

CAPÍTULO I
INTRODUCCION

INTRODUCCIÓN

Según el investigador Antonio Navarro (1996), los valles secos interandinos de Bolivia constituyen uno de los centros de máxima diversidad de cactáceas de Sudamérica, con numerosos endemismos muy localizados y con pequeñas poblaciones sumamente vulnerables frente a las colectas con fines comerciales.

En Bolivia se han reportado alrededor de 24 géneros, de los cuales 12 son arbóreos, pero solamente cinco están representados en los herbarios del país (Prof. Martín Cárdenas, 1960).

Estudios de etnobotánica realizados en Tarija, se encuentra Valoración Etnobotánica de Cactáceas de la cuenca de Camacho el cual abarco un total de catorce comunidades (Colón norte, Calamuchita, Higuera, Valle, Compañía, Saladillo, San Nicolás, Chocloca, Charaja, San José de Charaja, Huaryhuana, Juntas y Chaguaya). Teniendo como objetivos sistematizar la información etnobotánica y la identificación de las cactáceas presentes en el área de estudio (Flores Gutiérrez Eduardo, 2002),

Estas plantas presentan una amplia variedad de caracteres muy peculiares que los hacen distintos en el reino vegetal. La descripción botánica describe a la angiospermas dicotiledóneas originarias de América, sin hojas o casi sin ellas con tallos carnosos casi esféricos, prismáticos o divididos en paletas que asemejan hojas y con flores grandes (Pio Font Quer, 2001).

Los cactus han desarrollado adaptaciones asombrosas que les permite enfrentar las adversas condiciones climáticas de zonas áridas la mayoría de sus características morfológicas y fisiológicas están relacionadas con un uso muy eficiente del agua. Su forma globosa y robusta les permite almacenar el preciado líquido, al mismo tiempo que disminuye la superficie de la planta expuesta al sol. La existencia de una cutícula impermeable que cubre toda la planta evita la pérdida del agua por transpiración; la entrada y salida del agua está regulada por los estomas (Becerra 1971).

Debido a la gran belleza de estas plantas y sus flores ,a su gran resistencia y adaptabilidad a ambientes extremos ,con poco riego y mucha luz, han sido desde mucho tiempo muy apreciadas en varias partes, lo que genera presión de extracción que en algunos sitios ,han hecho peligrar la biodiversidad de esta familia.

En el caso de esta investigación, se pretende determinar la identificación taxonómica de cactáceas mediante la colección de muestras enviadas al Herbario de la facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales , posteriormente determinar la riqueza de la vegetación, aplicando índices de análisis de biodiversidad mediante parámetros estructurales de la comunidad de cactáceas distribuidas en el cerro la Matara.

Lo que permitirá dar a conocer la importancia Ecológica e usos que tienen las cactáceas y poder generar información de estas plantas y su riqueza florística, distribuida en el cerro la Matara de la provincia Cercado de Tarija.

Problema

El poco conocimiento y la poca disponibilidad de información sobre la diversidad de cactáceas presentes en el departamento de Tarija que se encuentran distribuidas en diferentes áreas de nuestro departamento ,además las actividades humanas estarían causando la amenaza de algunas especies por la expansión agrícola, cambio del uso del suelo y la extracción de las mismas altera su hábitat ,es necesario poner atención a estas plantas, así mismo del poder generar información sobre la importancia y características florísticas para su conservación.

Justificación

Con el presente trabajo de investigación se pudo determinar la taxonomía y riqueza florística de Cactáceas presentes en el cerro de la Matara que surge de la necesidad de sistematizar y transmitir conocimientos y dar a conocer a la población de los usos e importancia de cactáceas, debido al endemismo y abundancia presente en el valle seco del departamento de Tarija.

Tal como menciona Becerra (1971), es grande la falta de conocimiento y entendimiento de la problemática por parte del público en general, e incluso muchas personas involucradas en el comercio, sobre todo recolectores, no saben que al coleccionar plantas de campo incurren en un delito.

Esta situación trae consigo consecuencias sobre especies que son amenazadas por la expansión de la frontera agrícola, urbanización, además la extracción ilegal por la mano del hombre, por la gran belleza que presentan, para lo cual con esta investigación se generó información indispensable sobre estas plantas, resaltando su riqueza florística y usos, además permitirá tomar decisiones en el manejo sostenible de los recursos, mientras mayor información haya sobre la riqueza de estas especies, mayor será la conciencia por protegerla, y ser un instrumento para la elaboración de futuros trabajos de investigación.

Objetivos

Objetivo General

Determinar la taxonomía y riqueza florística de cactáceas, mediante la identificación de muestras enviadas al Herbario de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales e índices de Biodiversidad considerando variables cuantitativas como la densidad, dominancia, abundancia, frecuencia y cobertura de cactáceas, con el fin de generar información sobre la importancia y uso de estas plantas que habitan en el cerro la “Matara” ubicado entre Santa Ana y el Portillo del departamento de Tarija.

Objetivos Específicos

- Determinar la taxonomía de cactáceas mediante muestras enviadas al Herbario de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales.
- Determinar la riqueza florística, mediante la aplicación de índices de biodiversidad tomando en cuenta parámetros cuantitativos como la densidad, dominancia, cobertura, abundancia, frecuencia y el IVI.
- Levantar información etnobotánica de cactáceas mediante el método de inventario-entrevista a las comunidades de Santa Ana y el Portillo.

CAPITULO II

REVISION BIBLIOGRAFICA

2. Estudios realizados de cactáceas en Bolivia

En Bolivia se han reportado alrededor de 24 géneros, de los cuales 12 son arbóreos, pero solamente cinco están representados en los herbarios del país, la especies bolivianas reconocidas en el herbario nacional en trabajos ya realizados fueron *Opuntia spinibarbis*, *Parodia camargensis*, *Trichocereus* y *Weingartiawestii*, que solamente son citadas por Navarro (1996).

En los Andes bolivianos, al oeste de la Cordillera Oriental, se encuentra un conjunto de ecosistemas más o menos áridos que son conocidos como los valles secos. Dándoles un sentido muy amplio, algunos autores los sitúan entre el norte de La Paz y el extremo sur del país, y entre 500 y 3.600 msnm.

Estas características climáticas condicionan la existencia de una vegetación xerófila: abundancia de plantas suculentas, plantas espinosas, en la época seca. En estos valles secos, son elementos invariablemente conspicuos del paisaje (al menos como vegetación secundaria en sus variantes más húmedas) los arbustos y árboles leguminosos y las cactáceas, que constituyen matorrales-chaparrales espinosos. Se trata de una flora de fuertes afinidades chaqueñas (Becketal, 1993); Las ciudades de Cochabamba, Tarija y Sucre se encuentran dentro del tipo de formación de los valles secos; asimismo, por ejemplo, poblaciones como Mizque y Aiquile (Cochabamba), Valle Grande (Santa Cruz), Camargo, Villa Abecia (Chuquisaca), Cotagaita, Tupiza (Potosí), Concepción, Paicho (Tarija).

En el departamento de Tarija los primeros estudios de etnobotánica fueron realizados por el CER-DET (1995), el cual describe la utilidad que le dan a las plantas en

beneficio de la cultura guaraní, estas son utilizadas como plantas comestibles, construcción, artesanías, medicinales, ornamental y otros.

Seguida la investigación de Araoz (1996) donde se planteó como objetivo el de revalorizar el saber popular, la metodología empleada fue la del inventario-entrevista, para cada especie recolectada.

Luego de la anterior fue realizado otro estudio Etnobotánica por Castillo (1996), estudio realizado en las localidades de Canasmoro y Chocloca, con el objeto de hacer un relevamiento florístico, metodología empleada inventario-entrevista, es decir colección herborización y determinación.

Finalmente existe el estudio etnobotánica realizado por Tejerina (2001), planteándose el único fin de revalorizar los diversos usos que tienen las diferentes especies, tomando solo las arbóreas.

2.1 Antecedentes y distribución de Cactáceas

La familia Cactaceae (cactáceas) es originaria del continente americano y comprende unos 200 géneros y aproximadamente unas 2500 especies, que se extienden desde Canadá hasta la Patagonia, en Chile y Argentina. Son plantas típicas de regiones cálidas y áridas, aunque también poseen representantes en las selvas tropicales y subtropicales con un alto índice de pluviosidad, hasta zonas semidesérticas con lluvias muy localizadas o casi ausentes. También la diversidad se ajusta a diversas altitudes, ya que se han registrado Cactáceas hasta más de 5000 m. s. m. (Kiesling 1975)

El continente americano posee barreras casi infranqueables como lo es la Cordillera de Los Andes y la selva Centroamericana, por lo que debemos suponer que fueron aves las dispersoras, ya que de hecho muchos cactus tienen jugosos y sabrosos frutos como los pertenecientes a los géneros *Echinopsis*, *Opuntia*, etc.(Kiesling 1975)

Estas plantas, debido a sus múltiples cualidades de adaptación, a su extraordinaria vitalidad, a sus variados medios de propagación, a sus peculiares funciones mediante las cuales pueden tomar de la atmosfera sustancias nutritivas, etc. en su mayoría son plantas xerofíticas, crecen en suelos pedregosos, calizos y escasos de humus, sujetas a condiciones de elevada temperatura y de extrema sequía (Bravo, 1991).

En Bolivia los paisajes del altiplano tienen entre sus mudos testigos a los cactus que parecen a momentos vigilar el territorio y, en otros, adornarlo con sus brillantes colores verdes de sus tallos o las tonalidades de sus flores. En esta vasta meseta se pueden encontrar cactus como la tuna, la pasakana, el airampu, conocidas por sus propiedades alimenticias como medicinales.

El científico Boliviano Martín Cárdenas dedicó años de investigación sobre estas plantas que atraen y repelen al mismo tiempo, pero que guardan entrañables secretos favorables para la alimentación y la salud.

En Bolivia, se tienen algunas investigaciones al respecto, pero en México las cactáceas proporcionan una industria pujante. Los cactus en su mayoría florecen y sus flores son de colores vivos, desde el malva, al amarillo, del rojo o fucsia a semitonos rojizos, que según el tamaño de la planta puede ser grandes o pequeñas, precisan de mucha luz y calor, pero poca agua, según describen algunos viveristas. Los cactus se caracterizan por la gran capacidad de almacenar agua en sus tallos, hojas y raíces.

Tupiza alberga muchos cardones columnares gigantes que miden más de seis metros y florecen al inicio de la época de lluvias. Cuando mueren y se caen las enormes espigas que los protegen, se los aprovecha para la fabricación de muebles y artesanía.

El Jardín de las Cactáceas de Bolivia se encuentra en la ecoregión de los Valles Secos interandinos y Chaco al oeste del Municipio de Comarapa entre los 1.450 a 2.000 metros sobre el nivel del mar. En una superficie de más de 22 hectáreas, se pueden apreciar bosques naturales de cactus arbóreos y pequeños de gran abundancia. En este

santuario de cactáceas hay especies como Karaparí, candelilla, kijkaluro, achuma (cactus columnares), ñapancos (cactus globo)

En La Paz, es conocido por muchos el famoso Valle de la Luna, al sur de la ciudad, donde también los cactus forman parte del paisaje.

En Tarija, el Parque Natural y Área de Manejo Integrado “El Cardón” se encuentra la segunda reserva más grande de cactus de Sudamérica (Luego de México), alberga 12 especies de cactus que cubren los cerros (Martin cardenas,1960).

En México las cactáceas se encuentran en las zonas del altiplano, desérticas semidesérticas (Werner, 1983).

En Perú son más abundantes en las zonas áridas, semiáridas y en la Argentina en las zonas de valles interandinos (Hoffman, 1980).

En el Paraguay las cactáceas se encuentran en zonas húmedas orientales, sábanas húmedas, en bosques secos del Chaco árido (Esser, 1980).

2.2 Etnobotánica

La etnobotánica es una ciencia interdisciplinaria porque combina el estudio del pueblo “etno”, con la de las plantas “botánica” y tiene además estrecha relación con otras ciencias como la taxonomía botánica y antropología, sirve de apoyo a la medicina, fotoquímica y la conservación de la biodiversidad (Bennet, 1994).

Los cactus a través del tiempo han tenido muchos usos diversos en muchas culturas. Entre los usos principales están: como alimento, entre los que podemos destacar la tuna (*Opuntia ficus indica*) que sirve como alimento medicinal controlando así los niveles de azúcar en las personas diabéticas, sirve como analgésico, algunas cultura las usan para actividades ceremoniales, las usan como tintes, cercos vivos, y principalmente como fuentes de agua en los desiertos (Bravo ,1937).

Los estudios etnobotánicos realizados en la zona, donde entrevistaron a 30 informantes por comunidad entre hombres y mujeres (Choque 2009)

En el Chaco boliviano, las investigaciones sobre etnobotánica no son muchas, podemos mencionar los siguientes autores: Gallo (1996); Mealla (2006). Quienes realizaron trabajos con los Izoceños y Mealla junto a los Guaraníes de la TCO Itika Guasu.

2.3 Origen

De las cactáceas las más primitivas, o la que se conservan más caracteres primitivos son pertenecientes al género *Pereskia*, las cactáceas generalmente son de climas cálidos, húmedo presentándose de forma arbustiva y leñosa con troncos suculentos de formas planas, cilíndricas. Por otro lado las flores de cactáceas son solitarias y sésiles. Ya que la planta se la encontró en los alrededores de las selvas sudamericanas (Kiesling, 1983).

2.4 Taxonomía Sistemática

Reino: Plantae

Filo: Telemophytae

División: Tracheophyta

Clase: Angiospermae

Sub clase: Dicotyledoneae

Orden: Caryophyllales

Familia: Cactácea

Fuente: Herbario de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales UAJMS.

Desde el siglo (XVII) hasta nuestros días, la clasificación de las cactáceas ha experimentado una serie de cambios, determinados tanto por el conocimiento de las

especies, como por los distintos criterios taxonómicos que los botánicos han ido imponiendo.

La familia cactácea ha sido clasificada sistemáticamente en la hipótesis que sus espinas evolucionaron de hojas y que las especies ancestrales poseen una combinación de ambas. La característica más usada para el diagnóstico de la familia es la areola, la cual poseen todos los cactus y ninguna otra planta. Además, el género *Opuntia* es distinguido por gloquidios y raíces que nacen de las areolas. Se pueden reconocer tres subfamilias de los cactus (Bravo 1937).

-Pereskioidea.-hojas anchas, sin gloquidios (géneros=*Maihuenia*, *Pereskia*)

-Opuntioidea.-hojas cilíndricas poseen gloquidios en los géneros (*Opuntia*, *-Pereskiaopsis*, *Pterocactus*, *Tacinga*).

-Cactoideae.-sin hojas ni gloquidios

(Géneros=*Cereus*, *Echinocereus*, *Pilocereus*, *Mammillaria*).

2.5 Morfología

2.5.1 Raíces

Las raíces de las cactáceas en general son muy ramificadas crecen muy rápidamente en presencia de la humedad, frecuentemente se extienden por debajo del suelo y así aprovechan el agua.

Algunos géneros tienen raíces engrosadas, lo que permite almacenamiento de agua y almidones, dicho almacenamiento le permite a estas Cactáceas soportar diversos climas adversos (Kiesting, 1983).

2.5.2 Tallo

Las cactáceas excepto el género *Pereskia*, tiene los tallos suculentos .las formas principales son: tallos globosos o cilíndricos, con costillas finalmente los de forma aplanada. También hay formas extremas donde los tallos, tubérculos adquieren un gran desarrollo hasta parecer hojas estas formas las podemos observar en los géneros

Ariocarpus. Cuyas plantas toman aspectos de rosetas. Otra forma de tallo es la globosa estos se entierran en el suelo, por lo cual en las superficies se ven casi planos y espinosos, y los tallos aplanados se encuentran en dos géneros Opuntia y algunas del genero Rhipsalis y Ephypyllum (Hoffman, 1980).

2.5.3 Areolas

Es una estructura vegetativa distintiva de las cactáceas que se encuentra sobres los podarios y costillas. Las areolas, por lo común, mantienen dos zonas de crecimiento: en la parte superior se producen las flores (meristemos floríferos) y en la inferior los meristemos espinulíferos. Las areolas desarrollan múltiples pelos o tricomas (semejantes a las fibras de algodón) y los géneros más antiguos como Euphorbiaceae, Rosácea, Punicaceae, etc. Producen espinas, pero ninguna otra planta posee areolas (Alkamper, 1981).

2.5.4 Espinas

Las espinas están constituidas por tejidos muertos y endurecidas por sales minerales. Esta siempre nacen de las areolas, pueden ser cilíndricas, conicas, rectas, ganchudas. Estas cumplen diferentes funciones como: protección de los herbívoros, otra función es de actuar como centro de condensación. Al enfriarse la humedad de la noche la (Werner, 1984).

2.5.5 Gloquidias

Además de las espinas normales también se desarrollan pequeñas espinas, delgadas y más irritantes que crecen con frecuencia en penachos, que se desprenden con facilidad, estas características se pueden observar en las del género Opuntia. Por otro lado estas gloquidias tiene una superficie áspera debido a que sus células epidérmicas se separan por un extremo del cuerpo de la espina, de modo que cuando penetra es difícil extraerla (Esser, 1980).

2.5.6 Pelos

Los pelos nacen del fondo de las areolas de las cuales rellenan en el espacio dejando las espinas o gloquidios. Estos pueden ser cortos, pero en ocasiones pueden ser largos, es decir de varios centímetros. En la naturaleza se deterioran tanto manteniéndose cortos (Esser, 1980).

2.5.7 Flores

Las flores son solitarias y hermafroditas o, más rara vez, unisexuales. Si bien existen especies con flores zigomorfas, la mayoría tiene flores actinomorfas. El perianto está compuesto, generalmente, por numerosos tépalos dispuestos en espiral, con aspecto petaloide. Frecuentemente los tépalos externos tienen aspecto sepaloide. Se unen basalmente para formar un hipanto o tubo Periántico. El androceo está formado por numerosos estambres, con secuencia centrífuga. El polen es Trinucleado, desde tricolpado a 6-15 colpado o porado. El nectario está constituido por un anillo en la superficie interna del tubo Periántico. El gineceo se compone de 3 o más carpelos, y el ovario es ínfero. (Anderson, 2001).

2.5.8 Receptáculo

La parte externa que rodea el ovario que a veces forma un tubo en cuyo borde nacen los tépalos, es un receptáculo, que en realidad es un tejido vegetativo un tejido derivado del tallo.

El receptáculo se compone de dos partes la que rodea al ovario se llama pericarpelo, cuando el receptáculo continúa en un tubo floral, también puede llamarse hipantio (Anderson, 2001).

2.5.9 Tépalos

El perianto no puede separarse en dos partes bien definida (pétalos y sépalos), sino que va gradualmente pasando de piezas exteriores carnosas y verdosas a interiores delgadas de color blanco, amarillo, rojo, etc (Kiesting, 1983).

2.5.10 Estambres

En general son muchos los cuales tienen un filamento largo y delgado, se dispone en un círculo en la base de la flor, en espiral en el interior del tubo o en dos series, una serie espiralada a lo largo del tubo y otra en anillo simple en la boca del tubo (Anderson, 1994).

2.5.11 Gineceo

Según Anderson, (2001) las flores de cactáceas son de ovario ínfero es decir que el fruto se desarrolla debajo del mismo, que se puede ver claramente cortando a lo largo de una flor los haces vasculares llegan casi al borde del receptáculo vuelven hacia abajo (lo que muestra el hundimiento) el gineceo está compuesto por piezas florales de muchos carpelos en general de 10 a 20 o más, lo que se puede contar con facilidad el número de lóbulos del estigma, los funículos son generalmente jugosos y llenan la cavidad ovárica y luego el fruto.

2.5.12 Nectario

En las flores de muchos géneros Ceroideas existen nectarios florales en la base del tubo, que forman una estructura definida debajo de los estambres (cámara nectarial) (Kieling, 1983).

2.5.13 Fruto

Pueden ser jugosos o secos los hay dehiscentes o indehiscentes. Algunos llevan el perianto marchito persistente, pero en otros hay una zona de absorción y el perianto marchito se desprende. La forma siempre varía desde globosa a ovoidea o cilíndricos y el tamaño desde pequeños milímetros.

Los frutos pueden ser espinosos, o son areolas simplificadas hasta solo escamas o completamente desnudos. Muchas veces las espinas se desprenden al madurar del fruto. Muchos frutos son comestibles como los del género *Opuntia* (Hoffmann, 1980).

2.5.14 Semilla

Las semillas de las cactáceas están protegidas por dos tegumentos .las formas varían desde uniformes, a bayas, sus tamaños varían de 0.5 a 1.5 mm. El color es castaño, desde claro, amarillento a oscuro o negro (Kiesling, 1981).

2.6 Fisiología

Los cactus poseen una serie de características interesantes en su metabolismo, 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% (Anderson, 2001).

La gran mayoría de cactus llevan el proceso fotosintético llamado Metabolismo Ácido Crasuláceo (CAM, por sus siglas en inglés), un fenómeno también encontrado en la familia Crassulaceae y en otras plantas que tienen que hacerle frente a una limitada fuente de agua, incluyendo agaves, yucas, bromelias y muchas orquídeas (Anderson, 2001).

En la fotosíntesis CAM, las estomas se abren solamente de noche, conservando el agua, debido a que la pérdida de vapor de agua es menor durante las horas frías de la noche. Durante la noche, el dióxido de carbono entra a las células llenas de clorofila del tallo y es convertido en ácidos orgánicos que son almacenados en las vacuolas. Al mismo tiempo, el oxígeno es suelto a la atmósfera, y sólo una pequeña cantidad de vapor de agua es perdida. A la mañana, el estoma se cierra y las células empiezan a fotosintetizar tan pronto el sol sale.

El dióxido de carbono es removido de los ácidos orgánicos y usado para hacer azúcares. Este proceso eficiente de fotosíntesis puede ocurrir durante las horas del día con las estomas cerradas. Las plantas que no son CAM, donde se incluyen la mayoría de las plantas florecientes, conducen el intercambio de gases durante el día. El metabolismo de la gran mayoría de ellos esta descrito como C3, debido a que el dióxido de carbono es capturado como ácidos de 3 carbonos (Anderson, 2001).

2.7 Reproducción

La propagación de cactáceas se puede realizar por diferentes técnicas como; por semilla, brotes o vástagos, esquejes, injerto y cultivo de tejidos vasculares. Mientras que algunos Cactus son muy fácilmente reproducibles, al grado de convertirse en una plaga, otras tienen una fecundidad baja, lo que limita su distribución geográfica.

Los cactus producen flores y frutos, y por consiguiente semillas. Aunque muchas semillas germinan muy fácilmente, algunas son muy renuentes a germinar. Es necesario establecer algunas condiciones para sembrar semillas con éxito. Primero que nada, existen muchos tipos de semillas, y por lo general aquellas que tienen su cubierta más delgada (cáscara) germinan más rápido que las de cubierta gruesa. Debe considerarse el tiempo que permanecen viables las semillas, porque mientras que algunas semillas como las de los nopales (*Opuntia* sp.), permanecen viables hasta por 10 años, las semillas de otras especies como las *Mammillaria* permanecen viables por poco más de un año. Mientras que algunas semillas germinan el mismo año que son producidas, otras tienen que pasar un tiempo a bajas temperaturas. Esto es porque así la semilla se asegura de que ha pasado el invierno y la plántula no corre peligro de morir de frío. Aun cuando se sigan todas las recomendaciones y se tengan todos los cuidados, no siempre se logra que germine el 100% de las semillas, aunque si se pueden obtener porcentajes del 90 % o más.

2.8 Recolección de Cactáceas

Las cactáceas por su forma suculenta en sus tallos y el alto contenido de agua que tienen. Antes de ponerlas a secar, generalmente se procede a la disección. Sus partes son muy voluminosas y carnosas que solo es posible secarlas de forma longitudinal. En ocasiones es necesario eliminar las partes internas y la pulpa tratando de mantener las características externas sin modificar (Sanchez.M.H 1986).

En cactáceas y algunas suculentas del género *Euphorbia* se efectúan cortes transversales y longitudinales delgados de la rama principal, así como cortes longitudinales de las flores y de los frutos. Se puede aplicar sal a las superficies cortadas para acelerar el secado (Sanchez.M.H 1986).

2.9 Biodiversidad

La biodiversidad es la riqueza biológica de un área geográfica. Uno de los aspectos más importantes y fácil de observar es la vegetación, conceptualizándose, entonces la vegetación como el conjunto de elementos florísticos que están ocupando una superficie determinada y que en conjunto determinan formas estructurales distintas, pudiendo ser bosques, matorrales, paramos, etc., y, toda esta cubierta tiene su propia composición florística, estructura y diversidad que la caracterizan y origina su nombre. En cambio la flora se refiere a los elementos florísticos: especies que están presentes con diferentes individuos formando poblaciones, en este instante es necesario conocer su diversidad florística estos a su vez pueden ser árboles, arbustos, hierbas, epífitas, que a su vez están limitados por elementos limitantes favorables como la humedad, temperatura, precipitación, tipo de suelo.

Los estudios de flora son el referente más importante de la diversidad florística, a partir de estos se conoce su densidad, abundancia, dominancia, importancia ecológica y su potencial de utilidad ya sea medicinal, ornamental, como alimento a la humanidad, etc. (Moreno, 2001).

2.9.1 Tipos de biodiversidad

2.9.2 Diversidad alfa

Es la riqueza de especies de una comunidad /hábitat/sitio en particular, expresada a través del índice de riqueza de una zona. Modo de medir la diversidad alfa: conjunto de especies, grupos taxonómicos y por estratos (Claudia Moreno ,2001)

2.9.3 Diversidad beta

Es el grado de cambio o reemplazo en la composición de especies entre diferentes comunidades en un ecosistema se da entre comunidades; expresa el grado de similitud y disimilitud .Heterogeneidad (diversidad) hábitats. (Claudia Moreno ,2001)

2.9.4 Diversidad gamma

Es la riqueza de especies del conjunto de comunidades que integran un ecosistema en si el resultado de la diversidad alfa y beta (Claudia Moreno ,2001)

2.9.5 Índices para medir la biodiversidad

Los índices de diversidad permiten medir la biodiversidad, que se manifiesta en la heterogeneidad que se encuentra dentro de un ecosistema (diversidad alfa) y en la heterogeneidad a nivel geográfico (biodiversidad beta) de las poblaciones o de comunidades que están en vías de desaparecer o que son importantes conservar. (Claudia Moreno, 2001)

2.9.6 Índice de Shannon –Weinner

Es la expresión de valores de importancia que representan todas las especies de la muestra, permite medir el grado promedio a que especie pertenecerá un individuo escogido de una colección. (Magurran, 1988).

2.9.7 Índice del IVI

Según Sabogal (1994), indica que el índice de valor de importancia es un parámetro que estima el aporte o significancia ecológica de cada especie dentro de la comunidad vegetal. El valor máximo es de 300, cuanto más se acerca una especie a este valor, mayor será su importancia ecológica o dominio florístico sobre las demás especies presentes.

Para la obtención del IVI se debe transformar los datos de cobertura, densidad y frecuencia a valores relativos para cada especie a partir de la suma de la abundancia relativa + dominancia relativa + frecuencia relativa (Mostacedo y Fredericksen, 2000).

2.10 Diseño de muestreo

2.10.1 Muestreo al azar simple

Método sencillo para aplicarlo y es empleado en casos que se disponga de poca información acerca de las características de la vegetación.

Primeramente se selecciona la población a estudiar, posteriormente se debe realizar cuadros o pequeñas zonas de muestreo para que luego se elija al azar un determinado número de muestras dentro de la población vegetal de acuerdo al índice de estudio (Mostacedo B, 2000).

Mapa N° 2 (Anexos)

2.10.2 Muestreo Sistemático

Este tipo de muestreo es muy útil para detectar la variabilidad espacial de la comunidad .que consiste en ubicar las muestras o unidades muestréales mediante un patrón regular en toda la zona de estudio (Mostacedo B, 2000).

2.11 Tipos de muestreo

2.11.1 Punto centro cuadrado

El punto centro cuadrado es uno de los métodos más utilizados para el muestreo de Vegetación .las ventajas de este método son la rapidez de muestreo, el poco equipo y mano de obra que requiere y además la flexibilidad de medición (Matteucci y Colma, 1982).

Este método está basado en la medida de cuatro puntos a partir de un centro el, cual se realizara el muestreo de la vegetación. Donde en cada cuadrante se debe ubicar a las especies más cercanas al punto principal y tomar las distancias respectivas de las cuales posteriormente se determinara la media.

2.11.2 Transectos

El método de los transectos es utilizado por la rapidez con que se mide o por la mayor heterogeneidad que se muestra la vegetación. Un transecto es un rectángulo situado en un lugar para medir ciertos parámetros de un determinado tipo de vegetación, el tamaño del transecto varía en función del tipo de vegetación a medirse.

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 ZONA DE ESTUDIO

3.1.1 Localización

El valle seco de Tarija representa una diversidad de vegetación de cactáceas de formaciones xerofíticas espinosas, algunas de estas especies se encuentran en el cerro “la Matara “ perteneciente a la provincia Cercado al este del departamento de Tarija ubicado entre la comunidad de Santa Ana la Nueva y el Portillo cuyas características (sociológicas, históricas, geológicas, paleontológicas, botánicas y de fauna) son únicas en la región, que se encuentra distante a 13 km y a 15 min en dirección este de la ciudad de Tarija en las coordenadas 64°37 20” de longitud oeste y de 21° 34 20” de latitud sud con una altitud de 1830 msnm, Se destaca por poseer una amplia diversidad de cactus ,incluyendo al individuo más grande y antiguo de la especie Karapari que constituye el núcleo del área.

Mapa N° 1 (Anexos)

3.1.2 Suelos

Se caracteriza por presentar suelos muy variables desde pedregosos, leptosol, los cuales guardan mucha relación con características naturales como resultado de procesos geomorfológicos y se diferencian de acuerdo a la posición del relieve, así se tiene suelos superficiales en laderas con pendientes mayores y de texturas franco-arenosa a franco-limosa en la parte de los pie de monte y en los valles o depresiones son sedimentos aluvio-coluvial-limosas. (PDM Tarija-Ariana Cornejo Aguilar, 2014).

3.1.3 Vegetación

La vegetación natural corresponde a una estepa arbustiva semi-seca y vegetación secundaria degradada y de poca cobertura, formando estratos arbóreos, arbustito espinosos s y herbáceos a lo largo de las quebradas, ríos, torrentes y algunas laderas y colinas.

Las especies predominantes y nativas son el churqui (*Acacia caven*), el algarrobo blanco (*Prosopis alba*), el algarrobo negro (*Prosopis nigra*), el molle (*Schinus molle*), la jarca (*Acacia visco*), el chañar (*Geoffraea decorticans*), el aliso (*Alnus acuminata*), la chilca (*Bacharis sp.*), la tusca (*Acacia aroma*) (Ariana Cornejo Aguilar, 2014).

3.1.4 Clima

Presenta una temperatura media anual de 17.4 °C ,la máxima media de 25.5 °C ,mínima de 9.4 °C ,en verano la temperatura alcanza los 35.4°C y la mínima de invierno -3.6 °C ,la precipitación promedio anual de 200 mm que se caracteriza un periodo lluvioso corto y otro seco, largo. Tiene una temperatura media anual de 18,2°C y una humedad relativa promedio del 40% en el mes de agosto hasta 75% en el mes de febrero y la evaporación desde 2.96 mm/día en el mes de junio hasta 5.40 mm/día en el mes de octubre, los promedios pueden ser variables.

Los vientos en la zona son de magnitud considerable, se producen velocidades promedio de alrededor de 6.70 km/h (Ariana Cornejo Aguilar ,2014).

3.1.5 Geomorfología

Se caracteriza por presentar paisajes montañosos con fuertes pendientes a consecuencia de los eventos geológicos a las que estuvieron sometidas, geológicamente presenta una amplia variedad litológica como (areniscas, conglomerados, limolitas, lutitas y gravas del cuaternario).

La escasa cobertura vegetal en algunas zonas tanto en montañas como en serranías ha incidido desfavorablemente en la protección de los suelos los cuales están sometidos a procesos geomorficos como erosión laminar, surcos y cárcavas (Ariana Cornejo Aguilar ,2014).

3.1.6 Uso actual de la tierra

Áreas urbanas y centros poblados con viviendas, que se encuentran en los márgenes de los ríos y en las áreas de los valles en las partes medias y bajas, donde se prolifera la contaminación ambiental por diversas actividades que realizan los habitantes de las áreas urbanas.

Las áreas agrícolas con cultivos diversificados de subsistencia en la mayoría de las comunidades en diferentes zonas del departamento. El maíz ,trigo, papa, vid y hortalizas como base y otros productos del consumo familiar, otros como plantaciones de árboles frutales de cítricos y en los márgenes con estratos herbáceos como gramíneas.

Las áreas de pastoreo y producción pecuaria donde el pastoreo extensivo, es la actividad ganadera, donde está compuesta por animales vacunos, caprinos y ovinos que pastorean y ramonean bosques forestales, pastizales y arbustos en las áreas agrícolas (PDM Tarija-Ariana Cornejo Aguilar, 2014).

3.2 Materiales

- Mapas del área de estudio
- GPS(sistema de posición global)
- Cinta métrica
- Guantes de cuero
- Tijera de podar
- Materiales de escritorio
- Clinómetro
- Pinzas de recolección
- Navaja de corte (estilete)
- Cámara fotográfica
- Calculadora
- Ficha de colección
- Cartones
- Formularios para registro de datos

3.2.1 Metodología

3.2.2 Selección y delimitación del área de estudio

Como etapa inicial de la investigación se realizó la visita y la selección del área con una superficie de 50 ha (0.5 km²) que fue dividida en tres estratos considerando sus características (topográficas, climáticas, geográficas y de vegetación).

Tomando como base el área mínima de la comunidad vegetal (Matteucci, 1982).

3.2.3 Numero de muestras

Se determinó por el método de “curva especie - área” tomando un punto al azar o unidad muestral pequeña donde se contó el número de especies presentes en este cuadrante, posteriormente se duplico la superficie anterior y se contó el número de las nuevas especies presentes que aparecieron, esta operación fue repetida hasta que el número de especies nuevas disminuyo al mínimo.

En este caso el tamaño de unidad muestral fue de 4x 4 (16 m²) .donde se muestrearon 100 parcelas azar en tres estratos dentro del área de estudio.

3.3 Caracterización Taxonómica de Cactáceas

La caracterización taxonómica fue realizada por el Herbario de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales de la Universidad Juan Misael Saracho y la información disponible sobre investigaciones realizadas de cactáceas en el departamento de Tarija fue mediante la base de datos encontradas en la biblioteca general de la universidad.

Para él envío de muestras de herbario se realizaron los siguientes pasos:

3.3.1 Registro de campo de los datos de la planta

En el campo se realizó la colecta y el registro de los ejemplares para su posterior etiquetado con información necesaria (departamento, lugar de colección, fecha, familia y nombre del coleccionista).

3.3.2 Recolección del material vegetal

Los ejemplares fueron recolectados en una caja de cartón con las herramientas correspondientes para su extracción, posteriormente se las puso a secar, en general se

procedió a la disección de las mismas, donde las partes más voluminosas y carnosas fueron cortadas longitudinalmente.

Una vez recolectados los ejemplares para herbario fueron colocados en papel periódico y cartón con sus respectivas fichas y fotografías, las mismas que fueron enviadas e identificadas por el Herbario de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales.

3.3.3 Herramientas de recolección

Se utilizó una tijera de podar, guantes de cuero, y una navaja para la realización de los cortes correspondientes, flexo para su medición.

3.3.4 Acondicionamiento del material vegetal para su preservación

Se confecciono una carpeta de cartón donde se obtuvo los ejemplares recolectados, los cuales fueron costurados y luego se las puso a secar para su posterior envío.

3.3.5 Control de la calidad del material a enviar al laboratorio

Se debió corroborar que los ejemplares estén en buenas condiciones de aceptabilidad, libres de agentes patógenos o alguna imperfección que perjudique su identificación.

3.4 Variables a medir

(Matteucci y Colma ,1982).

3.4.1 Densidad

La densidad es el número de individuos (N) en una área (A) determinada.

$$D = \frac{N}{A} \quad (ind/ha)$$

N=número de individuos por especie

A = área

Y se estima a partir del conteo de individuos en un área dada.

3.4.2 Cobertura

La cobertura de cactáceas fue medida con una cinta métrica donde se consideró la proporción de terreno ocupado por la proyección perpendicular de las partes aéreas de los individuos considerados. Que fueron expresados en porcentaje de la superficie total, permitiendo determinar la abundancia de la comunidad de especies (Matteucci y Colma ,1982).

Mostacedo:

Para intercepción de puntos la cobertura relativa (Cr) se calcula mediante:

$$Cr = \frac{Ni}{Nt} \times 100 \quad (\%)$$

Donde:

Ni=número de individuos por especie

Nt =número total de individuos.

3.4.3 Abundancia (Ar)

Es el número de individuos de cada especie dentro del área de estudio, se expresa en términos absolutos y relativos de la abundancia relativa (AR), que representa un valor constante (Matteucci y Colma ,1982).

$$Ai = \frac{Ni}{S} \quad (\%)$$

-**Ai**=abundancia absoluta

-**AR**=es la abundancia relativa de la especie

-**Ni**=número de individuos

-**S**=superficie de muestreo (ha)

3.4.4 Dominancia

Representa la expansión horizontal dada por la proyección de la copa sobre el suelo.

Se determinara la dominancia de cada especie de la comunidad de cactáceas en porcentajes mediante la proporción o cantidad de especies presentes dentro del área de estudio (Matteucci y Colma ,1982).

La dominancia relativa (DR) es la participación o porcentaje que corresponde a cada especie.

$$DR = \frac{Ab}{tot. Ab} * 100 (\%)$$

3.4.5 Frecuencia

Es la probabilidad de encontrar uno o más individuos de una determinada especie en una unidad en particular y son expresadas como el porcentaje del número de unidades muestras.

La frecuencia relativa (FR), se calcula sobre la base de la suma total de las frecuencias absolutas de una muestra que se considera el 100% (Matteucci y Colma ,1982).

$$FR = \frac{P_i}{NS}(\%)$$

-Fi=frecuencia absoluta

-Pi= es el número de sitios en la que está presente la especie i.

-NS=es el número total de sitios de muestreo

3.4.6 Índices de Biodiversidad

3.4.6.1 Diversidad alfa

La diversidad alfa (α) mide la riqueza o heterogeneidad de especies de un sitio o comunidad, esté puede ser calculado a partir de índices basados en la dominancia de las especies como el de Shannon –weinner.

3.4.6.2 Índice de Shannon –Weinner

Es la expresión de valores de importancia que representan todas las especies de la muestra, permite medir el grado promedio a que especie pertenecerá un individuo escogido de una colección (Magurran, 1988)

$$H = \sum p_i \ln p_i \quad (\%)$$

Donde:

H= diversidad estimada

$p_i = n_i/N$ proporción n de individuos

Rangos	Significado
0-1.35	Diversidad baja
1.36-3.5	Diversidad media
Mayor a 3.5	Diversidad alta

Fuente:(Magurran, 1988)

Valle Técnicas de investigación en Ecología .Universidad de san francisco de Quito.

3.4.7 IVI

Según Sabogal (1994), indica que el índice de valor de importancia es un parámetro que estima el aporte o significancia ecológica de cada especie dentro de la comunidad vegetal. El valor máximo es de 300. Este valor es calculado para cada especie a partir de la suma de la abundancia relativa + dominancia relativa + frecuencia relativa.

$$IVI = \sum AR + DR + FR (\%)$$

-IVI=índice de valor de importancia

-AR%=abundancia relativa de cada especie

-DR%=dominancia relativa de cada especie

-FR%=frecuencia relativa de cada especie

Tabla de valores del IVI para estimar el estado de conservación de una especie

IVI	VALOR PONDERADO	CLASIFICACION
0.33%	1.67	Poco importante (PI)
34-75 %	3.33	Importante(I)
76-100 %	5	Muy importante ecológicamente (MIE)

Fuente:(Sánchez, 1986)

3.5 Valoración Etnobotánica

Se realizó de manera directa con los Comunarios de Santa Ana y el Portillo mediante el método inventario-entrevista, para lo cual se realizaron encuestas referidas al uso de especies de las cactáceas en la zona mediante fotografías, propuesto por (Araoz, 1996).

3.5.1 Número de familias a encuestar

Para su determinación se utilizara la fórmula propuesta por (Robles, 1987).

$$Nf = \frac{nxpx(1-p)}{nxd + zx(1-p)} (\%)$$

Nf=número de familias

n= número de familias por comunidad

d=margen de error (10%)

z=nivel de confianza (90%)

p=número de comunidades

4.1 CLASIFICACION TAXONOMICA

Las siete especies de cactáceas fueron identificadas por el herbario de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales.

Tabla de Clasificación Taxonómica

Nº	Nombre Científico	Familia
1	<i>Cereus hankeanus</i> Weber & Schumann	Cactácea
2	<i>Opuntia</i> sp.	Cactácea
3	<i>Echinopsis mamillosa</i> Guerke	Cactácea
4	<i>Neoraimondia herzogiana</i> (Backeberg) Buxbaum	Cactácea
5	<i>Cleistocactus smaragdiflorus</i> (Weber) Brito. & Rose.	Cactácea
6	<i>Opuntia</i> sp.	Cactácea
7	<i>Cylindropuntia tunicata</i> (Lehm) Knuth.	Cactácea

Fuente: Herbario de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales

Certificación taxonómica (Anexos)

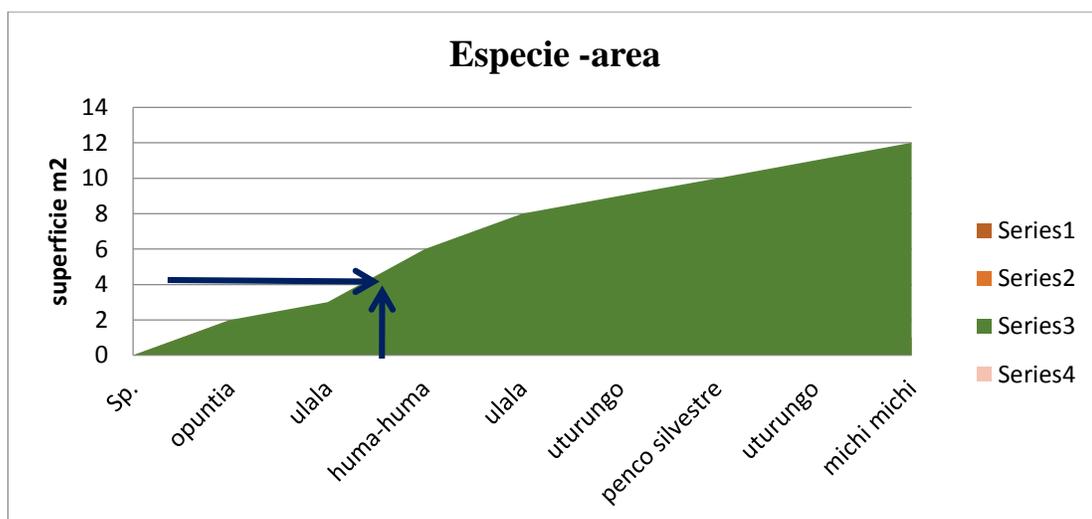
4.2 COMPOSICION FLORISTICA

Para la determinación de la composición florística se determinó el tamaño de la parcela de muestreo, que se llevó a cabo el levantamiento de datos en función del método curva especie citado por (Matteucci y Colma, 1982).

Tabla N° 1 Especie - área

Superficie	Sp.	N° de especies	N° acumulativo de especies
2	Opuntia	2	2
4	Ulala	1	3
4	Huma-huma	3	6
4	Ulala	2	8
8	Uturungo	1	9
8	Penco silvestre	1	10
16	Uturungo	1	11
16	Michi michi	1	12

Gráfico N°1



Datos para la estimación del área mínima (Matteucci y Colma , 1982)

Donde el tamaño de unidad de muestreo fue de 4x4 que fueron distribuidas al azar en el área de estudio.

Se realizó el levantamiento de datos en tres estratos con diferencias altitudinales y topográficas, en el siguiente cuadro se muestran el registro por parcelas con sus determinadas coordenadas donde se encontraron las siguientes especies de cactáceas registradas dentro del área de estudio.

4.2.1 PARAMETROS CUANTITATIVOS

ESTRATO 1 (TABLA N° 2)

Superficie 1,547 ha							
N°	Sp.	N° DE INDIVIDUOS	DENSIDAD	AR	FR	DR	IVI
1	<i>Neoraimondia herzogiana</i>	1	0,646	0,410	10%	1.00	5%
2	<i>Opuntia sp.</i>	6	3,878	2,459	18%	6.00	10%
3	<i>Cereus hankeanus</i>	10	6,464	4,098	55%	10,831	75%
4	<i>Echinopsis mamillosa</i>	47	30,381	19,262	36%	23	40%
5	<i>Opuntia sp.</i>	66	42,663	27,049	40%	63	60%
6	<i>Cleistocactus smaragdiflorus</i>	74	47,835	30,328	72%	42	82%
	TOT.	204	131.867				

Tabla de cobertura

	COBERTURA	
Sp	ley de intercepción(mts)	Cr %
<i>Opuntia sp</i>	33,4	12,81%
<i>Cereus hankeanus</i>	1,4	0,54%
<i>Cleistocactus smaragdiflorus</i>	80	30,70%
<i>Echinopsis mamillosa</i>	40	15,35%
<i>Neoraimondia herzogiana</i>	3,75	1,43%
<i>Opuntia sp.</i>	30	12%
	Tot:260,55	

4.2.2 DENSIDAD

En la siguiente tabla se registró que la especie que mayor densidad presento fue *Cleistocactus smaragdiflorus*, con 47,835 ind/ha a diferencia de *Opuntia sp.* que presento 42.663 ind/ha y de menor densidad *Neoraimondia herzogiana* con 0.646 ind/ha.

Se corrobora que la distribución de cactáceas a lo largo de la formación de valles secos y la parte del chaco son de mayor predominancia la presencia de estas especies debido a las condiciones que las favorecen en su crecimiento (Eduardo Flores Gutiérrez, 2002).

4.2.3 ABUNDANCIA

En cuanto al número de individuos por hectárea los individuos más abundantes fueron *Cleistocactus smaragdiflorus*, con 30.328% y *Opuntia sp.* con 27.049 %, y la especie que presento menor cantidad de individuos fue *Neoraimondia herzogiana* con 0.410 %.

De acuerdo a investigaciones recientes realizadas en Bolivia en el parque nacional de toro toro, indican que la familia Cactáceas es la segunda familia con 46 especies

endémicas dentro del parque, los cuales han sufrido impacto ,provocando que muchas especies lleguen a estar amenazadas (Herbario nacional Martin Cárdenas).

4.2.4 FRECUENCIA

Se registró que la especie con mayor frecuencia en el área fue *Cleistocactus smaragdiflorus* con el 72% de presencia en el Estrato 1 seguido de *Opuntia sp.* Con el 63 %, y finalmente *Opuntia sp.* con el 18% de individuos presentes en las unidades de muestreo.

4.2.5 DOMINANCIA

Presento mayor dominancia la especie de *Cleistocactus smaragdiflorus* con el 42% seguido de *Opuntia sp.* con 60 % y *Neoraimondia herzogiana* la especie que presento menor dominancia con el 5% .

4.2.6 IVI

El mayor peso ecológico lo represento la especie, *Cleistocactus smaragdiflorus* con 82% seguido de *Opuntia sp.* Con 60 %, luego *Echinopsis mamillosa* con 40% lo que indica que tiene un alto valor de conservación y *Neoraimondia herzogiana* con 5 % lo que representa un bajo valor de conservación.

4.2.7 COBERTURA

Durante el registro las especies que presentan mayor cobertura son: *Cleistocactus smaragdiflorus*. 30,70%, las especies que presentaron valores medios de cobertura fueron *Echinopsis mamillosa* 15,35%, *Opuntia sp.* 12, 81%, *Opuntia sp.* 12%, las especies que tuvieron valores menores de cobertura fueron *Neoraimondia herzogiana* 1,43% y *Cereus hankeanus*.

4.3 ESTRATO 2 (TABLA N°3)

	ESTRATO 2 5,59ha						
N°	Sp.	N° DE INDIVIDUOS	DENSIDAD	AR	FR	DR	IVI
1	<i>Echinopsis mamillosa</i>	5	0,894	6,410	7%	8,580	21%
2	<i>Opuntia sp.</i>	15	2,683	19,231	29%	12,333	52%
3	<i>Cereus hankeanus</i>	24	4,293	30,769	55%	21,125	85%
4	<i>Cleistocactus smaragdiflorus.</i>	26	4,651	33,333	52%	25,077	100%
	TOT.	70	12.521				

	COBERTURA	
Especie	ley de intercepción (mts)	Cobertura relativa %
<i>Opuntia sp.</i>	70	32%
<i>Cereus hankeanus</i>	4,3	2%
<i>Cleistocactus smaragdiflorus</i>	60	27%
<i>Echinopsis mamillosa</i>	35	16%
	Tot:169.3	

4.3.1 Densidad

Las especies que presentaron mayor densidad en el estrato 2 fueron *Cereus hankeanus* con 4,293 ind/ha, *Cleistocactus smaragdiflorus* con 4,651 ind/ha, y las especies con valores bajos de densidad fueron *Opuntia sp.* 2.683 ind/ha, *Echinopsis mamillosa* con 0,894 ind/ha.

4.3.2 Abundancia

Durante el levantamiento de datos se registró que las especies de mayor abundancia en este estrato son *Opuntia sp* 19,231%, *Cereus hankeanus* 30, 769%, *Cleistocactus smaragdiflorus*.33, 333%, y la especie que menor abundancia presento fue *Echinopsis mamillosa* 6, 410%.

4.3.3 Frecuencia

Las especies que presentaron mayor frecuencia fueron *Cereus hankeanus* 55%, *Cleistocactus smaragdiflorus*. 52%, y las especies que se encontraron con menor frecuencia fueron *Opuntia sp* 29% y *Echinopsis mamillosa* 7%.

4.3.4 Dominancia

Las especies más dominantes en el estrato fueron *Cereus hankeanus* 21 %, *Cleistocactus smaragdiflorus* con 25 % y *Opuntia sp*.12% y la especie menos dominante en el área fue, *Echinopsis mamillosa* 9%.

4.3.5 IVI

Las especies que registraron valores más altos en su valor ecológico fueron: *Cereus hankeanus* 85 %, *Cleistocactus smaragdiflorus* 100% y las especies de menor valor ecológico fueron *Opuntia sp* 52%, y *Echinopsis mamillosa* 21 %.

4.3.6 COBERTURA

En el trabajo de campo se registró que las especies que presentaron valores mayores de cobertura fueron *Opuntia sp*.32% , *Cleistocactus smaragdiflorus*. 27%, *Echinopsis mamillosa* 16% y la especie que presento el valor más bajo de cobertura fue *Cereus hankeanus* 2%.

4.4 ESTRATO 3 (TABLA N° 4)

ESTRATO 3 6,53 ha							
N°	Sp.	N° DE INDIVIDUOS	DENSIDAD(ind/ha)	AR (%)	FR (%)	DR (%)	IVI (%)
1	<i>Opuntia sp.</i>	42	6,25	28,378	19,594	55	100%
2	<i>Cleistocactus smaragdiflorus</i>	36	5,35	24,324	12,162	49	86%
3	<i>Cereus hankeanus</i>	26	3,86	17,56	8,783	38,99	65%
4	<i>Echinopsis mamillosa</i>	19	2,82	12,878	3,378	28,35	44%
5	<i>Cylindropuntia tunicata</i>	1	0,15	0,675	2,08	8	10%
	TOT.	124					

COBERTURA		
Especie	ley de intercepción(mts)	Cobertura relativa %
<i>Opuntia sp.</i>	98	33%
<i>Cereus hankeanus</i>	4,65	2%
<i>Cleistocactus smaragdiflorus</i>	1,55	1%
<i>Echinopsis mamillosa</i>	50	17%
<i>Cylindropuntia tunicata</i>	65	22,00%
	Tot:219.2	

4.4.1 Densidad

Las especies que presentaron mayor densidad *Opuntia sp* 6,25 ind/ha ,*Cleistocactus smaragdiflorus*. 5,35ind/ha, *Cereus hankeanus* 3,86 ind/ha ,y de baja densidad las especies *Echinopsis mamillosa* 2,82 y *Cylindropuntia tunicata* 0,15.

4.4.2 Abundancia

En el levantamiento de datos las especies con mayor abundancia son *Opuntia sp*. 28,378 %*Cleistocactus smaragdiflorus*.24,324% *Cereus hankeanus*17,56% , y las especies con menor abundancia fueron *Echinopsis mamillosa* 12,878% y *Cylindropuntia tunicata* 0,675%.

4.4.3 Frecuencia

Las especies que presentaron mayor frecuencia fueron *Opuntia sp*.19,594% , *Cleistocactus smaragdiflorus*. 12,162% y *Cereus hankeanus*8,783%, las especies que presentaron menor frecuencia en el muestreo fueron,*Echinopsis mamillosa*3,378% y *Cylindropuntia tunicata* 2,08%.

4.4.4 Dominancia

Las especies más dominantes fueron: *Opuntia sp* 55%, *Cleistocactus smaragdiflorus*56%, *Cereus hankeanus* 65% y las especies de menor dominancia en el estrato fueron, *Echinopsis mamillosa* 28% y *Cylindropuntia tunicata* 8%.

4.4.5 IVI

De mayor valor ecológico dentro del estrato fueron *Opuntia sp*. 100%, *Cleistocactus smaragdiflorus*. 86,216%,*Cereus hankeanus* 65,333% y de menor valor de importancia ecológica fueron *Echinopsis mamillosa* 44,606%,*Cylindropuntia tunicata* 10 %.

4.4.6 COBERTURA

En el trabajo de campo en el estrato 3 se registró que las especies que presentaron valores relevantes de cobertura fueron *Opuntia sp*.33%, *Cylindropuntia tunicata*

22,00% y *Echinopsis mamillosa* 17%, y las especies de menor cobertura fueron *Cereus hankeanus* 2% y *Cleistocactus smaragdiflorus*. 1%.

4.5 ANALISIS DE DATOS

4.5.1 TABLA GENERAL N° 5

COMPOSICION FLORISTICA

ESPECIE	ABUNDANCIA			FRECUENCIA			DOMINANCIA			IVI%		
	%			%			A%					
	E1	E2	E3	E1	E2	E3	E1	E2	E3	E1	E2	E3
<i>Cleistocactus smaragdiflorus.</i>	30	33.3	24.3	72.7	51.8	12.1	42	25	49.7	82	10	86
<i>Opuntia sp.</i>	27	19.2	28.3	63.6	29.6	19.6	40	12	55	60	52	10
<i>Cereus hankeanus</i>	40	30.7	17.5	54.5	55.5	8.8	10	21	38.9	12	85	65
<i>Echinopsis mamillosa</i>	19	6.4	12.8	36.3	7.4	3.3	23	83	28.3	40	21	44
<i>Opuntia sp.</i>	2			18.1			6			10		
<i>Neoraimondia herzogiana</i>	1			10			1			5		
<i>Cylindropuntia tunicata</i>			0.6			2.1			8			10

COBERTURA			
Especie	Ley de intercepción	Cobertura Relativa	Líneas de intercepción
<i>Cleistocactus smaragdiflorus.</i>	47 mts.	29.9	14%
<i>Opuntia sp.</i>	56 mts.	26.2	17%
<i>Echinopsis mamillosa</i>	42 mts.	15.2	13%
<i>Cereus hankeanus</i>	3.45 mts.	12.8	1.2%
<i>Opuntia sp.</i>	30 mts.	1.3	9.38%
<i>Neoraimondia herzogiana</i>	3.45 mts.	0.3	1.08 %
<i>Cylindropuntia tunicata</i>	65 mts.	0.1	20.32%
	Tot=246.9		

En síntesis en la **Tabla N° 5** se registraron todos los datos de composición florística de los tres estratos de manera general.

Donde indico que las especies más representativas florísticamente en el cerro “la Matara” en (densidad, abundancia, dominancia y IVI) fueron: *Cleistocactus smaragdiflorus* y *Cereus hankeanus* y las especies que representaron menor cantidad de individuos por especie fueron: *Opuntia sp.*, *Neoraimondia herzogiana*, *Cylindropuntia tunicata*.

El Estrato 1 fue donde mayor cantidad de individuos por especie se registró, la composición florística fue mayor en comparación con los otros 2 estratos.

4.5.2 Shannon –weinner

INDICE DE BIODIVERSIDAD DE SHANNON –WEINNER

TABLA N° 6

Sp	N° de individuos	Pi=n/N	Ln *Pi	Pi*Lnpi
<i>Cleistocactus smaragdiflorus.</i>	136	0,29	1,95	1,565
<i>Opuntia sp.</i>	123	0,26	1,82	0,473
<i>Echinopsis mamillosa</i>	71	0,15	1,41	0,211
<i>Cereus hankeanus</i>	60	0,13	1,35	0,175
<i>Opuntia sp.</i>	6	0,013	1,03	0,013
<i>Neoraimondia herzogiana</i>	1	0,00213	1,004	0,002
<i>Cylindropuntia tunicata</i>	2	0,00426	1,009	0,004
	Tot:399			Tot:1,656

Durante el análisis de datos con el índice de Shannon-weinner se registró que las especies *Cleistocactus smaragdiflorus* presento un valor de 1,565 % y *Opuntia sp.* 0,473 % lo que indico que presentaron una diversidad media a diferencia de *Echinopsis mamillosa* con 0,211 %, *Cereus hankeanus* 0,175%, *Opuntia sp.* Con 0,013 %, *Neoraimondia herzogiana* 0,002 % y *Cylindropuntia tunicata* 0,004 % presentaron diversidad baja.

4.5.3 Etnobotánica

$$Nf = \frac{n * p(1 - p)}{n * d + z * (1 - p)}$$

Nf=Número de familias a encuestar

n= número de familias por comunidad

d=margen de error (10%)

z=nivel de confianza (90%)

p=número total de comunidades.

$$Nf = \frac{18 * 2(1 - 2)}{18 * 10\% + 90\% * (1 - 2)} = \frac{36}{2.7} = 13 \text{ familias}$$

VALORES DE ETNOBOTANICA (TABLA N° 7)

N°	Sp	Uso	N° de familias	Parte de la planta	%
1	<i>Cleistocactus smaragdiflorus.</i>	<ul style="list-style-type: none"> Consumo humano 	1	flores	7,69%
2	<i>Cereus hankeanus</i>	<ul style="list-style-type: none"> Forrajero Consumo humano 	3	tejidos frutos	23%
3	<i>Opuntia sp.</i>	<ul style="list-style-type: none"> Cerco vivo forraje 	3	-----	23%
4	<i>Cereus hankeanus</i> <i>Neoraimondia herzogiana</i>	<ul style="list-style-type: none"> construcción 	1	Madera para construir cercos	7.69%
5	<i>Echinopsis mammosa</i>	<ul style="list-style-type: none"> ornamental 	4	plantas	31%
6	Desconocen su utilidad	-----		----- -	9%

Las encuestas fueron realizadas 13 familias que viven en Santa Ana la nueva y el portillo dieron como resultado, que las especies más utilizadas como forraje y alimento humano están *Cereus hankeanus* 23% y *Opuntia* sp. 23 % que también esta especie es utilizada como cerco vivo. El uso como madera de construcción poco lo usan normalmente para construir sus corrales para vacas entre estas se encuentran *Neoraimondia herzogiana* y *Cereus hankeanus* 7,69 %, y de uso ornamental con un 31 % se encuentran *Echinopsis mamillosa* que son extraídas de su hábitat por sus atractivas flores, finalmente muchas familias desconocen el uso e importancia de las cactáceas.

Se puede corroborar que estudios etnobotánicas realizados en diferentes lugares de Bolivia, han adquirido interés e importancia en las últimas décadas debido a la pérdida del conocimiento tradicional y a la degradación de los bosques, la importancia de las plantas útiles está reflejada por la necesidad de satisfacer sus necesidades de vestimenta, protección, herramientas y alimentación. Por otro lado las especies de la familia Cactácea, mayormente son reportados o utilizados como combustible, construcción, medicina tradicional, ceremonias, forrajes y otros (Gutiérrez Julia ,2016).

CAPITULO V

CONCLUSIONES

- ❖ Todas las especies de cactáceas presentes en el cerro la “Matara” fueron identificadas satisfactoriamente en el Herbario de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales.

- ❖ Como conclusión de la evaluación de 100 parcelas distribuidas a lo largo del cerro la Matara, se registró un total de 469 individuos, 8 géneros y 3 subfamilias. La composición florística se concluyó que las especies con mayor predominancia fueron *Cleistocactus smaragdiflorus*. Con 74 ind/ha, *Opuntia* sp.a con 66 ind/ha y *Echinopsis mamillosa* con 47 ind/ha.

- ❖ Los resultados florísticos de Shannon-weinner muestran que la población de Cactáceas presento una diversidad media y que aun cuando las condiciones ambientales son adversas, la flora local muestra evidencias claras de adaptaciones extremas de importancia.

- ❖ La valoración etnobotánica de cactáceas indica que las especies son utilizadas preferentemente como forraje, cerco vivo, construcción, consumo humano, uso ornamental y comercial.

CAPITULO VI

RECOMENDACIONES

- ❖ Realizar investigaciones florísticas de la familia cactáceas en otras comunidades, debido al gran potencial ecológico que representa en nuestro Departamento.
- ❖ Realizar estudios de producción en el Departamento de Tarija sobre el valor e importancia forrajera en la dieta alimenticia de bovinos y caprinos de las especies como *Opuntia sp.*, y *Cereus hankeanus*.
- ❖ Recomendar a las instituciones públicas y privadas como así también a la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales incentivar a los estudiantes con proyectos, conveníos con otras instituciones donde puedan realizar trabajos de investigación para la conservación y protección de ecosistemas en áreas rurales.