escamas o con una solución de tabaco con jabón en polvo, se puede eliminar la plaga. Si la infestación es fuerte, así como la presencia de arañas rojas y nematodos, se combaten con una solución de Malathion 1000 (1,5 g.l.A./lt), Diazinón 25% (0,348 g.l.A./lt) o Dimetoato 32,4% (0,6 g.l.A./lt).

Araña roja (*Tetranychus spp*). Es muy común en el género *Coryphantha*, es un ácaro cuyo tamaño es menor de 1 mm es de color paja o rojo, causa la muerte de la planta si no es controlado a tiempo. Se controla con aplicaciones de azufre en polvo tratando toda la planta.

Hormigas. Si se controlan las hormigas, se evitarán muchos problemas, tales como la pérdida de las semillas. Puede usarse los insecticidas caseros contra hormigas, aplicados en las superficies alrededor de las plantas pero no en las plantas. Cuando se presentan muchos hormigueros es conveniente aplicar Diazinón 25% (0,348 g.l.A./lt), directamente sobre el hormiguero, tenga cuidado de hacerlo en las horas de menor actividad de las hormigas.

Larvas diversas. Las larvas o gusanos se presentan en plantas débiles o enfermas, prácticamente no hay control a menos que se detecte a tiempo; en este caso, se debe cortar toda la parte dañada, dejar cicatrizar y tratar de enraizar nuevamente.

Generalmente la aplicación de insecticidas se debe realizar en los meses de invierno y verano que es cuando se reproducen los insectos mencionados.

- b) **Enfermedades.** Éstas son causadas por hongos y bacterias, los hongos atacan a las raíces y tallos, ocasionando la pudrición de la planta. Es común que los hongos aparezcan por la presencia de humedad por un tiempo prolongado. Las bacterias son causa de enfermedades acuosas que pudren los frutos por causas

adversas de temperatura, luminosidad, humedad o la falta de espacio o bien sustratos no adecuados. (Helia Bravo Hollis, Léila Scheinvar, 1995).

1.9. Anatomía de la madera de las cactáceas

La madera de cactáceas presenta características anatómicas notablemente específicas, presentando anillos de crecimiento inconspicuos, elementos de vaso con placas de perforación simple y punteaduras alternas pseudoescalariformes, parénquima paratraqueal escaso y radios heterogéneos. Su madera es fibrosa y mesomórfica; es decir, sin el patrón característico de las especies que se desarrollan en sitios con limitantes de agua, la longitud del elemento del vaso varía de 211 a 242 μm . Se encuentran fibras libriformes, la longitud de la fibra varía de 423 a 541 μm , consideradas cortas en relación a otras dicotiledóneas, se observa una relación significativa entre longitud, lumen y grosor del mismo elemento, registrándose una relación alométrica entre el tamaño de los elementos traqueales (vaso y fibras) y la altura de los individuos, puesto que los más altos presentan elementos traqueales más largos y anchos, mientras que los de talla corta tienden a presentar elementos cortos y angostos.

El análisis de sus principales componentes mostro que los caracteres de la madera asociados con la eficiencia en la conducción de agua (lumen del elemento del vaso, densidad de vasos) así como el soporte mecánico (diámetro lumen y grosor de la pared de la fibra) mismos que determinan la conductividad relativa del vaso y el índice de vulnerabilidad, lo que sugiere que estas especies presentan especialización en la eficiencia del transporte de agua, en comparación al soporte mecánico, debido a sus hábitos de crecimiento epífitos. (Teresa Terrazas, Sofía Loza Cornejo, 2003).

1.10. La madera de cactus seco

Una vez que el cactus ha perdido sus funciones vitales se puede observar su estructura vascular gracias a la acumulación del tejido leñoso (xilema). En la planta no hay epidermis y han desaparecido las espinas u otros tejidos. Sin duda para observar la madera de cactus seca la planta debe haber llegado a su madurez y cierto tamaño.

1.10.1. Modificación del tallo suculento

Por la adaptación a climas áridos, la planta ha transformado su tallo para cumplir múltiples funciones (almacenar agua, permitir la fotosíntesis, etc.), su tejido leñoso se encuentra en cantidad reducida respecto a otras especies vegetales. Por lo cual las cactáceas se caracterizan por la pérdida de resistencia mecánica debido a la reducción de estructura leñosa a favor de tejido no especializado para el almacenamiento de agua y nutrientes. Estas características morfológicas y fisiológicas se observan en la madera de cactus utilizada en este estudio, Cardón tabla *Echinopsis tacaquirensis*.

1.10.2. El Cardón *Echinopsis spp.*

Esta especie de cactácea es autóctona del sur de Bolivia y llega a crecer a una altitud mayor de 3000 msnm. Su crecimiento es muy lento y es probable que los cardones de tamaño mayor a los 10 m. alcancen una edad de varios cientos de años. En particular, según el estudio sobre crecimiento exponencial y supervivencia del Cardón, se observa que a los 180 años de edad la planta alcanza los 10 m a un crecimiento inicial lento, hay una aceleración en la fase media de su vida, seguida por una nueva reducción acercándose a una asíntota a medida que el organismo envejece.

Este cactus forma bosques de poblaciones relativamente densas con plantas que llegan hasta unos 12 metros de altura. Es una planta perenne carnosa, con un tallo columnar cuyo diámetro en edad adulta mide alrededor de 40-50 cm. Es una especie de crecimiento arbóreo, con pocos brazos laterales, en ocasiones inexistentes según la zona geográfica. En épocas secas como el invierno, la planta se contrae por la reducción de agua almacenada en su interior y puede reducir su altura de entre 0,5 a 2 cm el diámetro también se contrae sustancialmente facilitado por la estructura de las costillas que se pliegan como acordeón.

Observado la planta seca vemos el cilindro formado por el tejido leñoso de sus haces vasculares, que a diferencia de un árbol queda vacío en su interior. Ésta forma una serie de olas por la estratificación de xilema, su discontinuidad nos recuerda las conexiones

de la estructura interior a las areolas y espinas de la planta hacia el exterior. La forma cilíndrica está por supuesto vinculada a la forma de candelabro de la planta.

La madera de cactus seco tiene una forma cilíndrica hueca, tanto en la cara exterior del cilindro como en la interior es visible una estructura discontinua conformada por la sobre posición de las fibras leñosas. La diferente configuración entre las dos caras (exterior e interior) está relacionada a la forma cilíndrica de la madera de cactus, debido a que las presiones entre las fibras es mayor en el diámetro exterior que en el interior.

1.10.3. Diferencia del material leñoso

- a) **Cara exterior.** Las fibras son más juntas entre ellas y están muy marcados los huecos de las conexiones con las areolas de la planta. Éstas se disponen a lo largo de la línea vertical que constituía la costilla. Además las líneas adyacentes nos muestran cómo se van desfasando los vacíos de las areolas, respecto a imaginarios ejes horizontales, configurando un entramado romboidal.
- b) **Cara interior.** Esta muestra un tejido más abierto. Es visible el canto de las fibras que se desarrollan en la dirección del crecimiento y el entramado más abierto como a formar una series de olas adyacentes. Por supuesto no es posible conocer la verdadera secuencia de crecimiento de los tejidos pero es visible el resultado de las presiones internas ejercidas entre las células de las cuales queda la materia resistente. (Stephan Halloy, 2008).

CAPÍTULO II

DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE

DISTRIBUCIÓN DE LA ESPECIE EN

ESTUDIO

CAPÍTULO II

DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE DISTRIBUCIÓN DE LA ESPECIE EN ESTUDIO

2.1. Aspectos espaciales

Estos datos representativos del municipio son:

2.1.1. Ubicación geográfica

Bolivia, políticamente está dividida en nueve departamentos, uno de éstos Potosí se encuentra enclavada en el sud oeste de la zona sud andina del país, junto a Chuquisaca y Tarija, a su vez se encuentra dividido en 16 provincias y 38 secciones municipales.

La provincia Sur Chichas se encuentra situada en la parte sur este del departamento de Potosí, junto a la provincia Modesto Omiste comparten la frontera con la República de Argentina. La provincia Sur Chichas está dividida en dos secciones municipales, la primera sección municipal es el municipio de Tupiza, con su capital del mismo nombre y la segunda sección municipal corresponde al municipio de Atocha.

2.1.2. Latitud y longitud

El municipio de Tupiza se encuentra localizado al sur del departamento de Potosí, entre los paralelos 21°18' y 21°50' de latitud Sur de la línea del Ecuador y los paralelos 65°10' y 66°60' de longitud Oeste del Meridiano de Greenwich; es uno de los 38 municipios de Potosí y es la primera sección municipal de la provincia Sur Chichas.

2.1.3. Límite territorial

Tupiza es la primera sección municipal de la provincia Sur Chichas, sus límites territoriales son:

- Al Norte con la provincia Nor Chichas y la segunda sección municipal de la provincia Sur Chichas.
- Al Sur con la provincia Modesto Omiste municipio de Villazón y la República de Argentina.

- Al Este con la provincia Avilés municipio de Yunchará del departamento de Tarija y la provincia Sud Cinti del departamento de Chuquisaca.
- Al Oeste con la provincia Sur Lípez y la segunda sección de la provincia Sur Chichas municipio de Atocha.

2.1.4. Extensión territorial

La provincia Sur Chichas tiene una extensión territorial de 8.107,33 Km² correspondiendo al 6,86% del total departamental, el municipio de Tupiza tiene una extensión territorial de 6.194,64 km² que corresponde al 5,24% del total territorial y al 76,41% del territorio provincial.

Cuadro N° 1 Extensión territorial

Sección	Superficie km ²	Porcentaje
Departamento de Potosí	118.218,00	100,00
Provincia Sur Chichas	8.107,33	6,86
Municipio de Tupiza	6.194,64	5,24
Área Urbana	11,92	0,01
Área Rural	6.182,72	5,23

Fuente: Elaboración Propia PDM 2009-2013

El municipio de Tupiza está dividido territorialmente en dos sectores claramente diferenciados que son el área urbana que tiene una extensión territorial de 11,92 km² y el área rural que tiene una extensión territorial de 6.182,72 km². (PDM, 2009-2013).

2.2. Descripción fisiográfica

El municipio de Tupiza pertenece a la Provincia Fisiográfica de la Cordillera Oriental, abarca 155.229 Km², correspondiente al 34,42% respecto a las cinco provincias fisiográficas que se ubica; entre el Altiplánico y el Subandino.

Está conformada por un paisaje muy accidentado, caracterizado por un alto índice de degradación de suelos y de la cobertura vegetal formada principalmente por montañas, serranías, colinas con presencia de valles angostos y encajonados. Comprende seis grandes paisajes: Montañas, Serranías, Colinas, Valles, Penillanuras y Llanuras de piedemonte, con un total de 70 paisajes fisiográficos. La cobertura vegetal es muy

variable; sin embargo, predominan las asociaciones de arbustos, herbáceas o bosques, arbustos semidecídusos y decídusos.

2.2.1. Altitudes

El Municipio de Tupiza, presenta una variabilidad de altitudes, en las que se encuentran distribuidas las comunidades, OTBs y/o Barrios, donde éstas se hallan distribuidas entre 2600-3120 msnm. Lo que demuestra la variabilidad de niveles altitudinales que tiene sus propias características de acuerdo a la ubicación en la que se encuentran.

Cuadro N° 2 Altitudes de estaciones meteorológicas del municipio de Tupiza

N°	Ubicación	Tipo de estación	Latitud	Longitud	Altura (msnm.)
1	Tupiza	Climatología principal	21° 26'	65° 43'	2952
2	Oploca	Meteorología ordinaria	21° 20'	65° 50'	3120
3	San José de pampa grande	Termopluiométricas	21° 43'	65° 47'	3000
4	Charaja	Pluvióométrica	21° 29'	66° 29'	2600
5	Mochara	Pluvióométrica	21° 18'	66° 60'	3045
6	Talina	Pluvióométrica	21° 39'	66° 07'	3100

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología SENAMHI 2003

En el cuadro se describe la ubicación altitudinal de seis tipos de estaciones meteorológicas con presencia en el municipio de Tupiza. (SENAMHI, 2003).

2.2.2. Relieve

A través de la integración del relieve, es posible definir varios aspectos que están en relación con los factores y procesos medio ambientales que permiten definir, la evolución del paisaje como al mismo tiempo predecir su futuro.

2.2.3. Geología

En el departamento de Potosí se diferencian tres provincias fisiográficas: la Cordillera Occidental o Volcánica, el Altiplano y la Cordillera Oriental, al respecto nuestra zona de estudio se encuentra ubicada en la cordillera oriental por lo cual se conceptualizarán más detalles sobre ésta. Las rocas ordovícicas constituyen el núcleo de la cordillera oriental, vienen a ser las más ampliamente difundidas. Litológicamente la composición de las rocas ordovícicas son lutitas, limolitas en menor proporción también se encuentran cuarcitas y areniscas. Las rocas sedimentarias de edad ordovícica están

conformando serranías aisladas dentro del Altiplano, entre la localidad de Río Grande a Uyuni, constituidas principalmente por areniscas y lutitas, fuertemente plegadas y deformadas. También se encuentran estas rocas sedimentarias al oeste de San Pablo de Lípez; en las proximidades de San Cristóbal, cuyo cordón orográfico se prolonga hacia el sudoeste con la denominación de “Serranía de las Ánimas”, en los alrededores de Quetena. (ZONISIG, 2000).

2.2.4. Geomorfología

Las formas del relieve actual son el resultado de procesos geológicos, de la composición litológica, de la acción climática que causa la desintegración y descomposición de las rocas, facilitando el modelado y desarrollo de las formas del terreno.

La Cordillera Oriental se encuentra en el este del departamento de Potosí y forma un complejo de cadenas montañosas, serranías, colinas, planicies, valles, piedemontes y llanuras. El área presenta con mayor preponderancia unidades geomorfológicas de origen estructural (plegamientos, fallamientos, hundimientos y otros procesos geológicos), coluvio aluvial (transporte de los sedimentos por acción de la gravedad), glacial (morrenas, procedente de desprendimientos, meteorización o erosión glacial). La geomorfología del paisaje actual, en casi todo el municipio, incluye conglomerados, areniscas, limolitas, calizas, margas, diapiros, intercalan tobas y lavas; de manera muy dispersa depósitos aluviales, fluvio-lacustres, fluvio-glaciales, glaciales, cuarcitas, pizarras y lutitas.

En el Municipio de Tupiza, se presenta con mayor preponderancia el sistema geomorfológico de la Cordillera Oriental, la cual a su vez comprende unidades de paisaje, las unidades geomorfológicas identificadas son:

Unidades geomorfológicas de origen estructural. Estas unidades comprenden las serranías, cuevas y colinas de la Cordillera Oriental, con formación que se debe a la acción combinada de plegamientos, fallamientos, hundimientos y otros procesos geológicos.

Unidades geomorfológicas de origen coluvio aluvial. Estos paisajes son el resultado del transporte de los sedimentos por acción de la gravedad, cuyo agente principal es el agua corriente, formándose los mismos en las laderas de los cerros, constituyendo los piedemontes.

Unidades geomorfológicas de origen aluvial. Las características de estas fases han sido descritas, dentro de las unidades de origen estructural, por ser componente de ellas.

Unidades geomorfológicas de origen glacial. Estas morrenas, son residuos de la acción glacial que hubo durante el Pleistoceno, y es un material procedente de desprendimientos, meteorización o erosión glacial, que ha sido transportado y objeto de una erosión intensa, donde por movimiento del glacial el material rocoso ha ido a parar a los flancos y a las partes terminales. (ZONISIG, 2006).

2.2.5. Hidrografía

El departamento de Potosí forma parte de tres cuencas: la cuenca cerrada del Altiplano, la cuenca del Plata y la cuenca del Amazonas.

La cuenca del Plata es la segunda en extensión en el departamento, ya que abarca el 35% de su superficie y se caracteriza por precipitaciones promedio anual que varían entre 200 y 600 mm El curso de los ríos está controlado por las condiciones litológicas y estructurales, resultando en una dirección predominante hacia el sureste. El río San Juan del Oro es el drenaje principal en el sector sur del departamento, el sector central es drenado por los ríos Tumusla, Cotagaita y Toropalca. El sector norte de esta cuenca drena por el río Pilcomayo, en la cuenca del Plata.

Los ríos se desplazan por montañas y serranías, en forma restringida o encajonada, naciendo en elevaciones que alcanzan los 5000 msnm. (serranías de Llallagua y Manquiri), bajando a altitudes de 1900 msnm. (valles de Mataka y Turuchipa).

Río Tupiza. En esta subcuenca se tienen serranías de amplitud baja y media con disección moderada a fuerte (Oro Ingenio, Oploca y Tupiza) que representa una superficie de 182,8 km².

Colinas de amplitud media a baja de disección fuerte a extrema con una superficie de 56,8 km² ubicadas al oeste y norte de la subcuenca, piedemonte en los interfluvios de las formaciones colinosas y serranías con una superficie de 20,9 km², las cuevas de Palala representan una extensión de 12,1 km² y el valle aluvial de Tupiza y Oploca tienen una superficie de 15,9 km² de terrazas cultivables, el lecho de río tiene una superficie de 4,77 km², los abanicos aluviales tienen una superficie de 11,9 km² y finalmente los valles estrechos con reducidas áreas de terrazas representa una superficie de 8,55 km². (PGEC, 2015).

2.2.6. Zonas agroecológicas

Por el relieve montañoso de la provincia Sur Chichas, la primera sección del municipio de Tupiza se intercalan en su espacio físico, las siguientes zonas agroecológicas: Valle, Cabeceras de Valle, Puna Baja, Puna Alta y Alto Andino.

Valle. En el ámbito ecológico de los valles las alturas varían desde los 2400-2800 msnm. se caracteriza por la producción de maíz, haba, ajo, cebolla, zanahoria y tomate, entre las especies frutales que se producen están: durazno, pera, ciruelo, membrillo, manzana, damasco, higo y vid con sus variedades adaptadas para la zona; la actividad ganadera esta preferentemente orientado a la crianza de caprinos y ovinos, sin dejar de lado a los bovinos y los porcinos.

Cabecera de valle. Corresponde a comunidades ubicadas entre 2800-3200 msnm. de clima templado, la cobertura vegetal, compuesta por vegetación arbustiva y arbórea, especialmente churqui, palqui, katawi, lloque, molles, especies de thola, y cactáceas de diferentes especies.

Puna baja. Ubicado en un rango altitudinal desde 3200-3600 msnm. la producción agrícola más representativa abarca los cultivos de papa, haba y maíz, poseyendo también la producción de durazno. La Producción pecuaria está sustentado en la crianza de ganado ovino, caprino y porcino.

Puna Alta. Ubicada en las estribaciones de la cordillera de los Lípez, con un rango de altura entre 3600-4100 msnm.

De clima frío, la cobertura vegetal, compuesta por vegetación herbácea, asociada a plantas leñosas de porte arbustivo, especialmente especies de thola y cojinete como la yareta, en forma aislada se presentan bofedales con especies típicas de este ecosistema.

Alto Andino. Piso ecológico que comprende alturas superiores a los 4100 msnm. En este piso se encuentran los Campos Naturales de Pastoreo (CANAPAS), presenta especies graminoideas y arbustivas de bajo porte con aptitud forrajera, la fauna silvestre es escasa. (PDM, 2009-2013).

Cuadro N° 3 Zonas Agroecológicas del municipio de Tupiza

Zona agroecológica	Km ²	%	Características principales
Alto Andino	774,33	12,50	Serranías altas picos altos
Puna Alta	1.859,63	30,02	Serranías alta, relieve ondulado
Puna Baja	1.883,17	30,40	Serranías y colinas con planicies
Cabecera de Valle	1.265,56	20,43	Serranías altas, relieve ondulado a escarpado
Valles	411,95	6,65	Terrazas planas y pie de montes ondulados
Total	6.194,64	100,00	

Fuente: Elaboración Propia PDM 2009-2013

La región de los chichas es apta para la crianza de una diversidad de especies ganaderas en sus diversas zonas agroecológicas, dependiendo el piso ecológico se cría ganado, caprino, ovino, bovino, camélido, porcino y aves de corral principalmente.

2.2.7. Flora

La flora nativa siempre tiene un rol influyente sobre la fisonomía del paisaje en áreas rurales. En el caso del Municipio de Tupiza en gran parte de su geografía la flora es favorecida por las condiciones edáficas y “climáticas”, su presencia tanto como su diversidad determinan en muchos casos el desarrollo de otras formas de vida.

La vegetación originaria en las partes aluviales de suelos fértiles mayormente fue reemplazada por campos de cultivos. Dominan maizales, pero se ven también plantaciones de papas, cebollas, ajos, habas y numerosos frutales como duraznos, manzanas, membrillo y la vid. En los bordes de las chacras crecen arboles cultivados de álamo (*Populus spp.*), eucalipto (*Eucalyptus globulus*), sauce (*Salix humboldtiana*), fresno (*Fraxinus spp.*), pino (*Pinus spp.*) y cipres (*Cupressus spp.*). Como elementos arbóreos endémicas se ven frecuentemente el molle (*Schinus molle*), a menudo el

algarrobo (*Prosopis alba*), el churqui (*Prosopis ferox*), muy raramente también el churqui de Tarija (*Acacia caven*) al sur del municipio de Tupiza. Al borde de los arroyos, ríos y de las quebradas abundan arbustales densos de suraña (*Tessaria absinthioides*), matas altas de sehuecas (*Cortaderia spp.*), q'ara llant'a (*Nicotiana glauca*) a veces arbustos grandes de un chillca (*Baccharis pentlandii*), y las cañuelas altas (*Arundo donax*). En los lugares más secos se ven manchones de hierbas altas de flores anaranjadas del sunchu (*Viguiera tucumanensis*), arbustos de (*Senna birostris var. hookeriana*), matas de gramíneas erectas hasta 1,2 m (*Pappophorum caespitosum*). Las gramíneas que forman un césped bajo se componen mayormente de la brama (*Cynodon dactylon*) y en los lugares salobres de (*Distichlis spicata*). Como gramínea pionera en los baldíos, borde de centros poblados se ven frecuentemente un pasto introducido con espiga ancha, plumosa (*Pennisetum villosum*). Algunas de poblaciones como (*Frankenia triandra*, *Adesmia occulta*, *Pycnophyllum spp.*) y arbustos como (*Baccharis thola*, *Clinopodium gilliesii*, *Chersodoma jodopappa*, *Fabiana spp.*) varias especies de (*Parastrephia spp.*) aisladamente, se encuentran poblaciones de keñuales de (*Polylepis tomentella*) y yaretales de (*Azorella spp.*) compacta. En los sitios con mayor aridez se encuentran los matorrales dominantes de (*Prosopis ferox*, *Acacia feddeana*, *Baccharis boliviensis*, *Cercidium andicola*) o especies raras como (*Carica quercifolia*) entre otras. Cardonales columnares representados por (*Oreocereus celsianus*, *Trichocereus tarijensis*, *Trichocereus tacaquirensis*) entre otros de menor porte como (*Cleistocactus tupizensis*, *Opuntia boliviana*, *Parodia maassii*). Algunas especies muy pequeñas como (*Rebutia pygmaea* y *Blossfeldia liliputana*). (Freddy Zenteno, 2008).

2.2.8. Descripción del área de distribución de la especie en estudio

En el área de distribución se distinguen tres grandes ecorregiones, la Prepuna, Puna Norteña (semi húmeda) y la Puna Sureña (desértica), con subformaciones y habitas muy particulares que pueden ser corroborados por mapas de vegetación. En el ámbito biogeográfico según comprende la provincia Boliviano-Tucumana, del sector Pilcomayo y los distritos de Chichas y San Juan del Oro que presenta comunidades de

vegetación herbazal, matorral, cardonales y bosques pequeños. (Gonzalo Navarro, 2002).

El Cardón tabla *Echinopsis tacaquirensis*, se encuentra distribuido en todo el municipio de Tupiza. De manera general, la mayor parte del territorio está ocupada por árboles, arbustos y cactáceas de distintas especies, mientras que los pajonales dominan en las cimas y pendientes superiores de las montañas.

Prepuna. Se localiza en un rango de 2300-3400 msnm. con temperaturas promedios de 15-17 °C con extremos que superan los 30 °C y menor a cero grados, las precipitaciones van de 300-400 mm. La vegetación típica es de chaparrales espinosos deciduos con cactáceas columnares y rastreras. Familias características Asteraceae, Bromeliaceae, Cactaceae, Fabaceae, Poaceae y Verbenaceae. Especies típicas como *Acacia feddeana*, *Cercidium andicola*, *Prosopis ferox*, *Schinus molle* y todo tipo de cactáceas *Echinopsis spp.* *Oreocereus spp.*

Puna norteña. Está comprendida a una altitud 3200-4200 msnm. con temperaturas de 7-10 °C y una precipitación promedio de 400-1000 mm. La vegetación corresponde a pajonales con arbustos, pajonales abiertos, céspedes bajos en lugares húmedos, matorrales de arbustos resinosos y restos de bosque de *Polylepis spp.* y bofedales conocidos como “cienegos”. Las familias más representativas son las Asteraceae, Cactaceae, Caryophyllaceae, Gentianaceae, Fabaceae, Poaceae y Rosaceae; especies características como *Adesmia spinosissima*, *Baccharis boliviensis*, *Echinopsis tacaquirensis*, *Festuca dolichophylla*, *Tetraglochin cristatum*, en los bofedales o cienegos se encuentran especies como *Distichia muscoides*, *Werneria pygmaea*.

Puna sureña. Se encuentra en un rango mayor a 3800 msnm. con temperaturas promedios de 0-5 °C y precipitaciones <50-250 mm. La vegetación típica es de pajonales de *Festuca spp.* Césped bajo en lugares húmedos, matorral muy abierto de arbustos resinosos, bosque abierto de *Polylepis tomentella*, cojines duros de *Azorella spp.* compacta y praderas halófiticas, bofedales y arenales. Familias características son: Apiaceae, Asteraceae, Cactaceae, Chenopodioaceae, Poaceae y Verbenaceae. Especies

típicas como *Baccharis boliviensis*, *Oriastrum stuebelii*, *Deyeuxia crispa*, *Festuca chrysophylla*, *Echinopsis spp.* y *Oreocereus spp.* (Pierre Ibisch, 2010).

2.2.9. Fauna

La región se caracteriza por tener una fauna silvestre abundante, pero inferior en relación al trópico y subtropical. En esta caracterización breve, se consideran las especies identificadas en un proceso de levantamiento de información complementaria, existen especies con amplia distribución y otras limitadas, las siguientes referencias caracterizan la misma.

Cuadro N° 4 Principales especies de fauna silvestre del municipio de Tupiza

Nombre común	Especie	Nombre común	Especie
Añasco	<i>Conepatus chinga</i>	Cotorra boliviana	<i>Myiopsitta luchsii</i>
Huron	<i>Galictis cuja</i>	Cóndor	<i>Vultur gryphus</i>
Liebre	<i>Lepus europaeus</i>	Colibrí	<i>Oreotrochilus adela</i>
Murciélago	<i>Desmodus rotundus</i>	Bandurrita	<i>Tarphonomus harterti</i>
Oskollo	<i>Leopardus geoffroyi</i>	Carachupa	<i>Didelphis marsupialis</i>
León, puma	<i>Puma concolor</i>	Oke conejo	<i>Galea nana</i>
Raton	Rodentia spp.	Perdiz	<i>Nothoprocta ornata</i>
Taruka	<i>Hippocamelus antisensis</i>	Pucu	<i>Thinocorus orbignyianus</i>
Venadito	<i>Mazama spp.</i>	Kurkuta	<i>Metriopelia ceciliae</i>
Vicuña	<i>Vicugna</i>	Buho	<i>Bubo virginianus</i>
Vizcacha	<i>Lagidium viscacia</i>	Pitobuey	<i>Pitangus sulphuratus</i>
Zorro claro	<i>Lycalopex culpaeus</i>	Chiguanco	<i>Turdus chiguanco</i>
Zorro oscuro	<i>Lycalopex gymnocercus</i>	Huichico	<i>Saltator aurantirostris</i>

Fuente: Biodiversidad, Turismo Biocultural de Tupiza 2012

De manera general se conoce que el municipio de Tupiza no cuenta con un control eficiente de la fauna silvestre y la falta de conciencia sobre conservación, ha determinado que parte de esta se encuentre sufriendo un proceso de extinción de algunas especies. (Stephan Beck, 2012).

2.3. Características climáticas

Las temperaturas de los meses más cálidos son variables, van desde las más altas, al centro de Tupiza (26,5-28,2 °C) y van bajando con dirección al suroeste, en la que se registran temperaturas de 14,5-17,9 °C. Por otro lado, en los meses más fríos del año

se presentan temperaturas que varían desde $-1,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ (en el centro de Tupiza) y pueden alcanzar los $-14\text{ }^{\circ}\text{C}$ en las zona más altas. La precipitación en los meses más lluviosos se encuentra entre los 95,3-104,9 mm y presenta un gradiente de menor a mayor cantidad de lluvia desde el sector sureste hacia el oeste.

Las principales características climáticas del municipio de Tupiza son sus regímenes extremos de temperatura (en el día y la noche) y la poca precipitación. Lo que resulta en una escasez de agua y una humedad de aire muy baja durante la época seca, con limitaciones para el desarrollo de muchas especies vegetales. Por lo general, los lugares de mayor humedad se encuentran en las depresiones o fondos de valle que están asociados a ríos y riachuelos permanentes o estacionales, o donde hay filtraciones de agua. Conforme al registro de varias estaciones climatológicas instaladas en el municipio de Tupiza; el clima de la región es subhúmedo, seco, semiárido y árido cuyos rangos fluctúan de templados a fríos, los mismos que varían de acuerdo a la fisiográfica, la intercalación de varios pisos ecológicos definiendo las condiciones climáticas, para cada uno de estos. (Stephan Beck, 2012).

2.3.1. Temperatura

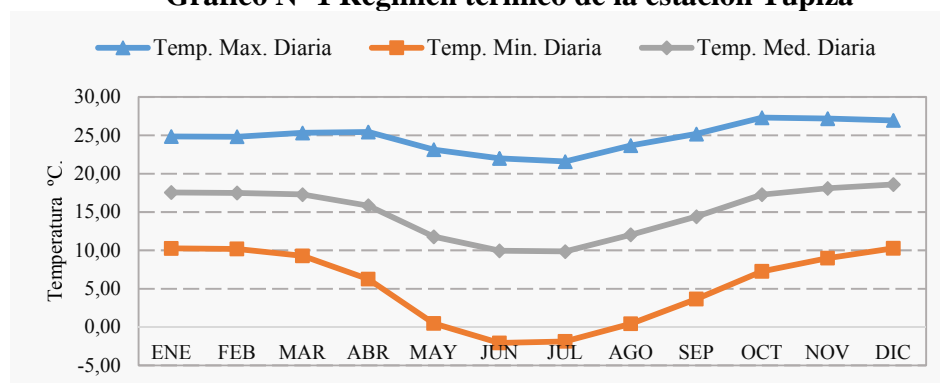
Para el análisis regional de temperaturas, se cuenta con información a nivel de valores medios, máximos y mínimos en el periodo de 13 años en la estación meteorológica de Tupiza, obteniendo los siguientes resultados.

Cuadro N° 5 Registros meteorológicos de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) estación Tupiza

Meses/Temp.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Media
Temp. Max. Diaria	24,85	24,82	25,31	25,43	23,13	21,99	21,58	23,67	25,17	27,30	27,18	26,95	24,78
Temp. Min. Diaria	10,25	10,18	9,28	6,26	0,46	-2,07	-1,87	0,42	3,65	7,26	8,99	10,26	5,26
Temp. Med. Diaria	17,55	17,49	17,28	15,83	11,78	9,95	9,85	12,03	14,39	17,27	18,09	18,59	15,01
Temp. Amb. Diaria	19,27	20,13	18,43	17,60	14,80	13,13	12,67	15,10	18,47	21,20	21,37	19,70	17,66

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología SENAMHI 2000-2012

El régimen térmico en el municipio de Tupiza está directamente relacionado con la altura. Los valores máximos medios de temperatura en verano pueden llegar a los $27,30\text{ }^{\circ}\text{C}$ y las temperaturas mínimas medias se presentan en el mes de junio con $-2,07\text{ }^{\circ}\text{C}$. La temperatura media regional es de $15,01\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Gráfico N° 1 Régimen térmico de la estación Tupiza

Fuente: Elaboración propia-2017

2.3.2. Precipitación

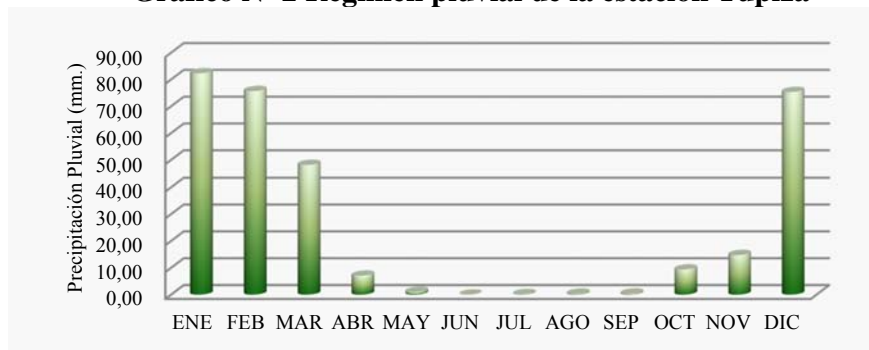
Los datos presentados en el siguiente cuadro son registros recopilados por la estación meteorológica de Tupiza para un periodo de 13 años.

Cuadro N° 6 Datos de la precipitación pluvial total (mm.) estación Tupiza

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
2000	112,9	48,8	38,2	6,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,2	69,1	277,7
2001	53,6	118,3	41,0	3,6	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	6,0	40,1	263,1
2002	18,4	51,3	63,5	0,0	0,0	0,0	2,4	0,0	0,0	31,0	10,9	13,3	190,8
2003	46,1	33,1	75,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,4	0,3	25,9	187,3
2004	102,6	31,5	52,2	9,8	0,0	0,0	0,0	3,8	4,2	4,8	0,0	49,3	258,2
2005	46,2	127,3	19,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,7	14,5	90,8	307,5
2006	89,0	64,4	75,2	1,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	21,2	60,6	313,9
2007	94,3	13,6	93,4	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	43,3	43,9	148,2	436,9
2008	156,9	39,4	27,9	4,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,3	21,6	211,2	468,1
2009	84,4	161,6	29,8	60,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,7	68,0	416,6
2010	75,8	106,9	30,4	0,5	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	68,6	283,2
2011	39,5	86,1	41,6	3,1	11,8	0,0	0,0	0,0	0,2	6,5	4,2	85,8	278,8
2012	150,6	101,6	37,8	2,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,4	11,8	54,2	48,5	407,1
Media	82,33	75,65	48,12	7,05	1,03	0,00	0,18	0,33	0,37	9,37	14,35	75,34	314,55

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología SENAMHI 2000-2012

La precipitación media anual alcanza un total anual de 314,55 mm. Evidenciándose las precipitaciones más intensas en el mes de enero con 82,33 mm. disminuyendo hasta 0,00 mm. en el mes de junio. El período lluvioso más intenso abarca los meses de diciembre a marzo, siendo las más intensas los meses de enero y febrero, de manera contraria se constituyen los meses más secos de junio, julio y agosto.

Gráfico N° 2 Régimen pluvial de la estación Tupiza

Fuente: Elaboración propia-2017

2.3.3. Diagrama bioclimático

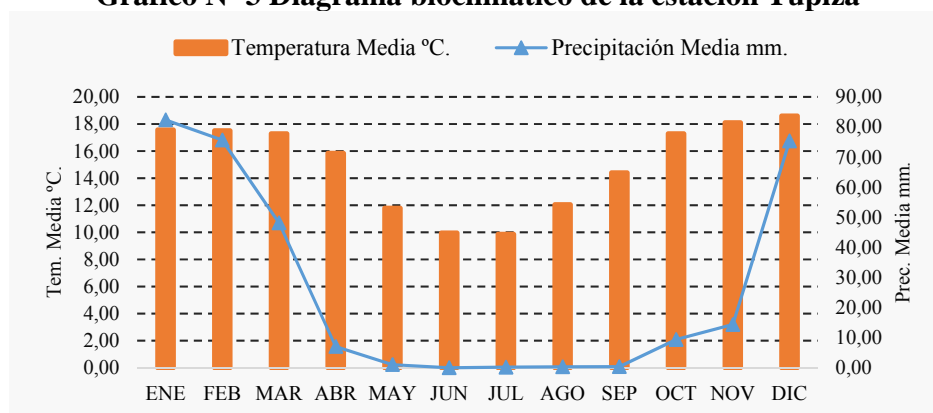
El objetivo principal del diagrama bioclimático es brindar información útil desde el punto de vista hidroclimatológico. El que utilizando información sobre temperatura y precipitación, en un promedio no menor de 10 años logra únicamente determinar la estación relativamente húmeda y el periodo relativo de sequía.

Cuadro N° 7 Registros (precipitación y temperatura) de la estación Tupiza

Período Considerado 2000-2013	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Temperatura. Media °C	17,55	17,49	17,28	15,83	11,78	9,95	9,85	12,03	14,39	17,27	18,09	18,59
Precipitación Media mm.	82,33	75,65	48,12	7,05	1,03	0,00	0,18	0,33	0,37	9,37	14,35	75,34

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología SENAMHI 2000-2012

Esta información disponible de temperatura y precipitación nos permitirá proyectar una representación de la fluctuación de los periodos más recomendados para desarrollo de la vegetación del municipio Tupiza.

Gráfico N° 3 Diagrama bioclimático de la estación Tupiza

Fuente: Elaboración propia-2017

2.3.4. Humedad relativa

Es de más interés práctico conocer cuánto vapor de agua existe expresado como porcentaje de la cantidad máxima que puede contener el aire saturado a una determinada temperatura, variable que se conoce como humedad relativa.

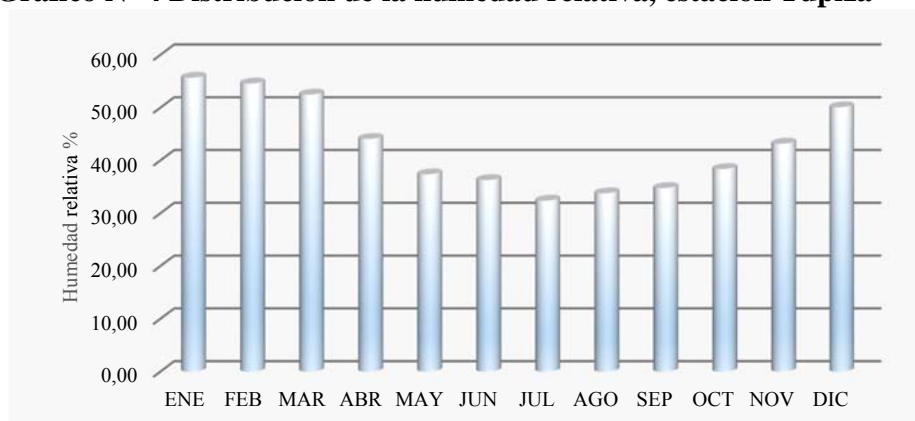
Cuadro N° 8 Registros meteorológicos de la estación Tupiza

Valores	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual	Media
Humedad Relativa %	55,7	54,6	52,5	44,1	37,4	36,3	32,4	33,8	34,8	38,4	43,2	50,1	513,3	42,8
Evaporación %	4,6	5,3	4,8	5,0	4,4	3,8	4,5	5,4	6,3	7,1	6,9	5,5	63,6	5,3
Nubosidad Octavos	4,9	4,4	3,5	2,3	1,4	1,2	0,9	1,2	1,9	2,7	3,4	4,3	32,1	2,7
Días con Helada	0,0	0,0	0,0	2,0	17,0	22,0	25,0	16,0	4,0	0,0	0,0	0,0	86,0	7,2
Días de Lluvia	14,0	11,0	8,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	2,0	6,0	12,0	56,0	4,7

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología SENAMHI 2003

La humedad relativa es un indicador del grado de saturación del aire, de la magnitud de la evaporación, transpiración y de la probabilidad de lluvia convectiva.

Gráfico N° 4 Distribución de la humedad relativa, estación Tupiza



Fuente: Elaboración propia-2017

2.3.5. Riesgos climáticos

Varios de los principales problemas físicos que afectan a las actividades agropecuarias en la región, son consecuencia del clima. Éstos son heladas, escasez (falta de regularidad, lluvias) y granizadas. Uno de los mayores problemas es la variabilidad de estos eventos climáticos que se registran a través de los años de observación, que causa inseguridad continua para las diferentes actividades agropecuarias.

Heladas. Las heladas limitan significativamente el desarrollo de los cultivos, implicando que en las regiones bajas y protegidas se presenten períodos de cuatro meses y más sin heladas (los meses octubre, noviembre hasta febrero y marzo). Para la mayor parte de los cultivos en la región, se consideran tres meses sin heladas como mínimo para posibilitar la agricultura. Hay que destacar que los meses libres de heladas coinciden con los meses de mayor precipitación.

Escasez (falta de regularidad, lluvias). Según el balance hídrico del suelo, el periodo de crecimiento (época del año donde se tiene disponible suficiente agua en el suelo para permitir el crecimiento de las plantas), es menos de 3 meses en gran parte del departamento. Esto significa que la agricultura sin riego es casi imposible, debido a que la gran mayoría de cultivos necesita por lo menos un periodo de crecimiento de tres meses. Solamente en parte de las unidades de terreno de la Cordillera Oriental la disponibilidad de suficiente agua en el suelo es de 3-6 meses.

Granizadas. La importancia reside en los daños considerables que produce en la agricultura, debido al impacto físico que tiene este tipo de precipitación, normalmente es muy difícil pronosticar la ocurrencia de la granizada, ya que es función de una variedad de condiciones atmosféricas muy locales. En la Cordillera Oriental, especialmente en los valles, piedemonte el granizo causa mucho daño con mayor frecuencia en el período de crecimiento, siendo la distribución estacional del granizo similar a la de la lluvia. (ZONISIG, 2000).

CAPÍTULO III
MATERIALES Y METODOLOGÍA

CAPÍTULO III

MATERIALES Y METODOLOGÍA

3.1. Materiales y metodología para la identificación, clasificación taxonómica y caracterización morfológica

3.1.1. Materiales

Los materiales que se usó son:

- Planilla para el registro
- Cámara fotográfica
- GPS
- Fluxómetro
- Regla
- Material de escritorio en gral.

3.1.2. Metodología

- Para la identificación de la especie se mandó una muestra de la cactácea debidamente diseccionada en sentido transversal, una torta de 6 cm de alto con un diámetro de 18 cm y otro corte de la cara tangencial con sus respectivas areolas-espinas, al Herbario Nacional de Bolivia (LP) UMSA.
- Para la determinación taxonómica se usó el método exploratorio descriptivo directo basado en los principios y criterios de la clasificación de plantas, corroborando la misma mediante bibliografía general de la familia de cactáceas.
- Para la descripción morfológica y de hábitat se hizo la observación directa tomando datos cualitativos de la cactácea en relación a su morfología vegetal, sitio donde la cactácea está establecida y de la comunidad de flora que lo rodea.

3.2. Materiales y metodología para la determinación de las propiedades físicas

Los materiales, equipo de campo e instrumentos utilizados en la elaboración fueron los siguientes:

3.2.1. Materiales

- Planilla de laboratorio (ver anexo: 1)
- Material de escritorio en gral.
- Computadora
- Parafina
- Agua destilada
- Calculadora
- Normas ASTM-COPANT (madera)

Instrumentos

- Micrómetro
- Balanza electrónica (0,01 de precisión)
- Horno eléctrico
- Xilohigrómetro
- Calentador a baño María
- Vaso de precipitados
- Soporte universal
- Punzón

Equipo de campo

- Machete
- SERRUCHO
- Flexómetro
- GPS
- Cámara fotográfica
- Libreta de anotaciones

3.2.2. Metodología

Para la selección de la toma de muestras del material vegetal vivo-muerto, se realizó una selección del sitio al azar simple.

3.2.3. Selección de la muestra

Para la selección del material leñoso del Cardón tabla (*Echinopsis tacaquirensis*) se utilizó los siguientes criterios:

Ecológico. En la toma de la muestra no se apeó ni destruyó ninguna especie viva más a lo contrario las muestras seleccionadas estaban muertas en pie. Realizando de esta manera un estudio tecnológico sin dañar la flora.

Volumen. Es un factor muy importante para obtener las probetas lo más representativas posible, debido a que el material no es completamente sólido como una madera convencional, es necesario que Cardón tabla tenga un diámetro de 20-30 cm y 0.70-1 m de longitud.

Normativa. Éste fue un factor que se utilizó como fuente guía parcial para la selección del número de individuos y de las dimensiones, tomando como base la norma ASTM D 5536-99 y ASTM D 143-94.

3.2.4. Preparación de las probetas

Se seleccionaron cinco cactáceas basándose parcialmente en la norma ASTM D 5536-99, en el criterio ecológico y el volumen. Una vez extraído el material leñoso se trasladó el mismo a un centro de transformación secundario (carpintería) para su dimensionamiento, teniendo en consideración que sean lo más sólidas y con una buena posición de las caras (radiales y tangenciales). La Norma ASTM considera para estos ensayos de entre cinco a diez probetas libres de defectos de por lo menos cinco cactáceas, pero para nuestro estudio se utilizó 25 es decir 5 por cada cactácea. Según la disponibilidad de material, con las dimensiones estipuladas en la norma ASTM D 143-94, se prepararon probetas con dimensiones de 2,5 cm x 2,5 cm x 10 cm.

3.2.5. Normas utilizadas para el cálculo y análisis de las propiedades físicas

Las normas que se utilizaron para los diferentes cálculos son:

ASTM D 5536-99 población y muestreo

ASTM	D 143-94 fabricación de las probetas utilizadas en los ensayos de las Propiedades Físicas
COPANT	460 método de determinación del contenido de humedad
COPANT	461 método de determinación del peso específico
COPANT	462 método de determinación de contracciones
COPANT	30:1-012 análisis estadístico y presentación de los resultados de las propiedades físicas de la madera

3.2.6. Codificación de las probetas

La Cardón tabla por encontrarse muerto en pie, siendo este recolectado de la zona en periodos de estiaje, se trasladó inmediatamente a un centro de transformación secundario (carpintería) donde las mismas fueron dimensionadas según la norma ASTM D 143-94, verificando que las mismas sean orientadas correctamente en sus diferentes caras y sean lo más sólidas posibles, codificándolas según el número de cactácea que se dimensiono.

C1-1

Donde:

C1 = Número de cactácea

1 = Número de probeta.

3.2.7. Proceso de toma de datos de las propiedades físicas

La determinación de las propiedades físicas se efectuaron en tres etapas, de acuerdo al estado de las probetas por su contenido de humedad.

Etapa uno – madera en estado húmedo

Las probetas fueron extraídas del recipiente en la que se encontraban en un proceso remojado hasta alcanzar un contenido de humedad mayor al 30%, debido a que la

madera pierde rápidamente humedad desde el momento del apeo hasta la preparación de las probetas. Luego se hizo escurrir el agua de las probetas, y posteriormente se procedió a:

- a) Se tomó el peso de cada probeta (PH).
- b) Se determinó las dimensiones y longitud de cada probeta.
 - Dimensión radial húmedo (DRH)
 - Dimensión tangencial húmedo (DTH)
 - Longitud (LH)
- c) Se determinó el volumen de la probeta expresado en cm^3 por el método de inmersión (VH) utilizando agua destilada.

Etapa dos – madera en estado seco al aire

En esta etapa se puso a hacer secar a las probetas en condiciones normales de humedad procediendo a pesar y medir las dimensiones radial y tangencial cada 5 días y luego cada 10 y 15 días, hasta que las probetas tengan un peso constante. Para posteriormente proceder a realizar los siguientes pasos:

- a) Se tomó el peso (PSA), dimensiones y longitud de cada probeta: dimensión radial (DRSA), dimensión tangencial (DTSA) y la longitud (LSA).
- b) Se determinó el volumen de las probetas (VSA) por el método de inmersión en agua destilada.

Etapa tres – madera en estado anhidro

En esta etapa se tuvo en cuenta el siguiente procedimiento:

- a) Se colocó las probetas en el horno dejándolas 24 horas a $30\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- b) Dentro de 24 horas se subió la temperatura a $50\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- c) A las 24 horas esta temperatura se amento a $80\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- d) A las 48 horas esta temperatura se aumentó finalmente a $100\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$. hasta encontrar un peso constante.

- e) Se midió en la probeta lo siguiente: dimensión radial anhidro (DRA), dimensión tangencial anhidro (DRA) y longitud anhidro (LA).
- f) Para el volumen se sumergieron las probetas en parafina, eliminándose el exceso y se determinó su volumen (VA), por el método de inmersión en agua destilada.

Con diferentes datos obtenidos que se producen en estos procesos, se procedió a realizar los diferentes cálculos para obtener los resultados de las propiedades físicas del Cardón tabla como:

El contenido de humedad

Para la determinación del contenido de humedad se realizó, según las norma COPANT 460. Por el método de las pesadas o secado en el horno, para cada una de las probetas se utilizó una balanza de 0,01 gr. de precisión y un horno que permitió regular la temperatura hasta $100\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Peso específico y densidad básica

Para el cálculo del peso específico y densidad básica se utilizó la norma COPANT 461.

En la cual la norma menciona que el peso específico es el cociente del peso y el volumen, ambos a un determinado contenido de humedad. Obteniéndose el peso de las probetas en gramos por la lectura de la balanza y el volumen mediante el método de medición indirecta por inmersión en agua destilada. Obtenido los diferentes datos se calculó el peso específico para los tres estados correspondientes y con la relación peso anhidro y volumen húmedo se obtuvo la densidad básica o peso específico básico.

La contracción

Para la determinación de las contracciones radial, tangencial y volumétrica se utilizó la norma COPANT 462. Siendo la contracción una reducción dimensional que sufre la probeta, desde el estado húmedo hasta el anhidro, denominándose contracción anhidro o total y de la dimensión húmedo a la seca al aire contracción seca al aire.

Tasa de estabilidad

La tasa de estabilidad es el cociente que se relaciona de la contracción tangencial y la contracción radial. Este es un valor adimensional que expresa la estabilidad de la madera durante el proceso de secado.

La porosidad

Ésta es la medición indirecta de los espacios (huecos) que posee la madera cuando se encuentra en estado anhidro siendo utilizado para su cálculo los valores del peso específico anhidro. Relacionándola de manera inversa con la densidad; es decir a mayor porosidad menor densidad, a mayor densidad menor porosidad expresando los valores en porcentaje (%).

Humedad máxima

Ésta es una medición indirecta de la cantidad de agua que contiene la madera (agua libre y agua de impregnación), que puede albergar la madera cuando se encuentra completamente saturada. La humedad máxima es expresada porcentualmente (%) y con su valor podemos deducir el peso específico máximo en estado húmedo.

- Para todos los cálculos en los diferentes estados de la madera se utilizó las fórmulas que se encuentran en (ver anexo: 5).
- Todos los resultados de este proceso se encuentran en el (ver anexos: 2, 3, 4).

3.2.8. Análisis estadístico de los resultados

El análisis estadístico se realizó en base a la norma COPANT 30:1-012 que establece el procedimiento y la presentación de los resultados para poder determinar las propiedades físicas de la madera.

Cuadro N° 9 Datos para el análisis estadístico

k = Número de cactáceas ensayadas = 5
l = Número de probetas por cactácea = 5
N = Total de probetas ensayadas = 25

Fuente: Elaboración propia-2017

Donde:

$$N = l_1 + l_2 + l_3 + l_4 + \dots + l_k = \sum_{j=1}^k l_j$$

Valor promedio (\bar{X}) de los valores individuales por cactácea

$$\bar{X} = \frac{1}{l} * (x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + \dots + x_l) = \frac{1}{l} \sum_{i=1}^l x_i$$

(\bar{X}) es la variable que indica cada uno de los valores de los resultados obtenidos en cada probeta.

Estimación de la varianza

Para la estimación de las varianzas, se determinó en base a las relaciones indicadas más adelante para el cálculo de la varianza de valores individuales, estimación de la varianza promedio y la varianza total.

Cuadro N° 10 Fórmulas para determinar la varianza

	Grados de libertad	Suma de cuadrados de la desviación	Varianza
Entre los grupos	$n_1 = k - 1$	$A_1 = II - I$	$S_1^2 = \frac{A_1}{n_1}$
Dentro de los grupos	$n_2 = N - k$	$A_2 = III - II$	$S_2^2 = \frac{A_2}{n_2}$
Total	$n_1 + n_2 = N - 1$	$A_1 + A_2 = III - I$	$S_T = \frac{A_1 + A_2}{n_1 + n_2}$

Fuente: Norma COPANT 30:1-012

Donde:

$$n_1 = k - 1 = 5 - 1 = 4$$

$$n_2 = N - k = 25 - 5 = 20$$

$$n_1 + n_2 = N - 1 = 24$$

Los números romanos son agrupadores de datos y/o fórmulas; para su desarrollo se presenta el siguiente ejemplo, utilizando datos porosidad.

Donde:

$N = 25$ número de probetas totales

$k = 5$ número de cactáceas

$l = 5$ número de probetas dentro de la cactácea

$\bar{x} = 77.39$

$$II = l * \sum_{j=1}^k x_j^2 = \sum_{j=1}^k \frac{1}{l} \left(\sum_{i=1}^k x_i \right)^2 = 149747.33$$

$$III = \sum_{i=1}^N x_i^2 = 149777.82$$

$$S_1^2 = \frac{II - I}{k - 1} = \frac{11.52}{4} = 2.88$$

$$S_2^2 = \frac{III - II}{N - k} = \frac{30.49}{20} = 1.52$$

$$S_T^2 = \frac{III - I}{N - 1} = \frac{42.02}{24} = 1.75$$

S_1^2 = Variación de los valores individuales entre las cactáceas

S_2^2 = Variación promedio

S_T^2 = Variación de todos los valores individuales al rededor del promedio total

Determinación del coeficiente de variación

Para la determinación primeramente se desarrolla el cálculo de la desviación típica, que es la raíz cuadrada de los valores de variación donde se obtuvo:

$$S_1 = \sqrt{2.88} = \pm 1.70$$

$$S_2 = \sqrt{1.52} = \pm 1.23$$

$$S_T = \sqrt{1.75} = \pm 1.32$$

Para el coeficiente de variación (CV_1) de la varianza promedio de los valores individuales entre las (k) cactáceas se determinó mediante la siguiente fórmula:

$$CV_1 = \frac{S_1}{\bar{X}} * 100 = \frac{1.70}{77.39} * 100 = 2.19$$

Para el coeficiente de variación (CV_2) de la varianza promedio de los valores de las varianzas dentro de las (k) cactáceas se determinó mediante:

$$CV_2 = \frac{S_2}{\bar{X}} * 100 = \frac{1.23}{77.39} * 100 = 1.60$$

El coeficiente de variación total (CV_T) de la varianza de los valores individuales (x_i) alrededor del promedio total (\bar{X}) se obtiene:

$$CV_T = \frac{S_T}{\bar{X}} * 100 = \frac{1.32}{77.39} * 100 = 1.71$$

Cálculo del intervalo de confianza para el valor promedio total

Como el valor promedio total (\bar{X}) de un muestreo, es solamente una estimación del promedio (N) de la población, también se necesita presentar un análisis estadístico, el intervalo de confianza ($\pm q$) del valor promedio total (\bar{X}), para una seguridad estadística postulada (generalmente al 95%). El valor promedio total, es decir de todos los datos $\pm q$ (intervalo de confianza) incluye el valor promedio real de la población (N) con una probabilidad dada.

Cuadro N° 11 Valores para la seguridad estadística

k-1	2	3	4	5	7	9	14	19	&
t (k-1)	4.3	3.18	2.78	2.57	2.37	2.26	2.15	2.09	1.96

Fuente: Norma COPANT 30:1-012

$$q = \pm(k-t) * \frac{S_1}{\sqrt{N}} = \pm(2.57) * \frac{1.70}{\sqrt{25}} = \pm 0.87$$

Determinación del valor relativo del intervalo de confianza ($\pm P$)

Los límites de valor promedio total, calculados según fórmula anterior, también se pueden expresar en forma relativa porcentual:

$$p = \frac{q}{\bar{X}} * 100 = \frac{0.87}{77.39} * 100 = 1.13\%$$

Tabla N° 1 Análisis estadístico de las propiedades físicas, porosidad

N° de probeta	N° de cactáceas					Σ lineal
	1	2	3	4	5	
1	76,02	78,82	79,24	77,43	77,45	
2	75,33	77,93	75,34	78,93	77,32	
3	76,61	78,92	76,73	79,91	77,92	
4	77,66	76,99	77,53	76,14	75,73	
5	78,07	79,13	76,65	77,76	75,20	
Σ	5	5	5	5	5	25
$\sum_{i=1}^N x_i$	383,70	391,80	385,50	390,17	383,62	1934,79
\bar{X}	76,74	78,36	77,10	78,03	76,72	386,96
$\sum_{i=1}^N x_i^2$	29449,71	30703,88	29729,57	30455,66	29439,00	149777,82
$\sum_{j=1}^k \frac{1}{l} \left(\sum_{i=1}^k x_i \right)^2$	29444,59	30700,71	29721,34	30447,30	29433,38	149747,33
$\sum_{i=1}^N x_i^2 - \sum_{j=1}^k \frac{1}{l} \left(\sum_{i=1}^k x_i \right)^2$	5.12	3.17	8.23	8.36	5.62	30.49

Fuente: Elaboración propia-2017

Grados de libertad			Varianza	Desviación típico
$n_1 = k - 1 = 4$	I = 149735,80	$A_1 = 11,53$	$S_1^2 = 2.88$	$S_1 = 1.70$
$n_2 = N - k = 20$	II = 149747,33	$A_2 = 30,49$	$S_2^2 = 1.52$	$S_2 = 1.23$
$n_3 = N - 1 = 24$	III = 149777,82	$A_3 = 42,02$	$S_T^2 = \pm 1.75$	$S_T = 1.32$
Coeficiente de variación %			Intervalo de confianza	
$CV_1 = 2.19$			$q = \pm 0.87$	$p = 2.19\%$
$CV_2 = 1.60$				
$CV_3 = 1.71$			$\bar{X} \pm q = 77.39 \pm 0.87$	$\bar{X} \pm p = 77.39 \pm 1.13\%$

Fuente: Elaboración propia-2017

3.3. Materiales y metodología para la sistematización del conocimiento sobre el uso de Cardón tabla (*Echinopsis tacaquirensis*)

3.3.1 Materiales

El material que se utilizó fue:

- Material de escritorio en gral.
- Planilla de entrevista (ver anexo: 8)
- Cámara fotográfica

3.3.2. Metodología

Los rubros que han sido entrevistados fueron el artesanal y la carpintería y para darle un criterio más técnico los mismos fueron clasificados en base a la CAEB-2011 (clasificación de actividades económicas de Bolivia).

C-1629 Fabricación de otros productos de madera; de artículos de corcho, paja y materiales trenzables. (Artesanal)

C-310 Fabricación de muebles. (Carpintería)

El objetivo principal de la entrevista es describir lo que ocurre en nuestro alrededor, entender los fenómenos sociales, por ello se investigó en los lugares donde las personas realizan sus actividades cotidianas. En torno a acontecimientos vividos y aspectos subjetivos de la persona tales como aptitudes, opiniones y valores.

3.3.3. Tipo de entrevista

Para la de obtención de datos del Cardón tabla se usó la técnica de investigación de la entrevista estructurada.

Estas no requieren un exhaustivo análisis numérico, tablas ni formulaciones estadísticas pero si de un lenguaje conceptual y metafórico, en lugar de intentar obtener resultados para generalizar a un colectivo grande lo que ocurre en una pequeña muestra, esta investigación capto el contenido de las experiencias y significados que dan un único caso. Donde se tuvo preguntas de tipo abierto-cerrado siendo estas solo de forma

selectiva y opiniones según los criterios personales de quienes fueron entrevistados para su posterior análisis.

Todos los datos recolectados de este proceso y su debida cuantificación analítica se encuentran (ver anexos: 9, 10).

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Identificación y características de la especie

4.1.1. Identificación de la especie

Como resultado de las muestras enviadas al Herbario Nacional de Bolivia (LP) UMSA la especie fue identificada como *Trichocereus tacaquirensis*, pero corroborando y haciendo una revisión bibliográfica más intensa se encontró que en la lista de especies CITES-2011 (Convención Internacional sobre el Comercio de Especies Amenazadas de Fauna y Flora), éste presentaba un cambio en la nomenclatura científica debido a los estudios realizados en los años 1970-1980 que trajeron como resultado donde varios géneros que se encontraban separados fueron incorporados a *Echinopsis*.

4.1.2. Cambios en la nomenclatura científica

La primera descripción se realizó como *Cereus tacaquirensis* por Friedrich Vaupel y se publicó 1916, *Trichocereus tacaquirensis* por (Vaupel) Cárdenas 1953, siendo esta última modificada por Heimo Friedrich y Gordon Douglas Rowley presentándola como *Echinopsis tacaquirensis* en 1974.

4.1.3. Clasificación taxonómica

El Cardón tabla *Echinopsis tacaquirensis* H. Friedrich & G. D. Rowley

Reino Plantae

División Fanerógama Magnoliophyta

Clase Dicotiledónea Magnoliopsida

Orden Caryophyllales

Familia Cactaceae

Subfamilia Cactoideae

Tribu Trichocereae

Género Echinopsis

Especie *Echinopsis tacaquirensis*, H. Friedrich & G. D. Rowley

Sinónimos *Cereus tacaquirensis*, *Trichocereus tacaquirensis*

Etimología Echino genérico que deriva de "erizo o erizo de mar", y oopsis, "apariciencia", en referencia a la cubierta densa de espinas de algunas de estas especies.

4.1.4. Descripción morfológica

Fotografía N° 1 La Cactácea y su flor



Fuente: Elaboración propia-2017

Éste es una cactácea columnar ramificada grande y hermosa que alcanza longitudes de 4 m con un diámetro hasta de 45 cm asemejándose bastante a *Echinopsis terscheckii*, pero esta posee más espinas y un porte mayor.

El tallo es hasta de 1.20 m de altura y 45 cm de diámetro, sus ramificaciones surgen apicalmente, más o menos erguidas hasta unos 16 cm de diámetro de color gris a verde oscuro, siendo que las costillas y areolas van desapareciendo cuando estas son de edades adultas, pasando a formar el Cardón tabla.

Fotografía N° 2 Tallo, pérdida de sus costillas y areolas



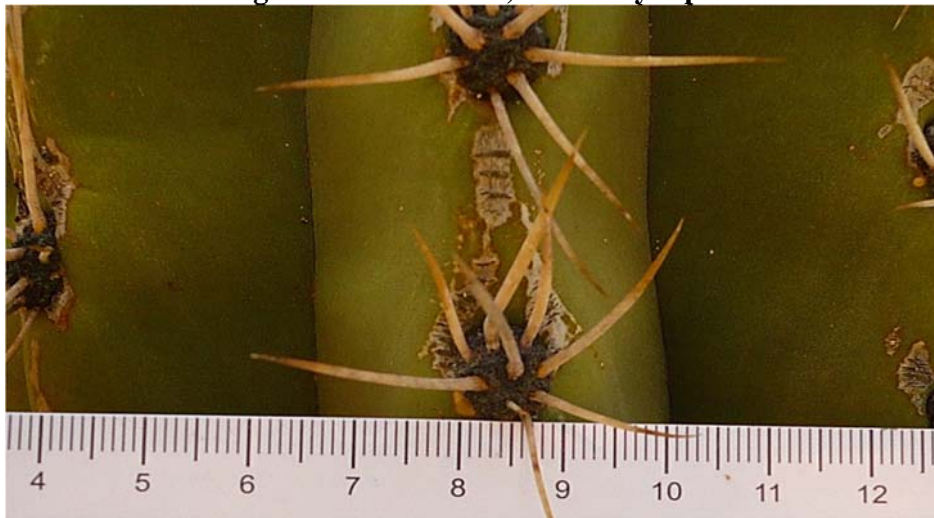
Fuente: Elaboración propia-2017

Las costillas van aumentando conforme estas avanzan en edad, desde 9 hasta 14 o más, de 2-2.5 cm de altura. Con areolas de 0.8-1.5 cm ovalado color pardo, separadas entre 2-3 cm.

Presenta 1-2 espinas centrales robusta, torcidas en forma de agua hasta de 4 cm, con 5-8 espinas radiales de 5-10 cm de largo rectas, torcidas o en zigzag, de tamaño desigual color marrón amarillento.

El fruto es esférico de 3-5 cm de diámetro con muchos pelos de color gris o blanco, comestible y muy apreciado por ser dulce, conocido localmente como pasacana. Presentando varias semillas pequeñas de 1-2 mm. de color marrón negro.

Fotografía N° 3 Areolas, costillas y espinas



Fuente: Elaboración propia-2017

La raíz es tuberosa-fasciculada extendida muy larga, adaptada para la reserva ya que esta especie xerofítica tiene que captar al máximo la poca precipitación de la zona y almacenarla durante la época de sequía.

Fotografía N° 4 Tallo, ramificación y raíces



Fuente: Elaboración propia-2017

4.1.5. Hábitat

Esta especie *Echinopsis tacaquirensis*, endémica del municipio de Tupiza se encuentra distribuida en sus diferentes zonas agroecológicas, creciendo entre los 2800-4000 msnm. Se observó ejemplares en toda la ladera de la cabecera y pie de monte, en suelos franco-arenoso con mucha pedregosidad dando esa característica de porosidad esencial

en el suelo para las cactáceas siendo éstas de mayor tamaño, también se presenta en terrenos planos con suelos arenosos, pero en comparación con los de las zonas más altas estos presentan tamaños pequeños.

Fotografía N° 5 Hábitat natural de la especie



Cumbre de Caracota bajando hacia la comunidad de San miguel 3534 msnm

Fuente: Elaboración propia-2017

Esta especie crece perfectamente asociado a una gran variedad de vegetación siendo las más valiosas en su alrededor: queñua (*Polylepis tomentella*), churqui (*Prosopis ferox*), palqui (*Acacia feddeana*), thako (*Prosopis alba*), *Echinopsis taquibalensis*, *Echinopsis tarijensis*, *Echinopsis werdermannianus*, y otras como q'ara llant'a (*Nicotiana glauca*), paja brava (*Stipa leptostachya*) y thola (*Baccharis dracunculifolia*).

Fotografía N° 6 Especies asociadas a *Echinopsis tacaquirensis*



Presencia de la especie en terrenos planos y con pendiente

Fuente: Elaboración propia-2017

4.2. Propiedades físicas del Cardón tabla *Echinopsis Tacaquirensis*

Concluido los ensayos de las propiedades físicas, obteniendo los valores correspondientes en cada etapa se procedió a realizar los diferentes cálculos y el análisis estadístico según lo establecido en la norma COPANT 30:0.12 en lo relativo al proceso de los resultados individuales.

Contenido de humedad

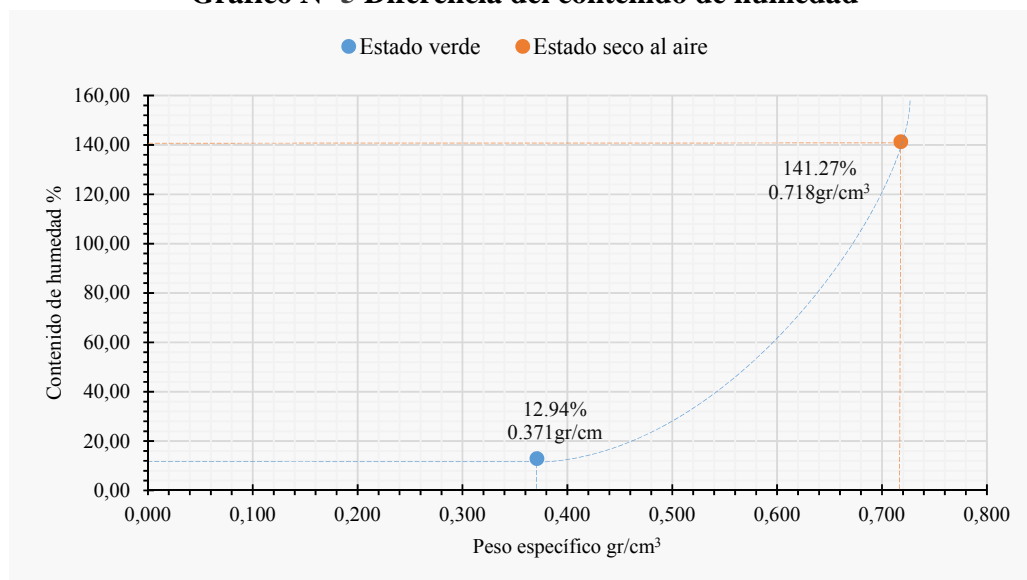
El punto de saturación de la fibra, es el contenido crítico de humedad a partir del cual cambia drásticamente ciertas características, tales como la contracción, el hinchamiento, la dureza, la resistencia mecánica, etc.

En este estudio se determinó el contenido de humedad en el estado húmedo con valores del 141.74% y del contenido de humedad seco al aire con un 12.94%.

Tabla N° 2 Contenido de humedad del Cardón tabla

Variable	N° de probetas	Media%	CV _T %
Contenido de humedad seco al aire	25	12.94	6.22
Contenido de humedad húmedo	25	141.74	2.14

Gráfico N° 5 Diferencia del contenido de humedad



Fuente: Elaboración propia-2017

En el gráfico N° 5, se observa como el contenido de humedad en la madera debido a las condiciones ambientales influye en los pesos específicos, observando desde un contenido de humedad húmedo (141.27% - 0.718gr/cm³) disminuyendo hasta los valores (12.94% - 0.371gr/cm³) en seco al aire, la cual nos permite apreciar la diferencia de humedad entre ambos estados de 128.80%.

Peso específico

La determinación del peso específico es considerada como una de las propiedades más importante en la madera, puesto que de él dependen directamente otras propiedades físicas y mecánicas.

El valor medio encontrado del peso específico en sus diferentes estados de contenido de humedad es:

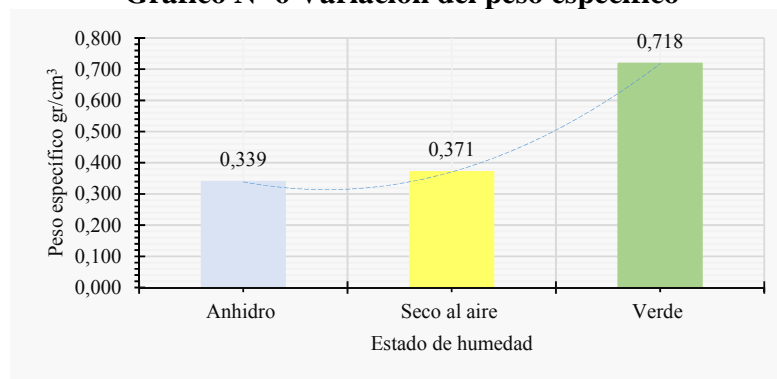
Tabla N° 3 Pesos específicos en sus diferentes contenidos de humedad

Variable	N° de probetas	Media gr/cm ³	CV _T %
Peso específico seco al aire	25	0.371	5.581
Peso específico anhidro	25	0.339	5.193
Peso específico húmedo	25	0.718	5.853

De acuerdo a la clasificación de las maderas respecto a su peso (Antonio Arostegui V. 1975) y según su uso (Hannes Hoheissel, 1972) esta se clasifica en:

- De acuerdo al peso específico anhidro como una madera liviana, recomendada para el revestimiento e interiores de muebles.

Gráfico N° 6 Variación del peso específico



Fuente: Elaboración propia-2017

Acá podemos observar como existe la tendencia de crecimiento del peso específico en sus diferentes estados.

Densidad básica y peso específico ajustado al 12%

La densidad básica también es conocida como peso específico básico, junto con el peso específico ajustado al 12% de contenido de humedad, estas son variables relacionadas con la resistencia mecánica siendo posible efectuar comparar estos valores con otras especies. La densidad básica es utilizada para la clasificación de las maderas según su peso además a dar su posible uso.

Tabla N° 4 Densidad básica y peso específico ajustado al 12%

Variable	N° de probetas	Media gr/cm ³	CV _T %
Densidad básica	25	0.297	5.810
Peso específico ajustado al 12%	25	0.367	5.660

Valores de 0.297 gr/cm³ de la densidad básica son reportados como maderas muy livianas por (Antonio Arostegui V. 1975)

De acuerdo a la clasificación de las maderas respecto a su peso ésta se clasifica en:

- Según su peso específico al 12% ajustado, con un valor 0.371 gr/cm³ como una madera de bajo peso.

Contracciones

La contracción volumétrica anhidro de la madera *Echinopsis tacaquirensis*, la coloca dentro de la categoría de maderas con contracciones medianas, es decir sugieren una enorme estabilidad dimensional (Antonio Arostegui V. 1975). La máxima contracción lineal, la experimentó el plano tangencial siendo más contráctil en relación al plano radial.

Tabla N° 5 Contracciones tangencial, radial y volumétrica

Variable	CT%	CV _T %	CR%	CV _T %	CV%	CV _T %
Estado verde-seco al aire	3.92	2.08	3.81	1.42	10.64	6.49
Estado verde-anhidro	4.02	2.50	3.88	1.53	12.38	4.68
Estado verde-ajustado al 12% CH.	3.93	2.09	3.82	1.40	10.77	5.80

Tasa de estabilidad

Este indicador es la relación de la contracción tangencial sobre la contracción radial sufridas por la pérdida del agua higroscópica, por lo que las fibras se contraen, es decir se reducen las dimensiones de la madera. Esta relación mide la estabilidad de la madera ante los cambios dimensionales que puede sufrir la disminución del contenido de humedad. El valor encontrado en la tasa de estabilidad anhidro fue de 1.04 que de acuerdo con la clasificación de las maderas, es muy estable indicando un buen comportamiento de la madera al secado.

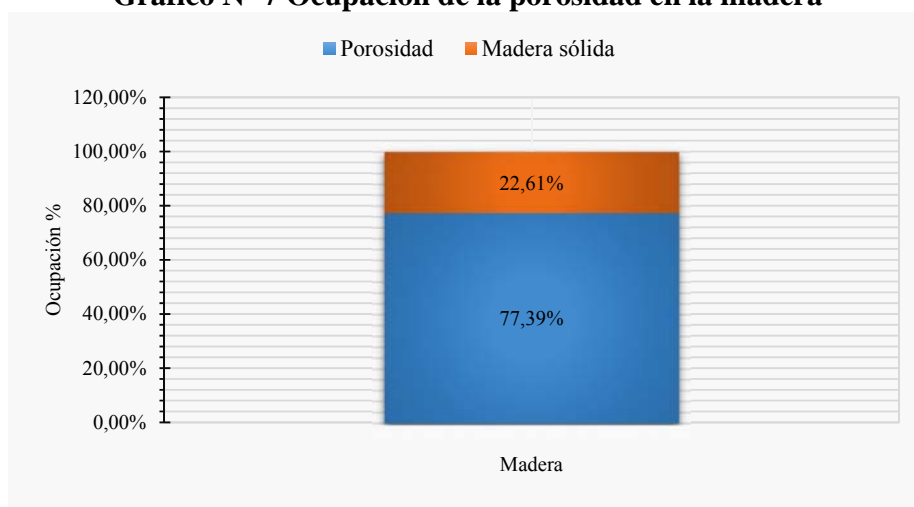
Tabla N° 6 Tasas de estabilidad

Variable	N° de probetas	Media	CV _T %
Seco al aire	25	1.03	2.58
Anhidro	25	1.04	2.58

Porosidad

El resultado obtenido de la porosidad fue de 77.39%, ésta es considerada una propiedad física importante para la determinación del contenido de humedad máximo de la madera, determinándose mediante la fórmula que establece la relación de sustracción entre el volumen anhidro igual a 1 cm y el volumen real del mismo, pudiendo alcanzar valores hasta de un 100%.

Gráfico N° 7 Ocupación de la porosidad en la madera



Fuente: Elaboración propia-2017

Tabla N° 7 Porosidad

Variable	N° de probetas	Media%	CV _T %
Porosidad	25	77.39	1.71

Tomando en cuenta que la porosidad de un cuerpo sólido es cuantificado de 0-100%, y si consideramos como unidad el total de una masa podemos meditar que la porosidad del Cardón tabla es alta, ya que alcanzo un 77.39% de porosidad y un 22.61% de madera sólida.

Contenido de humedad máximo

El leño al ser cortado en el bosque se encuentra con sus lúmenes y paredes celulares saturadas de agua, a esta condición de humedad en la madera se la designa como contenido de humedad máximo. Obteniéndose un valor de 257.18% en nuestra especie.

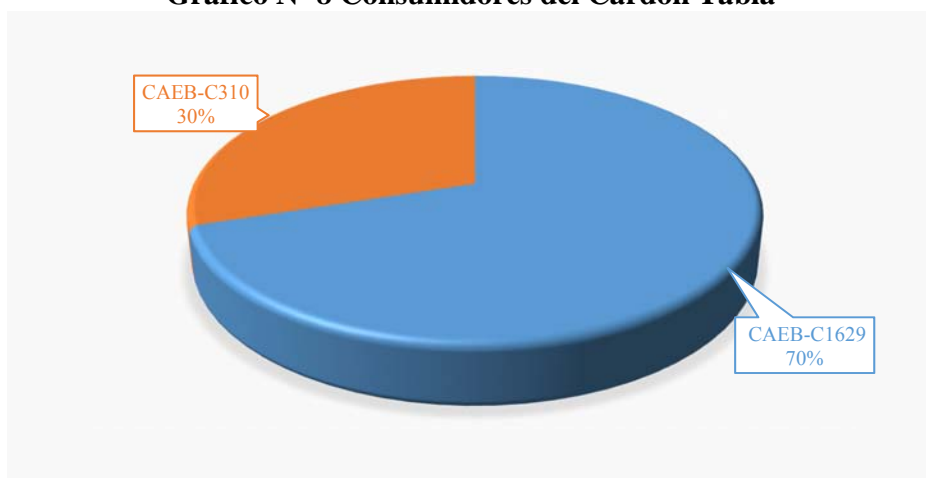
Tabla N° 8 Contenido de humedad máximo

Variable	N° de probetas	Media%	CV _T %
C.H. máximo	25	257.18	6.77

4.3. Uso y trabajabilidad del Cardón tabla *Echinopsis tacaquirensis*

Se analizó las preguntas dependiendo de los resultados obtenidos y acorde al estudio ejecutado:

4.3.1. Los usuarios

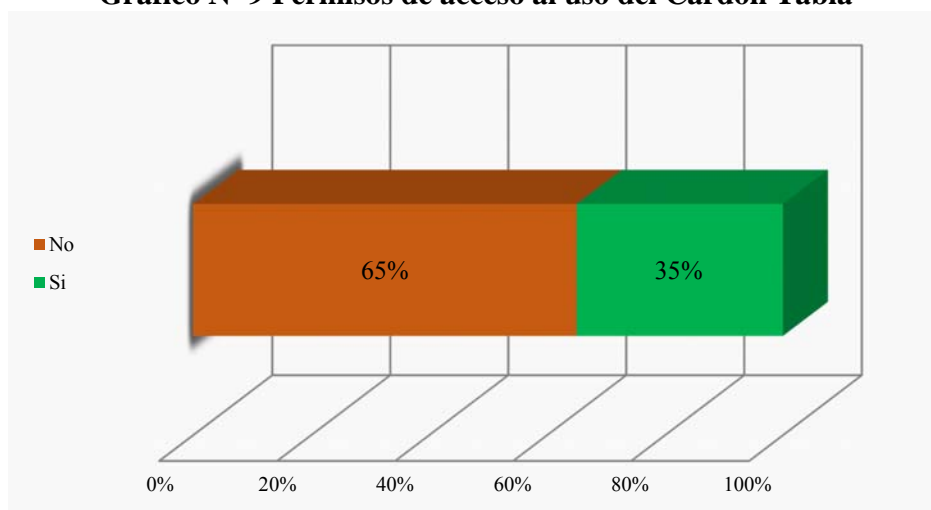
Gráfico N° 8 Consumidores del Cardón Tabla

Fuente: Elaboración propia-2017

Como se observa en el gráfico N° 8, el Cardón tabla es, un material que se consume en su mayor parte por los artesanos (CAEB-C1629) con un 70% en el proceso de elaboración de los diferentes productos que elaboran, ocupando el restante los carpinteros (CAEB-C310) con un 30%. Con estos datos cuantitativos porcentuales podemos afirmar que el consumo por parte de los usuarios es mucho más requerido en cuanto a la elaboración de artesanías en general.

4.3.2. Regulaciones sobre el acceso al recurso

Gráfico N° 9 Permisos de acceso al uso del Cardón Tabla



Fuente: Elaboración propia-2017

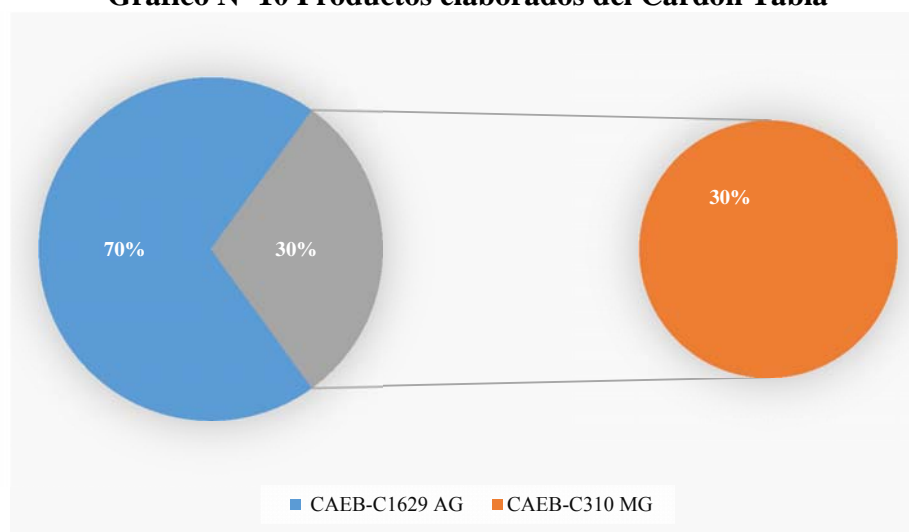
En la mayoría de los usuarios entrevistados (CAEB-C1629, C310) se evidenció, que las zonas de donde ellos se proveen del Cardón tabla para elaborar sus diferentes productos no poseen un control respectivo de aprovechamiento. Siendo que el mismo debería ser realizado por el municipio, otorgado por la ley forestal 1700 en su artículo 25° en sus diferentes incisos, lo que da un acceso al recurso de un 65%.

En cambio los permisos otorgados son aproximadamente del 35% del total, siendo quien facilita estas autorizaciones las autoridades comunales (corregidor), quienes suelen tener un control sobre las personas que acceden a los mismos no permitiendo que sujetos ajenos al lugar hagan uso de este recurso. Ya que para ellos este es un medio

de entrada económico que beneficia a muchas personas de la región, el Cardón tabla es controlado en zonas donde generalmente los mismos alcanzan volúmenes de gran tamaño a comparación de los sitios que no poseen control.

4.3.3. Principales productos elaborados

Gráfico N° 10 Productos elaborados del Cardón Tabla



Fuente: Elaboración propia-2017

Corroborando los datos se puede afirmar que los principales productos requeridos del Cardón tabla por el mercado externo e interno de la ciudad son las variadas artesanías que ocupa el 70% de los trabajos realizados por (CAEB-C1629), ocupando el restante 30% de la producción la (CAEB-C310) como ser los diferentes muebles y trabajos de interiores, mesas, baúles, mostradores, revestimientos, etc.

4.3.4. Características del aprovechamiento

Los criterios que son considerados para el aprovechamiento de este recurso natural muerto en pie van acompañados de las necesidades de quienes comercializan y trabajan este material, ya que mientras este sea de un volumen y estado sanitario bueno, mayores ingresos económicos tendrán.

A continuación podemos ver los datos cuantitativos que reflejan la realidad de este aprovechamiento con valores de la sanidad de un 20% y del volumen 80%, el proceso

de extracción del mismo es 100% manual con serruchos, realizándose un transporte primario hacia los hogares de las personas en un 85% mediante animales y un 15% de forma manual, para luego ser transportados y comercializados en vehículos hacia la ciudad de Tupiza.

Las unidades manejadas para la extracción y comercialización a comparación de otras especies es 100% no convencional denominada cardón. Las cantidades extraídas de las diferentes zonas agroecológicas del municipio alcanzan valores ≤ 5 unidades en 80% y ≥ 5 en un 20% por cada persona del lugar que trabaja con la comercialización de este material.

4.3.5. Características de la transformación

El proceso de transformación del Cardón tabla por (CAEB-C1629) es 100% manual enmarcado en el 70% de la producción, ya que los diferentes cortes longitudinales, transversales y volumétricos los realizan con serruchos de diferentes tamaños, las molduras se efectúan en combinación de lijas y formones en un 60% y un 10% lo realiza solo con el formón, el torneado es ejecutado en su totalidad por herramientas de corte y desbaste (escofinas, formones de diferente medida y lijas de variado grano). En la unión de dos piezas se ejecuta el encolado y los clavos, este proceso en su totalidad es manual debido a que los trabajos no son de gran envergadura.

Los trabajos realizados por (CAEB-C310) contemplan en su mayor proporción el uso de maquinaria, esto debido a que las unidades de volumen son de mayor tamaño. Los diferentes cortes longitudinales, transversales y de volumen son efectuados mediante la combinación de un conjunto de herramientas de corte manual-electrónico (serruchos de diferentes tamaños, la sierra circular y el sin fin), esto es evidente de igual manera en el moldurado y torneado con el uso del (tupi, torno, juego de formones, gubias y fresas) que acompañan este proceso de trabajo. Los métodos de unión frecuentemente utilizados por la exigencia, magnitud en relación a la otra actividad de trabajo requiere que esta se realice entre más de dos piezas utilizando los encolados, espigas, clavos y tornillos de diferentes tamaños.

4.3.6. Características del acabado del producto

Los diferentes trabajos realizados por (CAEB-C1629, C310) en el 100% poseen las mismas características de terminado.

El buen lijado de la obra va acompañado de un buen barniz que generalmente es de alto brillo dando a resaltar aún más la belleza de este material, el mismo es esencial para preservar el imponente color negro-amarillento con cavidades abiertas de gran tamaño por la formación de las areolas, que es del agrado atractivo más evidente de quienes adquieren artesanías y muebles del Cardón tabla, ya que otras especies maderables convencionales carecen de esta característica particular.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones de la identificación taxonómica y características de la especie

Una vez concluida la identificación taxonómica y su clasificación de la especie, se puede llegar a la conclusión.

5.1.1. Identificación taxonómica y características de la especie

Esta especie es clasificada con un nombre actual debido a los estudios que se realizaron como *Echinopsis tacaquirensis*, H. Friedrich & G. D. Rowley - 1974.

Echinopsis tacaquirensis posee un porte con una altura total de 5 m y con un diámetro hasta de 45 cm grande-ramificada y hermosa, con un número de costillas variable debido al crecimiento que sufre de 9-14 o más. Presenta areolas ovaladas de color pardo de 0.8-1.5 cm con 1-2 espinas centrales de 4 cm y con 5-8 espinas radiales de 5-10 cm de largo torcidas en zigzag de tamaño desigual, color marrón amarillento. Su fruto es esférico de 3-5 cm de diámetro con muchos pelos de color gris o blanco el cual es comestible, presentando varias semillas de 1-2 mm. de color negro.

Para la identificación se debe tener mucho con la cuidado en edades tempranas de la especie con *Echinopsis terscheckii*, ya que esta especie se asemeja bastante a *Echinopsis tacaquirensis* siendo diferenciada por su número de espinas y su porte.

5.2. Conclusiones sobre las propiedades físicas del Cardón tabla

Concluido la determinación de las propiedades físicas del Cardón tabla *Echinopsis tacaquirensis*, se puede dar la conclusión y su tipificación respectiva de acuerdo a claves para su clasificación y usos de la madera.

5.2.1. Peso específico

De acuerdo al peso específico básico obtenido de 0.297 gr/cm³, la madera del Cardón tabla en el municipio de Tupiza se clasifica como una madera *muy liviana* recomendada para el uso aislante, revestimiento y cajonería liviana.

Los valores del peso específico ajustado al 12% de contenido de humedad para la madera del Cardón tabla, es de 0.371 gr/cm³ clasificándose como *baja*.

De acuerdo a la clasificación de las maderas respecto a su peso y su uso según con el valor anhidro de 0.339 gr/cm³, ésta se clasifica como una madera *liviana* recomendándose su uso para el revestimiento e interiores de muebles.

5.2.2. Contracción

Las contracciones siguieron una tendencia de aumentar más en el plano tangencial que en el radial, la contracción volumétrica anhidro con un 12.38% de la madera *Echinopsis tacaquirensis*, la coloca dentro de la categoría de maderas con contracciones *medianas*, es decir sugieren una enorme estabilidad dimensional.

5.2.3. Tasa de estabilidad

El valor encontrado de la tasa de estabilidad anhidro fue de 1.04 que de acuerdo con la clasificación de las maderas, es muy *estable* indicando un buen comportamiento de la madera al secado.

5.2.4. Porosidad

Tomando en cuenta que la porosidad de un cuerpo sólido es cuantificado de 0-100%, y si consideramos como unidad el total de una masa podemos meditar que la porosidad del Cardón tabla es *alta*, ya que alcanzó un 77.39% de porosidad y un 22.61% de madera sólida.

La determinación de los usos más adecuados está sujeto de acuerdo a los valores obtenidos en los diferentes ensayos y a las tablas de requisitos que deben reunir las maderas según sus usos, (ver anexos: 6, 7).

5.3. Conclusiones sobre el uso y trabajabilidad del Cardón tabla

Una vez terminado el análisis de la entrevista sobre el uso y trabajabilidad del Cardón tabla *Echinopsis tacaquirensis* podemos concluir proporcionando información cuantitativa y cualitativa respecto al mismo:

5.3.1. Regulaciones sobre el acceso al recurso

La mayoría de los usuarios entrevistados (CAEB-C1629, C310), indican que de las diferentes zonas de los pisos ecológicos del municipio de Tupiza, de donde ellos se proveen del material no cuentan con un control respecto al aprovechamiento del mismo en un 65%. Teniendo un control aproximadamente del 35%, siendo el mismo sólo controlado en zonas donde éste alcanza volúmenes de gran tamaño.

5.3.2. Los usuarios y sus principales productos elaborados

Este material leñoso es consumido en su mayor proporción por (CAEB-C1629) con un 70% en la elaboración de una variedad de artesanías, ocupando el restante 30% (CAEB-C310) los carpinteros en la fabricación de muebles en gral.

5.3.3. Características de su aprovechamiento, transformación y su acabado final

Los diferentes criterios tomados en consideración por las personas del lugar para realizar la extracción y el transporte van acompañados del volumen del Cardón tabla, del manejo de un serrucho y la ayuda de la tracción de un animal hasta sus domicilios, para luego éstos ser transportados y comercializados en la ciudad de Tupiza utilizando unidades no convencionales como cardón.

Para la transformación por el sector (CAEB-C1629) estos lo realizan 100% manual y con muy escasa herramienta eléctrica ya que el Cardón tabla para ellos es un material blando de fácil transformación, acompañado de la gran ventaja de los volúmenes y trabajos ejecutados que son mayormente pequeñas artesanías y no requieren herramientas motorizadas.

Esto sin embargo no es de igual manera en (CAEB-C310) ya que este sector maneja volúmenes y trabajos de mayor tamaño, siendo ocupadas en más proporción para los diferentes cortes, moldurado, torneado el sin fin, el tupi y el torno, acompañado para los cortes y desbastes pequeños la combinación de una serie de herramientas como serruchos, formones, gubias, etc.

Los acabados finales de ambos sectores (CAEB-C1629, C310) son iguales un buen lijado acompañado de un excelente barniz es indispensable para resaltar la belleza de esta madera, con una característica única que no posee ninguna madera de uso convencional (tradicional) que le da esa característica imagen rústica que sólo posee la familia cactaceae, de poca exigencia en su acabado final en comparación con otras especies y de un buen redito económico para quienes elaboran trabajos de este material.

5.4. Recomendaciones

- Para determinar las propiedades físicas de materiales leñosos de la familia cactaceae se sugiere realizar una adaptación a una norma de uso exclusivo derivadas de las normas ASTM-COPANT para maderas de uso no convencionales como el Cardón, ya que éstas en su mayor masa son consolidadas por espacios huecos que quedaron como consecuencia de la formación de las areolas y éstas no pueden ser de dimensiones muy grandes porque no acaparan en su totalidad material sólido como una madera de uso tradicional.
- Para lograr poseer una mejor comprensión de la estructura anatómica de la madera se sugiere realizar futuros estudios de la anatomía del material leñoso que provee esta especie vegetal.
- Se sugiere realizar estudios de la función ecológica que cumplen estas cactáceas antes de que pasen a formar madera muerta en pie.
- Se recomienda realizar un estudio de otras cactáceas que son confundidas frecuentemente con *Echinopsis tacaquirensis* por su porte, similitud en la espinas, areolas en cuanto se refiere a la identificación y descripción botánica ya que se posee bastante desinformación y erróneamente especies identificadas.