

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental**

**Celendín**



**TESIS**

**CARACTERIZACIÓN DE LAS CACTÁCEAS DEL BOSQUE  
ESTACIONAL SECO DEL MARAÑÓN, UTCO – CAJAMARCA –  
BALZAS – AMAZONAS.**

**PRESENTADO POR**

**BACHILLER: Huamán Lozano Ever Jonathan**

**ASESOR: Ing. MSc. Manuel Roberto Roncal Rabanal**

**CAJAMARCA – PERÚ**

**-2019-**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
Norte de la Universidad Peruana  
Fundada por Ley 14015 del 13 de febrero de 1962  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
*Secretaría Académica*



**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**

En Cajamarca, a los Ocho días del mes de Julio del Año 2019, se reunieron en el ambiente 2A-201 de la Facultad de Ciencias Agrarias, los integrantes del Jurado designados por el Consejo de Facultad de Ciencias Agrarias, según Resolución de Consejo de Facultad N° 536-2018-FCA-UNC, fecha 14 de Noviembre del 2018, con el objeto de Evaluar la sustentación del Trabajo de Tesis titulado: “**CARACTERIZACIÓN DE LAS CACTÁCEAS DEL BOSQUE ESTACIONAL SECO DEL MARAÑÓN, UTCO-CAJAMARCA-BALSAS-AMAZONAS**”; por el Bachiller: **EVER JONATHAN HUAMÁN LOZANO**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental.

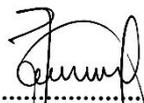
A las once horas y Veinte minutos y de acuerdo a lo estipulado en el Reglamento respectivo, el Presidente del Jurado dio por iniciado el acto. Después de la exposición del trabajo de Tesis, la formulación de preguntas y de la deliberación del Jurado, el Presidente anunció la **APROBACIÓN** por **UNANIMIDAD** con el calificativo de **Quince (15)**.

Por lo tanto, el graduando queda expedito para que se le expida el **Título Profesional** correspondiente.

A las Doce horas y Cinco minutos, el Presidente del Jurado dio por concluido el acto.

Cajamarca, 08 de Julio de 2019.

  
.....  
**Dr. José Luis Guevara Barreto**  
**PRESIDENTE**

  
.....  
**Ing. Luis Dávila Estela**  
**SECRETARIO**

  
.....  
**Ing. Nehemías Honorio Sangay Martos**  
**VOCAL**

  
.....  
**Ing. M.Sc. Manuel Roberto Roncal Rabanal**  
**ASESOR**

## DEDICATORIA

A mis padres por brindarme su ayuda y hacerme ver en ellos las ganas y el esfuerzo de seguir adelante, a mis hermanos por su cariño y amor incondicional y a mi asesor por su gran apoyo en el trabajo de investigación; pero sobre todo a DIOS.

## AGRADECIMIENTOS

A mis padres Panchita y Octavio por haberme brindado su apoyo durante todo el estudio de mi carrera y poder así llegar a ser un profesional.

A mis hermanos Miriam, Gladis y Kely por alentarme, comprenderme y apoyarme en la realización de todo el trabajo de tesis.

A mi asesor Manuel Roberto Roncal Rabanal por su apoyo en el trabajo de campo y gabinete.

A Adriano fernandez cruzado y a los alumnos de Líneas de Base de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental por colaborar en el trabajo de campo.

## ÍNDICE

Pag.

<b>I.</b>	<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>II.</b>	<b>REVISIÓN DE LA LITERATURA.....</b>	<b>3</b>
2.1.	Antecedentes de investigación .....	3
2.2.	Bosque Tropical Estacionalmente Seco (BTES) .....	3
2.3.	Biodiversidad .....	4
2.4.	Ecosistema.....	5
2.5.	Servicios Ambientales.....	5
2.6.	Endemismo .....	6
2.7.	Suculencia .....	6
2.8.	Cactáceas .....	6
2.9.	Características de las cactáceas.....	7
2.10.	Caracterización de las especies de cactáceas encontradas en el Bosque Estacional Seco del Marañón.....	9
2.11.	Tipos de Muestreo.....	11
2.11.1.	Área Mínima .....	12
2.12.	Parámetros e Índices de diversidad y Similaridad.....	13
2.12.1.	Frecuencia .....	13
2.12.2.	Densidad Relativa .....	13
2.12.3.	Dominancia .....	13
2.12.4.	Índice de Valor de Importancia (IVI).....	14
2.12.5.	Índices de Diversidad .....	14
2.12.6.	Índices de Similaridad .....	15
<b>III.</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>16</b>
3.1.	Descripción de la zona de estudio.....	16
3.2.	Equipos y materiales.....	18
3.3.	Metodología .....	18

<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>21</b>
<b>4.1. Especies de cactáceas identificadas en el Bosque Estacional seco del Marañón, Utco – Cajamarca – Balzas – Amazonas .....</b>	<b>21</b>
<b>4.1.1. Número de individuos y especies de cactáceas por estratos de las zonas de Utco y Balzas .....</b>	<b>22</b>
<b>4.2. Índices de Diversidad de cactáceas del Bosque Estacional Seco del Marañón, Utco – Cajamarca – Balzas – Amazonas .....</b>	<b>26</b>
<b>V. CONCLUSIONES .....</b>	<b>32</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>33</b>
<b>VII. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>34</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>39</b>
<b>Anexo 01: Ficha de recolección de datos- .....</b>	<b>39</b>
<b>Anexo 02: Datos de campo de las especies de cactáceas del Bosque Estacional Seco del Marañón, Utco – Cajamarca. ....</b>	<b>40</b>
<b>Anexo 03: Datos de campo de las especies de cactáceas del Bosque Estacional Seco del Marañón, Balzas – Amazonas.....</b>	<b>44</b>
<b>Anexo 04: Datos para la estimación del área mínima. ....</b>	<b>47</b>
<b>Anexo 05: Representación del estrato con el rango altitudinal.....</b>	<b>47</b>
<b>Anexo 05: Gráfico estadísticos de las especies de cactáceas.....</b>	<b>48</b>
<b>Anexo 06: Panel fotográfico.....</b>	<b>50</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Pag.

Figura 1: Modelo de muestreo para la evaluación del área mínima.....	13
Figura 2: Ubicación de parcelas en la zona de estudio.....	17
Figura 3 Individuos por estratos. ....	24
Figura 4: individuos por especies de las zonas de Utco y Balzas. ....	48
Figura 5: Total de Individuos y especies entre ambas zonas de estudio del Bosque Estacional Seco del Marañón. ....	48
Figura 6: Individuos por localidad.....	49
Figura 7: <i>Armatocereus rahuui</i> .....	50
Figura 8: <i>Browningia pilleifera</i> .....	51
Figura 9: <i>Cleistocactus tenuiserpens</i> .....	52
Figura 10: <i>Espostoa mirabilis</i> .....	53
Figura 11: <i>Espostoa lanata</i> .....	54
Figura 12: <i>Matucana formosa</i> .....	55
Figura 13: <i>Melocactus bellavistensis</i> .....	56
Figura 14: <i>Opuntia quitensis</i> .....	57
Figura 15: Trazado de parcelas.....	58
Figura 16: Medicion del DAP .....	59
Figura 17: Toma de datos de especies.....	60

## ÍNDICE DE TABLAS

Pag.

Tabla 1: Especies de cactáceas identificadas en el Bosque Estacional Seco del Marañón Utco – Cajamarca – Balzas – Amazonas.....	21
Tabla 2: Especies y número de individuos registrados en las zonas de Utco y Balzas. ....	22
Tabla 3: Especies de cactáceas y número de individuos por estratos de las zonas de Utco y Balzas en el Bosque Estacional Seco del marañón. ....	23
Tabla 4: Variables e índices de Diversidad de la zona Utco. ....	27
Tabla 5: Variables e índices Diversidad de la zona Balzas. ....	27
Tabla 6: Índice de biodiversidad de Margalef Utco – Balzas.....	29
Tabla 7: Índice de diversidad de Simpson Utco – Balzas. ....	30
Tabla 8: Índice de Czekanowski – Sorensen (porcentaje) Utco – Balzas. ....	30
Tabla 9: Índice de Jaccard Utco – Balzas.....	31

## RESUMEN

Se realizó la caracterización de cactáceas en el Bosque Estacional Seco del Marañón (BESM), en dos localidades: distrito de Utco, región Cajamarca y distrito de Balzas, región Amazonas.

La zona de estudio se dividió en 5 estratos con un rango altitudinal de 200 m cada uno: "A" (1850 – 1650 m), "B" (1650 – 1450 m), "C" (1450 – 1250 m), "D" (1250 – 1050 m) y "E" (1050 – 850 m). En cada estrato se establecieron dos parcelas de 1 600 m<sup>2</sup> cada una, muestreando un área total, entre las localidades de Utco y Balzas, de 32 000 m<sup>2</sup>.

Se identificaron 8 especies de cactáceas, de las cuales 7 comparten ambas localidades, y una solamente se registro en la localidad Balzas. Se contabilizaron 380 individuos de cactáceas en la localidad Utco y 574 individuos en la localidad Balzas. En la localidad Utco, *Browningia pilleifera* tiene mayor frecuencia relativa (Fr = 21%), la más abundante fue *Opuntia quitensis* (A = 37%), la más dominante *B. pilleifera* (Dr = 72.1%) y la de mayor importancia *B. pilleifera* (IVI = 129%). En la localidad Balzas *O. quitensis* tiene mayor frecuencia relativa (21%), la más abundante fue *Matucana formosa* (A = 23%), la más dominante *B. pilleifera* (Dr = 45%) y la de mayor importancia *B. pilleifera* (IVI = 86%).

Palabras clave: Bosque Estacional Seco del Marañón, cactáceas, diversidad alfa, Utco, Balzas.

## ABSTRACT

The characterization of cacti was carried out in the Dry Seasonal Forest of the Marañón (BESM), in two locations: Utco district, Cajamarca region and Balzas district, Amazonas region.

The study area was divided into 5 strata with an altitude range of 200 m each: "A" (1850 - 1650 m), "B" (1650 - 1450 m), "C" (1450 - 1250 m), "D" (1250 - 1050 m) and "E" (1050 - 850 m). In each stratum two plots of 1 600 m<sup>2</sup> each were established, sampling a total area, between the towns of Utco and Balzas, of 32 000 m<sup>2</sup>.

Eight species of cacti were identified, of which 7 share both locations, and only one was registered in the Balzas locality. 380 individuals of cacti in the Utco locality and 574 individuals in the Balzas locality were counted. In the Utco locality, *Browningia pilleifera* has a higher relative frequency (Fr = 21%), the most abundant was *Opuntia quitensis* (A = 37%), the most dominant *B. pilleifera* (Dr = 72.1%) and the most important *B. Pilleifera* (IVI = 129%). In the locality Balzas *O. quitensis* has a higher relative frequency (21%), the most abundant was *Matucana formosa* (A = 23%), the most dominant *B. pilleifera* (Dr = 45%) and the most important *B. pilleifera* (IVI = 86%).

Keywords: Marañón Dry Seasonal Forest, cacti, alpha diversity, Utco, Balzas.

## I. INTRODUCCIÓN

La biodiversidad proporciona beneficios que son vitales para la sociedad, como alimento, medicinas, fibras y madera entre otros, de los cuales la humanidad ha dependido desde su origen. Además de estos productos, la biodiversidad también ofrece otros beneficios que no son tangibles, tales como los llamados servicios ambientales, entre los cuales se encuentra la purificación del aire y del agua, la regulación de los ciclos hidrológicos, el equilibrio de los gases de la atmósfera, entre otras muchas funciones (Valverde *et al.* 2005); pero las constantes actividades humanas como el cambio en el uso de suelo y la extracción directa de plantas y animales de su ambiente disminuyen tales servicios ambientales, afectando adversamente a numerosas especies de flora entre ellas los cactus (Sánchez Mejorada 1982; Anderson *et al.* 1994; Oldfield 1997) citado por (Meyran 2005) que son una fuente importante en los ecosistemas constituyendo un elemento esencial en el paisaje, gracias al sistema radicular amplio y superficial que forma una malla que interviene en los procesos de erosión y desertificación de los suelos y puesto que las raíces poseen pelos absorbentes caducos se constituyen como una fuente continua de materia orgánica que se incorpora al suelo (Magallanes 1997) citado por (Novoa *et al.* 2003); así también los animales como las aves utilizan los tallos de los cactus como un inmejorable refugio frente a potenciales depredadores haciendo sus nidos sobre e incluso dentro de la planta (McAuliffe & Hendricks 1988; Rivera & Rodríguez 1998), los animales silvestres en los ecosistemas desérticos lo utilizan como única fuente de fibra y agua (Nobel 1998; Gibson & Rundel 2001; Márquez *et al.* 2003) citado por (Novoa *et al.* 2003), las flores y frutos son fuente de alimento de numerosas aves como colibríes y palomas, mamíferos como roedores y murciélagos, destacándose de estos grupos dos especies que se encuentran en peligro de extinción en el Perú como lo son la pava aliblanca (*Penelope albipennis*) y el murciélago longirostro peruano (*Platalina genovesium*) (Lerner *et al.* 2003; Sahley 1996). Asimismo, las cactáceas son reconocidas como un grupo asociado a la polinización por animales como polillas, abejas, avispa, aves y murciélagos (Porsch 1938, 1939, Grant & Grant 1979; Gibson & Nobel 1986; Valiente-Banuet *et al.* 1996) y por la visita de una gran gama de insectos a las plantas, de los cuales destacan las especies de los ordenes *Lepidoptera*, *Diptera* e *Hymenoptera* (Keopcke 1973; Valiente *et al.* 1996; Valiente *et al.* 1997; Fleming & Holland 1998; Fleming *et al.* 2001; Godínez *et al.* 2002; Holland & Fleming 1999, 2002; Scobell & Scout 2002) citado por (Novoa *et al.* 2003). En desiertos tropicales se han indicado relaciones dependientes entre las cactáceas columnares y los murciélagos nectarívoros (Fleming *et al.* 1993) citado por (De viana 2001). Frente a las inclemencias del medio ambiente desarrollan estrechas relaciones con otras especies vegetales denominadas “plantas nodrizas” que ofrecen las condiciones de humedad y temperatura para el establecimiento de nuevas

plántulas (Turner *et al.* 1966; Valiente *et al.* 1991a b; Valiente & Ezcurra 1991; Nobel 1998; De Viana *et al.* 2000) y algunas veces crean las condiciones necesarias para el establecimiento de otros cactus (McAuliffe 1984).

En el Perú según Brako y Zarucchi (1993) y Ulloa-Ulloa *et al.* (2004) citado por (Arakaki *et al.* 2006) y Pizarro (2014) la familia cactaceae se divide en en 3 sub-familias (Pereskioideae, Opuntioideae y Cactoideae), 43 géneros y alrededor de 250 especies, de los cuales casi el 80% son endémicas (Roque y Ramírez 2005), siendo el segundo centro de diversificación de especies después de México (Ceroni y Castro 2013). Así mismo existen 16 especies cactáceas en el Perú cuyo comercio es controlado para salvaguardar su subsistencia, algunas de ellas no necesariamente se encuentran bajo alguna categoría de amenaza según el apéndice II de La Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) (MINAM 2012).

El estudio tuvo por objetivo caracterizar y determinar los índices de diversidad biológica de cactáceas del Bosque Estacional Seco del Marañón, Utco – Cajamarca – Balzas – Amazonas.

## II. REVISIÓN DE LA LITERATURA

### 2.1. Antecedentes de investigación

La investigación de las diferentes especies de cactus existentes está cobrando importancia en nuestro país, el gobierno a través del Ministerio del Ambiente, lograron la publicación de dos libros “101 Cactus del Perú” (Ostolaza 2011) y “Todos Los Cactus del Perú” (Ostolaza 2014). Además, existen otros libros sobre cactáceas (Rauh 1958; Ritter 1981; Anderson 2001; Hunt 2006) que tratan de toda la familia, dentro de los que se mencionan los cactus peruanos (Ostolaza 2011). Asimismo Arakaki *et al.* (2006) en su afán de seguir investigando realizó un inventario de la familia cactáceae endémica del Perú. En noviembre de 2013 los ingleses Graham Charles, Chris Pugh y Paul Hoxey emprendieron una expedición de tres semanas a Perú visitando los Departamentos de Cajamarca, La Libertad y Ancash en la parte norte del país. Prestando especial atención al Río Marañón y sus afluentes logrando encontrar una nueva especie de *Espostoa (cremnophila)*, crece exclusivamente en acantilados verticales en un valle lateral del Río Marañón en la parte norte del departamento de La Libertad (Hoxey 2014). Marcelo-Peña (2008) realizó inventarios botánicos del Bosque Estacional Seco (BES) de los alrededores de la ciudad de Jaén, Cajamarca reportando 11 géneros y 15 especies de cactáceas. Años posteriores Marcelo-Peña *et al.* (2016) complementa su estudio caracterizando la diversidad de especies de plantas vasculares leñosas en todo el valle del Marañón. A nivel local, Roncal-Rabanal (2016), elaboró una guía para la identificación de cactáceas del bosque estacional seco del Marañón, presentando ocho especies. Además, en la Reserva Ecológica Huacaybamba, se realizó una investigación logrando recolectar información florística, reportando 13 especies de cactáceas (Roncal *et al.* 2012).

### 2.2. Bosque Tropical Estacionalmente Seco (BTES)

Los bosques tropicales estacionalmente secos son ecosistemas amenazados y poco estudiados. En el Perú están representados por formaciones en la región costera del norte, en los valles interandinos y en un área al este de los Andes (región al sur de Tarapoto). Áreas protegidas incluyendo este tipo de vegetación sólo existen en la costa y no hay áreas de conservación en las regiones interandinas y del oriente peruano, más amenazadas aun (Linares Palomino y Pennington 2007). Los bosques secos representan el 42% de todos los bosques tropicales y subtropicales del mundo (Murphy; Lugo 1986; Miles *et al.*, 2006). Se presentan desde el nivel del mar hasta los 1 000 m de altitud, aunque en los valles andinos e interandinos del Perú llegan hasta los 2 350 m (Peña *et al.* 2007). Loaiza (2013) especifica que, en el valle del Marañón, el bosque seco se extiende desde las altitudes más bajas hasta los 2 800 m.

Como se menciona líneas arriba los bosques tropicales estacionalmente secos peruanos son distribuidos en tres regiones geográficamente distintas: 1) la costa noroccidental y la parte baja occidental Pie de monte andino, 2) los valles secos interandinos en el norte, centro y sur del Perú, y 3) la región del valle de Tarapoto y Huallaga al este de los Andes. A pesar de poca información biológica estando disponibles, cada una de estas regiones puede caracterizarse por su propia flora y variables (Linares-Palomino 2006).

Las condiciones climatológicas en el noroeste de Perú y en algunos valles interandinos del norte (ríos Utcubamba, Chamaya y Marañón) presentan temperaturas similares (temperatura media anual: 23.4 – 25°C en elevaciones por debajo de 600 m, 24.8 – 25.4°C en las elevaciones por encima de los 700 m) y la precipitación (precipitación media anual 162 – 793 mm en elevaciones por debajo de 600 m, 567 – 1019 mm en elevaciones por encima de 700 m). En los valles interandinos situados al sur (por ejemplo, los ríos Mantaro, Apurímac y Pampas), los valores son más bajos para la temperatura, pero más altos para la precipitación (temperatura media anual: 17.4 – 25.1°C, precipitación media anual 411.1 – 1727.5 mm). En la región alrededor de Tarapoto y hacia el sur (Bellavista y Juanjuí) las temperaturas medias anuales están en el rango de 23.9 – 25.1°C, mientras que la precipitación anual oscila entre 1 020 – 1 391 mm (INRENA 1975) citado por (Linares-Palomino 2006). Consecuentemente los procesos ecológicos son marcadamente estacionales y la productividad primaria neta es menor que en los bosques húmedos. Estos bosques además son de menor estatura y menor área basal que los bosques tropicales húmedos (Linares-Palomino 2004).

### **2.3. Biodiversidad**

Se refiere al total de especies de un ecosistema y a la resultante complejidad de las interacciones entre ellas; en pocas palabras define la “riqueza” de una comunidad ecológica (Audesirk y Byers 2004). Según Halffter (1995) la biodiversidad se mide cuantificando la heterogeneidad de una región dada, indica también que existe una biodiversidad denominada geográfica la cual está determinada por la diversidad de ecosistemas en una región.

La biodiversidad tiene dos expresiones bien definidas en el análisis de comunidades: la diversidad presente en un sitio dado o diversidad  $\alpha$  y la heterogeneidad espacial dentro de un ecosistema o diversidad  $\beta$ . La diversidad  $\alpha$  es una función de la cantidad de especies presentes en un mismo habitat, y es el componente de la diversidad más importante. La diversidad  $\beta$  es una medida del grado de partición del ambiente en parches o mosaicos biológicos, es decir, mide la contigüidad de habitats diferentes en el espacio (Halffter 1995).

#### **2.4. Ecosistema**

Un ecosistema es un tipo particular de sistema formado por complejos de organismos y su ambiente físico (Tansley 1935). En su concepción actual, un ecosistema puede ser definido como “un complejo conductor de energía compuesto por comunidades biológicas y su ambiente físico, que tiene una capacidad limitada de autorregulación” (Leuschner 2005). Los ecosistemas son abiertos, es decir, la energía (el sol) ingresa a ellos desde una fuente externa y es expulsada a través de mecanismos de disipación. La energía es conducida a través de sus componentes (comunidades biológicas y ambiente físico) mientras que la capacidad de autorregulación se refiere al control del ecosistema sobre la energía que ingresa. Lo anterior implica que los límites de un ecosistema son impuestos arbitrariamente por un observador y que todos los ecosistemas pueden ser subdivididos en subsistemas y, a la vez, ser considerados como parte de un sistema mayor. (Pliscoff y Luebert 2006). Las definiciones modernas ven el ecosistema como un complejo energético de la comunidad biológica (plantas, animales, hongos y procariotas) y su entorno físico que tiene una capacidad limitada de autorregulación. Los organismos y su entorno forman sistemas biofísicos complejos con un sistema definido como un conjunto de elementos (p. ej. plantas y factores climáticos) en los que existe una relación de causa y efecto (Pomeroy et al. in Pomeroy & Alberts 1988). Citado por (Leuschner 2005).

#### **2.5. Servicios Ambientales**

Los servicios ambientales son aquellos que brindan fundamentalmente, pero no exclusivamente las áreas silvestres (sean bosques, pantanos y humedales, arrecifes, manglares, llanuras, sabanas), las áreas que en su conjunto conforman ecosistemas, ecoregiones, y las cuencas hidrográficas. Un ejemplo de servicio ambiental es: Conservación de la biodiversidad un servicio global sobre el cual se fundamenta la sobrevivencia de los recursos naturales mediante la protección y uso sostenible de especies, conservación de los ecosistemas y los procesos ecológicos de los cuales se deriva la diversidad biológica y formas de vida, así como acceso a elementos de la biodiversidad para fines científicos y comerciales (Espinoza et al. 1999).

Estos servicios aportan y sugieren mecanismos nuevos y novedosos para atender, tanto la conservación de los recursos naturales, la responsabilidad de la sociedad por los impactos de las actividades económicas como la posibilidad de crear nuevas actividades económicas. No menos importante, son la oportunidad que ofrece una política de servicios ambientales en el aumento de la conciencia pública por los problemas ambientales locales y globales y un eventual cambio de actitud en los patrones de consumo y de producción. Los servicios ambientales no se valoran adecuadamente y

generalmente no se pagan con excepción de pocos países, entre ellos Costa Rica (Espinoza et al. 1999).

## **2.6. Endemismo**

Los taxa endémicos son aquellos que están restringidos a algún lugar geográfico específico y pueden definirse como la biodiversidad única de una región. Considerando que las especies endémicas al tener un rango de distribución restringido tendrían mayores probabilidades de extinguirse, detectar áreas con concentración de endemismos es fundamental para definir algunas áreas que tendrían prioridad para ser conservadas (Cavieres et al. 2012).

## **2.7. Suculencia**

Las plantas que están adaptadas para vivir en zonas áridas y desérticas, donde las condiciones de alta temperatura y falta de agua son críticas, se les llama plantas xerofíticas. Las plantas xerofíticas presentan algunas adaptaciones para poder sobrevivir en esos ambientes, entre ellas está el desarrollar tejidos suculentos (Rivas 1998); es decir tienen la capacidad de almacenar agua en el tejido parenquimático (Pizarro 2014).

## **2.8. Cactáceas**

Son plantas dicotiledóneas pertenecientes al Orden Caryophyllales y a la Familia Cactaceae, se distribuyen exclusivamente en el continente americano desde Canadá hasta Argentina y Chile, y en altitudes desde el nivel del mar hasta los 4 000 m. (Durán y Méndez 2010), presentan hábitos y estructuras anatómicas cuyas adaptaciones son altamente especializadas. Son clorofílicos y por lo tanto fotosintéticos ya que en la mayoría de las especies las hojas se han reducido a espinas. Estas crecen en una estructura llamada areola, la cual es básica para reconocer organismos de esta familia (UNAM 2003).

Las cactáceas son consideradas evolutivamente “nuevas” comparadas con otras familias de plantas; no se han hallado fósiles como en otras familias, y se presume que su origen estuvo en el Cretáceo (Señoret y Acosta 2013). Las cactáceas son una familia exclusiva del continente Americano, desde el norte en Canadá hasta la Patagonia Argentina; albergando cerca de 1900 especies comprendidas en 125 géneros (Areces 2004) citado por (Durán y Méndez 2010), y una variedad de formas y tamaños con especies que van desde un centímetro de diámetro (*Blossfeldia liliputana*) hasta de 20 metros de altura (*Carnegiea gigantea*) (Barthlott y Hunt 1993 citados por González et al. 2001) citado por (Mendoza 2007). México es el país con la más alta biodiversidad de cactáceas en todo

el mundo, con 669 especies (Jiménez Sierra 2011) agrupadas en 52 géneros, 84% de los cuales son endémicas (Challenger 1998) citado por (Mendoza 2007).

## 2.9. Características de las cactáceas

- **Metabolismo CAM**

El metabolismo ácido de las crasuláceas (CAM, siglas de nombre en inglés) es un ejemplo de adaptación al estrés ambiental y se presenta en plantas de sitios con periodos de escasa disponibilidad de agua o de CO<sub>2</sub> (Andrade et al. 2007). Al contrario de vegetales como el maíz, los estomas de las cactáceas se abren durante las horas de oscuridad. Los estomas dejan entrar el CO<sub>2</sub> a la planta, el que se almacena como ácido málico al interior de la célula. Cuando los estomas se cierran, el ácido málico se convierte nuevamente en CO<sub>2</sub>, con lo cual se inicia el ciclo de Calvin en los cloroplastos (Pizarro 2014).

- **Raíces**

Las raíces de los cactus son generalmente muy ramificadas, ramificaciones que se extienden muy superficialmente adaptadas para aprovechar las lluvias ligeras o la humedad que se deposita en el suelo (Ostolaza 2011). Puede tener una raíz principal a menudo engrosada, napiforme y suelen acumular gran cantidad de “agua”, muchas veces superando el tamaño del cuerpo (Señoret y Acosta 2013).

La presencia de raíces fuertes encontradas entre rocas puede ser explicada por el microclima húmedo que se crea en las grietas y zonas rocosas. En estas zonas, las raíces exudan sustancias al suelo, como ácidos orgánicos y carbohidratos, que junto a las raíces efímeras muertas aumentan la concentración de nutrientes y materia orgánica que se encuentran disponibles para la planta (Pizarro 2014).

- **Tallo**

Los tallos 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. (Ceroni y Castro 2013). Su cuerpo puede estar constituido por segmentos denominados: 1. Cladodios, tallos aplanados; 2. Columnar, tallo cilíndrico con o sin ramificaciones; 3. Globoso, tallo casi esférico (Señoret y Acosta 2013).

- **Costillas**

En la mayoría de los géneros el tallo presenta hendiduras longitudinales, las cuales producen la proyección de crestas denominadas costillas (Ceroni y Castro 2013). El número de costillas varía desde dos (*Epiphyllum*, *Rhipsalis*, *Pseudorhipsalis*) a

más de 100 en el caso de *Stenocactus multicostatus* de México e incluso su número puede variar ligeramente en los tallos de una misma planta (Ostolaza 2011). A veces las costillas están cortadas por surcos horizontales y se forman unos mamelones que se llaman tubérculos los que también permiten a los tallos dilatarse y contraerse sin daño superficial (Ostolaza 2011).

- **Areolas**

Son yemas axilares especializadas en forma de almohadillas que se desarrollan en las costillas de los cactus y dan origen a las espinas, gloquidios, lanosidad o cerdas. También dan origen a las flores (Señoret y Acosta 2013).

- **Espinas**

Las espinas nacen de las areolas y son muy variables en tamaño, color y forma. Crecen de la base y son generalmente duras y fuertes, pero también pueden ser delgadas y flexibles como cerdas e incluso como pelos (*Espostoa*, *Oreocereus*). Algunos pocos cactus no desarrollan espinas (*Lophophora*, *Cintia* y algunos cactus epifitos). Se considera que las espinas son hojas modificadas (Ostolaza 2011). Las cactáceas que están expuestas a zonas de fuerte insolación suelen estar dotados de espinosidad densa y fuerte; en lugares sombreados disminuyen y, en la mayoría de epifitos no existen, o son inconspicuas (Rivas 1998).

La función de las espinas es proteger contra la depredación de los animales, los que, si no existieran, se comerían sus suculentos cuerpos. Otra función es condensar la humedad del aire, para que la planta la utilice para su propia hidratación (Señoret y Acosta 2013).

- **Gloquidios**

Los gloquidios sólo están presentes en la subfamilia Opuntioideae y son unas espinitas muy pequeñas y abundantes, como pinceles, que se quiebran fácilmente de la base y se adhieren a la ropa o la piel al manipular las Opuntias (Ostolaza 2011).

- **Flores**

Las flores son 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 (Ostolaza 2011).

Las flores de los cactus son hermafroditas, pero en su gran mayoría son incapaces de autofecundarse. Por tanto, requieren del transporte de los granos de polen de la flor de una planta a la flor de otra y aquí el papel de los animales llamados polinizadores. En los cactus, dichos agentes polinizadores son principalmente los murciélagos, los colibríes o picaflores, las mariposas nocturnas o esfíngidos e insectos diurnos (generalmente abejas y a veces, mariposas) (Ostolaza 2014).

## 2.10. Caracterización de las especies de cactáceas encontradas en el Bosque Estacional Seco del Marañón

### A. *Armatocereus rahuüi subsp. balsasensis* (Ritter) Ostolaza

El nombre alude al distrito de Balzas, provincia de Chachapoyas, Región Amazonas (Ostolaza 2014).

Se diferencia de la especie por ser más alta, 6 a 10 m de alto, ramas más delgadas de 8 a 12 cm de diámetro. Costillas de 8 a 12. Espinas radiales de 8 a 12, centrales de 1 a 3. Flor de unos 10 cm. Color púrpura (Nano 2006).

**Distribución:** Provincia de Celendín, Región Cajamarca, en Balzas, provincia de Chachapoyas, Región Amazonas, en Sihuas, Región Ancash y en Pataz, Región La Libertad, de 800 a 2 200 m (Nano 2006).

### B. *Browningia pilleifera* (Ritter) Hutchison

El nombre alude a las areolas afelpadas. Planta arbórea, muy ramosa de 3 a 4 m de altura, costillas de 7 a 9, redondeadas o triangulares, espinas en ramas jóvenes, luego las pierden, centrales de 1 a 3, de unos 5 a 8 cm. de largo, radiales pequeñas o ausentes, flores blancas de 3 a 3.5 cm. de largo, con escamas pequeñas y hialinas, frutos verdes, en forma de masa de 2 cm. de diámetro (Ostolaza 2014).

**Distribución:** Cajamarca, Amazonas (Balzas), y La Libertad (Pataz), a ambos márgenes del río Marañón desde 900 a 1 000 msnm. Lo hemos categorizado como Vulnerable (Ostolaza 2014).

### C. *Melocactus bellavistensis* Rauh & Backeberg o Backeb

El nombre de la especie alude a Bellavista, localidad al norte de Jaén, Cajamarca, Perú. Planta depresa – globosa a cónica – elongada de 7 a 25 cm. de diámetro x 10 a 25 cm. de largo, de color verde oscuro brillante, costillas de 12 a 18, agudas de 20 a 35 mm de alto de 30 a 50 mm de ancho, rectas, areolas hundidas en muescas en la costilla con tricomas blancos de 2 a 5 mm de largo, espinas de 6 a 11, rojo – marrón, central ausente o 1, hacia arriba, radiales de 6 a 10, de 25 mm de largo, cefalio 15 a 30 cm. de alto por 6 a 10 cm. de ancho, con cerdas rojizas y tricomas blanco – crema, flores de 22 a 26

mm de largo, rosado oscuro, fruto de 16 a 28 mm de largo de 6 a 12 mm de ancho, rojo (Ostolaza 2014).

**Distribución:** Cajamarca (Jaen) Amazonas (Balsas). Lo categorizamos como: Vulnerable (Ostolaza 2014).

- ***Melocactus bellavistensis subsp. onychacantus*** (Ritter) N.P. Taylor  
Difiere de la especie en menor número de costillas de 9 a 12, areolas de 4 a 13 mm de largo, espinas fuertes y curvas, central de 0 a 3, flores de 18 a 23 mm de largo, frutos 15 a 20 mm de largo, por 5 a 8 mm. de diámetro.

**Distribución:** Cajamarca (Puente Crisnejas a los 1 200 m.), La Libertad (El Chagual y Pataz), Amazonas (Balzas, Calla Calla a los 1 600 m), Ancash (Quiches, Purhuay, Sihuas entre los 1 700 y los 2 200 m). Lo categorizamos como: Vulnerable (Ostolaza 2014).

**D. *Cleistocactus tenuiserpens*** Rauh & Backeb

Cactus arbustivo del rio Marañón (Arakaki 2006).

**E. *Espostoa lanata*** (Kunth) Britton & Rose

El nombre específico alude a los tallos cubiertos de pelos. Planta arbórea, variable en hábito, generalmente con un tronco de 1 m de altura y 20 cm. de diámetro, luego se ramifica de 4 a 7 m de altura, presenta ramas de 10 a 15 cm. de diámetro, costillas de 20 a 30, areolas no floríferas con largos pelos sedosos, espinas centrales de 1 a 2, de 2 a 5 cm de longitud, amarillas, marrones o negras; radiales numerosas de 4 a 7 mm, amarillo pálido, cefalio abarca más de cinco costillas de ancho, 1 m de largo, areolas floríferas con denso pelo lanoso, blanco, amarillo pálido o marrón, flores de 4 a 8 cm. de longitud, tépalos blancos a rosados de 4.5 a 5.5 cm. de largo, 3 a 3.5 cm. de diámetro, fruto globoso de 3 a 4 cm. de diámetro, rosado (Ostolaza 2014).

**Distribución:** Regiones de Amazonas, Cajamarca (Chamaya, Bellavista, Jaén), Lambayeque (Olmos), Piura (Huancabamba), y al sur de Ecuador. Categoría: Vulnerable (Ostolaza 2014).

**F. *Espostoa mirabilis*** F. Ritter

El nombre específico (“maravilloso”), alude a la apariencia de la especie. Planta arbustiva a arbórea de 2 a 4 m de alto, ramas cilíndricas, erectas de 9 cm. de diámetro, costillas de 16 a 25, que en la parte superior terminan en el cefalio, espinas hasta 40 de 4 a 7 mm de longitud, finas, aciculares, rojo-marrón, cefalio cubre pocas costillas, flores blancas a rosadas de 5.5 cm. de largo, frutos de 1.5 a 3 cm. de largo, de 1.5 a 2 cm. de ancho, rojos, semillas de 1.2 mm, negras, lustrosas (Ostolaza 2014).

**Distribución:** Cajamarca (Al este de Celendín), Amazonas (Balsas), La Libertad (Bolivar y Pataz), 900 msnm, en ambas riberas del río Marañón. Lo hemos categorizado como: Vulnerable (Ostolaza 2014).

**G. *Matucana formosa*** F. Ritter

El nombre específico (“graciosa, hermosa”) alude a la forma de la especie redondeada y simétrica. Planta verde gris, globosa de 15 a 30 cm. de alto y ancho, de 20 a 30 costillas, tubérculos cortos, espinas marrón oscuro, rectas; de 6 a 11 espinas radiales de 3 cm. de largo; de 1 a 4 espinas centrales de 2 a 5 cm. de largo. Flores 8 a 10 cm. de largo y 4 a 7,5 cm. de ancho de color carmín. Fruto globoso, verde y rojo de 1,5 cm. x 1 cm. de diámetro. Semillas negras, opacas (Ostolaza 2011).

**Distribución:** Ambas riberas del río Marañón en Amazonas (Balsas), Cajamarca (Jaen, Celendin) desde los 800 a 1 000 m, y hacia el sur en Bolívar y El Chagual, en Pataz, La Libertad, a 900 m (Ostolaza 2011).

**H. *Opuntia quitensis*** Weber

Plantas arbustivas de 2 m de alto, cladodios obovados de 19 a 40 cm. de largo y de 8 a 13 cm. de ancho, espinas pocas y débiles de 1 a 3 y de 2 a 3 cm. de largo, rectas, blancas, hojas verdes, diminutas, flores rojo – naranja de 2.5 a 7 cm. de largo, unisexuales, fruto obovado, rojo de 2 a 4 cm. de largo y diámetro, con gloquidios, semillas con arilo de 2 a 4 mm. (Ostolaza 2014)

**Distribución:** Sur de Ecuador y norte del Perú: Tumbes, Jaén, Cajamarca (Ostolaza 2014).

## 2.11. Tipos de muestreo

Existes diversidad de métodos para el estudio de la vegetación pero el más común es el transecto o las secciones longitudinales de vegetación; consiste en una faja ininterrumpida de vegetación para tomar muestras y estudiar la composición florística donde existe mucha variabilidad en la vegetación como resultado de diferencias ambientales. El ancho del transecto se determina con base en el tipo de vegetación, pero en general, puede ser de 10 m de ancho (UNAM 2011).

Otro tipo de muestreo muy utilizado en estudios de vegetación es el estratificado, para lo cual, se divide el área de estudio en partes iguales y en cada una se muestrea de acuerdo a su área o algún otro parámetro (UNAM 2011).

Según la UNAM (2011) entre los problemas más comunes que pueden presentarse con cualquier método de muestreo se encuentran:

- a. El número de cuadros o parcelas que deben utilizarse. Una forma de decidir puede ser:
  - Entre más sean, mejor
  - Graficar la varianza o la media acumulada con respecto al número de cuadros o parcelas, para cada una de las variables medidas
- b. Tamaño del cuadro. En general se utiliza 10 x 10 m para árboles, de 5 x 5 m para arbustos y de 1 x 1 para herbáceas y plántulas.
- c. Forma del cuadro. Por costumbre son cuadrados

### **2.11.1. Área mínima**

El concepto de área mínima de la comunidad se relaciona simultáneamente con la homogeneidad florística y espacial. Surge del criterio de que para toda comunidad vegetal existe una superficie por debajo de la cual ella no puede expresarse como tal. Por lo tanto, para obtener una unidad muestral representativa de una comunidad, es necesario conocer su área mínima de expresión (Matteucci y Colma 1982).

El procedimiento más difundido para determinar el área mínima consiste en tomar una unidad muestral pequeña y en contar el número de especies presentes en ésta. Luego se duplica la superficie extendiendo la unidad anterior y se cuenta el número de especies nuevas que aparecen en la unidad duplicada. Esta operación se repite hasta que el número de especies nuevas disminuye al mínimo (Matteucci y Colma 1982).

En la práctica, se ha comprobado que, a medida que se incrementa la superficie a inventariar, aumenta el número de especies; al comienzo bruscamente, y luego con más lentitud, hasta que es muy bajo o nulo (MINAM 2015).

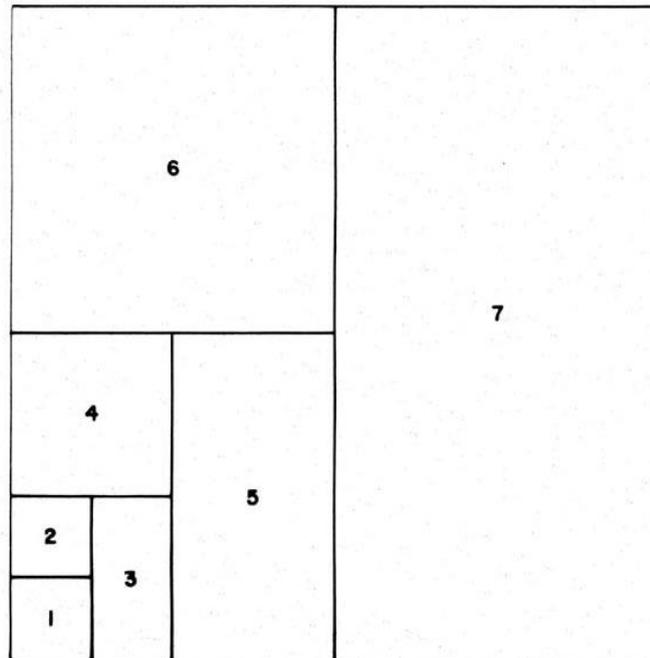


Figura 1: Modelo de muestreo para la evaluación del área mínima

## 2.12. Parámetros e índices de diversidad y similitud

### 2.12.1. Frecuencia

La frecuencia (F) de un atributo es la probabilidad de encontrar dicho atributo - uno o más individuos - en una unidad muestral particular. Se expresa como el porcentaje del número de unidades muestrales en las que el atributo aparece (mi) en relación con el número total de unidades muestrales (M) Es decir, si en una zona se disponen 120 unidades muestrales al azar y el atributo aparece en todas, su frecuencia es de 100%; si aparece en 40 su frecuencia es 33%, y si aparece en 60 su frecuencia es 50% (Matteucci y Colma 1982).

### 2.12.2. Densidad relativa

La densidad es un parámetro que permite conocer la abundancia de una especie o una clase de plantas. La densidad (D) es el número de individuos (N) en un área (A) determinada:  $D = N/A$ .

Se refiere al número de individuos de cada especie en relación a la cantidad total de individuos de todas las especies, expresado en porcentaje (MINAM 2015).

### 2.12.3. Dominancia

La dominancia esta relacionada al área basal de cada especie. El área basal es la superficie de una sección transversal del tallo o tronco del individuo a determinada altura del suelo; se expresa en  $m^2$  de material vegetal por unidad de superficie de

terreno. En los árboles, la medición se hace a la altura del pecho (DAP = diámetro a la altura del pecho), es decir aproximadamente a 1,3 m del suelo. En las plantas herbáceas o en los arbustos ramificados desde abajo, la medición se hace a la altura del suelo (Matteucci y Colma 1982).

#### **2.12.4. Índice de valor de importancia (IVI)**

El índice de valor de importancia (IVI) es un valor que mide el peso ecológico de cada especie en una comunidad vegetal; es decir, se pueden identificar las especies más importantes presentes en un tipo de bosque en relación a su densidad poblacional, al dominio espacial horizontal y a la amplitud de su distribución geográfica. El IVI resulta de la suma de los valores relativos de tres de los parámetros antes descritos: la abundancia, la dominancia (área basal) y la frecuencia, cuya suma total debe ser igual a 300 %. Este índice permite zonificar áreas con mayor valor bioecológico en los estudios de ZEE. (MINAM 2015).

Para obtener el I.V.I., es necesario transformar los datos de cobertura, densidad y frecuencia en valores relativos. La suma total de los valores relativos de cada parámetro debe ser igual a 100. Por lo tanto, la suma total de los valores del I.V.I. debe ser igual a 300.

#### **2.12.5. Índices de diversidad**

Antes empezar a explicar algunas características y cálculos de los índices de diversidad queremos diferenciar dos términos muy usados, parecidos y a veces confundidos, éstos son la riqueza de especies y la diversidad de especies. La riqueza se refiere al número de especies pertenecientes a un determinado grupo (plantas, animales, bacterias, hongos, mamíferos, árboles, etc.) existentes en una determinada área. En cambio, la diversidad de especies, en su definición, considera tanto al número de especies, como también al número de individuos (abundancia) de cada especie existente en un determinado lugar. Los índices de diversidad son aquellos que describen lo diverso que puede ser un determinado lugar, considerando el número de especies (riqueza) y el número de individuos de cada especie. (BOLFOR et. Al 2000).

- **Índice de simpson**

El índice de Simpson es uno de los métodos utilizados, comúnmente, para determinar la diversidad de una comunidad vegetal (BOLFOR et. Al 2000).

Indica la probabilidad de encontrar dos individuos de especies diferentes en dos “extracciones” sucesivas al azar sin “reposición”. Este índice les da un peso mayor a las especies abundantes subestimando las especies raras, tomando valores entre “0” (baja diversidad) hasta un máximo de  $[1 - 1/S]$  (Moreno 2001).

- **Índice de margalef**

Trata de una medida del número de especies presentes en un determinado número de individuos.

Transforma el número de especies por muestra a una proporción a la cual las especies son añadidas por expansión de la muestra. Supone que hay una relación funcional entre el número de especies y el número total de individuos (Moreno 2001).

### 2.12.6. Índices de similaridad

Los coeficientes de similaridad han sido muy utilizados, especialmente para comparar comunidades con atributos similares (diversidad Beta). Sin embargo, también son útiles para otro tipo de comparaciones, por ejemplo, para comparar las comunidades de plantas de estaciones diferentes o micrositos con distintos grados de perturbación (por ejemplo: bosque perturbado vs. bosque poco perturbado). Existen muchos índices de similaridad, pero, los índices más antiguos siguen siendo los más utilizados; entre éstos están el índice de Sorensen, índice de Jaccard y el índice de Morisita-Horn. Los índices de similaridad pueden ser calculados en base a datos cualitativos (presencia/ausencia) o datos cuantitativos (abundancia) (BOLFOR et. Al 2000).

- **Índice de sorensen**

Este índice es el más utilizado para el análisis de comunidades y permite comparar dos comunidades mediante la presencia/ausencia de especies en cada una de ellas.

Los datos utilizados en este índice son de tipo cualitativos, de todos los coeficientes con datos cualitativos, el índice de Sorensen es el más satisfactorio (BOLFOR et al. 2000).

- **Índice de jaccard**

Índice muy similar al de Sorensen utiliza también datos cualitativos.

El intervalo de valores para este índice va de 0 cuando no hay especies compartidas entre ambos sitios, hasta 1 cuando los dos sitios tienen la misma composición de especies (Matteucci; Colma 1982).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Descripción de la zona de estudio

La zona de estudio se encuentra ubicada dentro del cuadrante con las siguientes coordenadas: (6°49'35.24''S 78°05'05.83''O), (6°52'31.25''S 78°03'41.13''O), (6°51'05.81''S 77°59'17.42''O) y (6°47'36.69''S 77°59'56.57''O) entre el Distrito de Utco, Provincia de Celendín y el Distrito de Balzas, Provincia de Chachapoyas.

En ambas localidades, la zona de estudio oscila entre 1 850 m y 850 m y se emplazan en el ecosistema Bosque Estacional Seco del Marañón (BESM).

La data climática disponible proviene de dos estaciones localizadas en el Marañón, Balzas (departamento Amazonas, 840 m) y Pimpingos (Departamento Cajamarca, 450 m), mostrando que el área recibe una precipitación promedio anual de 550 mm, temperaturas máximas de 28°C (agosto), mientras que la mínima temperatura es de 25°C (marzo) (SENAMHI 2013).

Geológicamente, el Valle del Marañón está compuesto principalmente por roca sedimentaria del Mesozoico-Cenozoico. El paisaje es relativamente dramático, algunas áreas contienen picos agudos de limonita con laderas verticales ocurriendo entre largas secciones de piedra arenisca y secuencias de limonita (Marcelo-Peña et al. 2016).

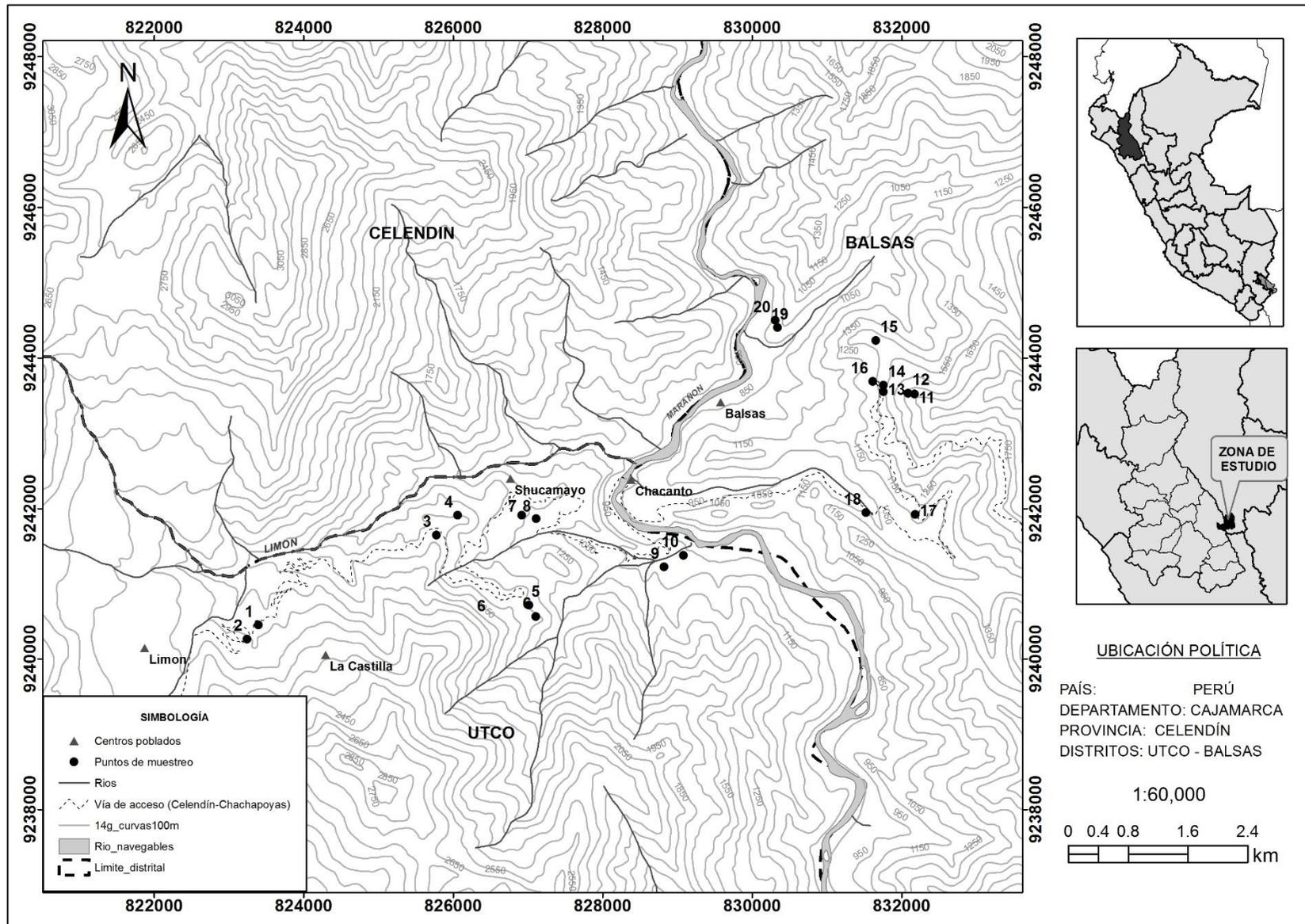


Figura 2: Ubicación de parcelas en la zona de estudio.

### **3.2. Equipos y materiales**

#### **Equipos:**

- Navegador GPS
- Cámara fotográfica
- Cordel de 200 metros
- Wincha de 50 metros

#### **Materiales:**

- Lápices
- Libretas de campo
- Tajadores
- Borradores
- Información meteorológica
- Papel bond A4

### **3.3. Metodología**

#### **3.3.1. Diseño de estudio de campo**

- Se realizó salidas previas de reconocimiento a campo y se identificaron zonas accesibles para el muestreo de cactáceas; para luego hacer uso de la metodología de Matteucci y Colma (1982) y determinar el tamaño mínimo de la unidad muestral; para lo cual se realizó inicialmente una parcela de 20 x 20 m; luego 20 x 40 m y finalmente y estableciéndose como tamaño mínimo de la unidad muestral una parcela de 40 x 40 m (1 600 m<sup>2</sup>) (ver anexo 04).
- La zona de estudio tanto en Utco como en Balzas se dividió en 5 estratos altitudinales, (ubicándose el estrato “A” entre los 1 850 – 1 650 m, el estrato “B” entre 1 650 – 1 450 m, el estrato “C” entre 1 450 – 1 250 m, el estrato “D” entre 1 250 – 1 050 m y el estrato “E” entre los 1 050 – 850 m.)
- Conociendo el tamaño mínimo de la unidad muestral (1 600 m<sup>2</sup>) se realizaron 2 parcelas en cada estrato altitudinal distribuidas al azar, y ubicando las zonas de mayor acceso se procedió al trazado de las parcelas de 40 x 40 m usando un cordel de 200 m y una wincha de 50 m, realizando un total de 20 parcelas, 10 en la zona de Utco y 10 en la zona de Balzas con un área de muestreo entre ambas localidades de 32 000 m<sup>2</sup>.
- Se hizo uso de bibliografía para el reconocimiento de cactáceas, identificándolas todas en campo y registrándolas en las fichas de trabajo las cuales incluían la fecha, la cantidad de individuos grandes y pequeños por especie, el DAP (diámetro a la altura del pecho) según Matteucci y Colma (1982)

aproximadamente a 1.3 m del suelo. En los cactus pequeños la medición se hizo a la altura del suelo DNS (diámetro a nivel del suelo). Se anotó el porcentaje de cobertura vegetal la pendiente y el tipo de suelo correspondiente a cada parcela. Se tomaron datos de altura y se georeferenciaron las parcelas con un navegador GPS.

### 3.3.2. Diseño de estudio de Gabinete

La información obtenida en campo fué evaluada con los siguientes Índices de Diversidad (Matteucci y Colma 1982) (ver anexo 02 y 03).

#### 3.3.2.1. Diversidad beta

- **Frecuencia absoluta (Fa):**  $Fa = \frac{NO}{TP} \times 100$

Dónde: NO = Número de ocurrencias

TP = Total de parcelas

- **Frecuencia relativa (Fr):**  $Fr = \frac{NO}{\sum NO} \times 100$

Dónde: NO= Número de ocurrencias

$\sum NO$ = Sumatoria del número de ocurrencias de todas las especies

- **Densidad relativa (Abundancia) (A):**  $A = \frac{N}{T} \times 100$

Dónde: N= Número de individuos de cada especie

T= Total de individuos

- **Dominancia relativa (Dr):**  $Dr = \frac{Ae}{At} \times 100$

Dónde: Ae= Área basal de cada especie

At= Área basal del total de especies.

- **Índice de valor de importancia (IVI):**  $IVI = (A + Fr + Dr)$

Dónde: A= Densidad relativa

Fr= Frecuencia relativa

Dr= Dominancia relativa

- **Índice de biodiversidad de Margalef ( $D_{Mg}$ ):**  $D_{Mg} = \frac{S-1}{\ln N}$

Dónde:  $D_{Mg}$  = Índice de biodiversidad de Margalef

S = número de especies presentes

N = número total de individuos encontrados (pertenecientes a todas las especies).

- **Índice de Simpson (S):**  $S = 1/\sum\left(\frac{ni(ni-1)}{N(N-1)}\right)$

Dónde: S = índice de Simpson

$ni$  = número de individuos en la  $i$ ésima especie

N = número total de individuos

- **Índice de Czekanowski – Sorensen cualitativo (IS):**  $IS = \frac{2C}{A+B} \times 100$

Dónde: IS = Índice de Sorensen

A = número de especies encontradas en la comunidad A.

B = número de especies encontradas en la comunidad B.

C = número de especies comunes en ambas comunidades.

- **Índice Jaccard (J):**  $J = \frac{C}{S1+S2-C}$

Dónde: J = Índice Jaccard

C = número de especies que están presentes en dos muestras

S1 = número de especies encontradas en el sitio A

S2 = número de especies encontradas en el sitio B

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

##### 4.1. Especies de cactáceas identificadas en el Bosque Estacional seco del Marañón, Utco – Cajamarca – Balzas – Amazonas

En la zona de estudio, ubicada en el Bosque Estacional Seco del Marañón (BESM) se logro identificar 8 especies de cactáceas; similar cantidad que logro identificar también Roncal-Rabanal (2016). Otro estudio realizado por Marcelo-Peña *et al.* (2016) abarcó un área más extensa en su investigación, entre Jaén por el norte (Cajamarca) y Chagual por el sur (La Libertad), mencionando la presencia de 34 especies de Cactáceas en el valle del Marañón de las cuales 28 son endémicas de este valle, reconociéndola como la cuarta familia más diversa de flora vascular leñosa, siendo la familia cactáceae la más frecuente del valle el Marañón (52%); también menciona la presencia de 68 especies de cactáceas para todos los bosques secos del Perú.

Tabla 1: Especies de cactáceas identificadas en el Bosque Estacional Seco del Marañón Utco – Cajamarca – Balzas – Amazonas.

	Especies	Nombre Común	Altitud (msnm)	
			Zona Utco	Zona Balzas
1	<i>Armatocereus rahuii</i>	Yonque	1650 – 850	1650 – 850
2	<i>Browningia pilleifera</i>	Gigantón	1650 – 850	1850 – 850
3	<i>Melocactus bellavistensis</i>	Cactus	1650 – 1450	1850 – 1450
			1050 – 850	1250 – 850
4	<i>Cleistocactus tenuiserpens</i>	Cactus	1650 – 1250	1850 – 1650
			1050 – 850	1450 – 1050
5	<i>Espostoa lanata</i>	Shango	-	1850 – 1650 1450 – 1050
6	<i>Espostoa mirabilis</i>	Shango	1450 – 850	1250 – 850
7	<i>Matucana formosa</i>	Asiento de suegra	1650 – 1450	1850 – 1650
			1050 – 850	1250 – 850
8	<i>Opuntia quitensis</i>	Tuna	1650 – 1250	1850 – 1650
			1050 – 850	1250 – 850

Las 8 especies de cactáceas identificadas en el estudio realizado, representan el 3.2% de las especies de cactáceas que habitan en el país, el 23.5% de las especies de cactáceas que habitan en todo el valle del Marañón y el 11.7% de las especies de cactáceas que se encuentran en todos los bosques secos del Perú; de las cuales, 6 de las 8 especies identificadas son endémicas del Perú y 2 especies comparten juntamente con Ecuador (*Espostoa lanata* y *Opuntia quitensis*).

En ambas zonas de estudio coinciden 7 de las 8 especies encontradas siendo la especie *Espostoa lanata* la que se encontró solamente en la zona de Balzas.

Se contabilizaron una cantidad de 954 individuos de cactáceas, 380 individuos en la zona Utco y 574 individuos en la zona Balzas; habiendo una población aproximadamente de 298 individuos de cactáceas por hectárea.

Según León y colaboradores (2006) en la región Cajamarca existe diversidad de especies de flora de las cuales un total de 948 especies son endémicas de la región Cajamarca. Linares-Palomino (2006), reporta 96 especies endémicas para los BTES del Marañón (Marcelo-Peña 2008).

Tabla 2: Especies y número de individuos registrados en las zonas de Utco y Balzas.

<b>Especies</b>	<b>Utco</b>	<b>Balzas</b>	<b>Total</b>
<b>1</b> <i>Opuntia quitensis</i>	142	121	263
<b>2</b> <i>Browningia pilleifera</i>	137	123	260
<b>3</b> <i>Matucana formosa</i>	3	133	136
<b>4</b> <i>Armatocereus rahuii</i>	34	69	103
<b>5</b> <i>Cleistocactus tenuiserpens</i>	11	61	72
<b>6</b> <i>Espostoa mirabilis</i>	44	19	63
<b>7</b> <i>Melocactus bellavistensis</i>	9	32	41
<b>8</b> <i>Espostoa lanata</i>	-	16	16
<b>Total</b>	380	574	954

Marcelo-Peña (2008) nos menciona una especie que no logramos encontrar en la zona Utco – Balzas, se trata de la suculenta *Hylocereus microcladus* especie endémica que según Marcelo Peña es restringida sólo a los BTES del distrito de Jaén, esta especie fue citada en 1958 por Rauh y no ha sido discutida en otros estudios taxonómicos de la Familia *Cactaceae* por carecer de material botánico. *C. tenuiserpens* y *E. blossfeldiorum*, son endémicas del Norte del Perú. Taylor, citado por Bridgewater *et al.* (2003), indica que la región del Valle del Marañón es rica en cactáceas endémicas, la cual pueda reflejar que es cercana al área ancestral de las cactáceas.

#### **4.1.1. Número de individuos y especies de cactáceas por estratos de las zonas de Utco y Balzas**

Los 5 estratos que se estudiaron en el Bosque Estacional Seco del Marañón nos presentan variaciones en especies e individuos.

Tabla 3: Especies de cactáceas y número de individuos por estratos de las zonas de Utco y Balzas en el Bosque Estacional Seco del marañón.

Especies	Estrato A		Estrato B		Estrato C		Estrato D		Estrato E	
	Utco	Balzas								
1 <i>Armatocereus rahuii</i>	-	-	1	3	17	12	1	4	15	50
2 <i>Browningia pilleifera</i>	-	10	1	13	5	10	26	7	105	83
3 <i>Melocactus bellavistensis</i>	-	9	7	5	-	-	-	17	2	1
4 <i>Cleistocactus tenuiserpens</i>	-	3	1	-	6	57	-	1	4	-
5 <i>Espostoa lanata</i>	-	3	-	-	-	1	-	12	-	-
6 <i>Espostoa mirabilis</i>	-	-	-	-	1	-	6	13	37	6
7 <i>Matucana formosa</i>	-	1	1	-	-	-	-	4	2	128
8 <i>Opuntia quitensis</i>	-	7	39	38	56	70	-	4	47	2
Total	-	33	50	59	85	150	33	62	212	270

En el estrato “A” de la zona de Utco no se encontró ninguna especie, probablemente por encontrarse fuera de los límites del ecosistema Bosque Estacional Seco del Marañón, a diferencia de Balzas que se logró encontrar 6 especies. Las ocho especies que se registraron en el Bosque Estacional Seco del Marañón se lo lograron encontrar en el estrato “D” que corresponde a la zona de Balzas; por lo tanto, aquí se encuentra la totalidad de diversidad de especies encontradas en el Marañón, a diferencia de la zona Utco que solo se logró encontrar tres especies.

A medida que descendemos, la especie *Browningia pilleifera* aumenta en cantidad de individuos al igual que otras especies de la zona Utco. De igual forma se puede observar que *Armatocereus Rahuii* junto con otras especies de la zona Balzas aumenta también en número de individuos a medida que se desciende en altura, como menciona Méndez y Perez González (2008) la temperatura ha sido considerada como un factor importante para la germinación de semillas de cactáceas. En general se ha documentado que a temperaturas de 20 – 30 °C las semillas de cactus alcanzan su máxima germinación situación que podría explicar la abundante presencia en las zonas áridas de cactáceas.

En el experimento que llevo a cabo (Castro Cepero *et al.* 2006) para determinar la supervivencia de plántulas de *Melocactus peruvianus* Vaupel y *Haageocereus pseudomelanostele* subsp. *aureispinus* (Rauh & Backeberg) Ostolaza, sometidas a diferente exposición solar. Se encontró que las pequeñas plántulas sobreviven de manera más saludable en condiciones de sombra. Estos resultados refuerzan la hipótesis que indica que el reclutamiento observado en el campo está favorecido por la acción benéfica de las plantas nodrizas (provee protección a sus plántulas o

a las de otra especie de estrés por calor, deficiencia de agua o nutrientes y herbivoría) en los primeros años de desarrollo. En el valle del río Chillón, la nodriza son los propios cactus o las piedras al no observarse una cobertura arbustiva muy desarrollada. Esto nos indica que podría también en el Bosque Estacional Seco del Marañón haber una disminución de especies de cactáceas por falta de planta nodrizas que pudieron haber sido cortadas para realizar actividades antrópicas; esto se lo puede observar sobre todo en el estrato “D”.

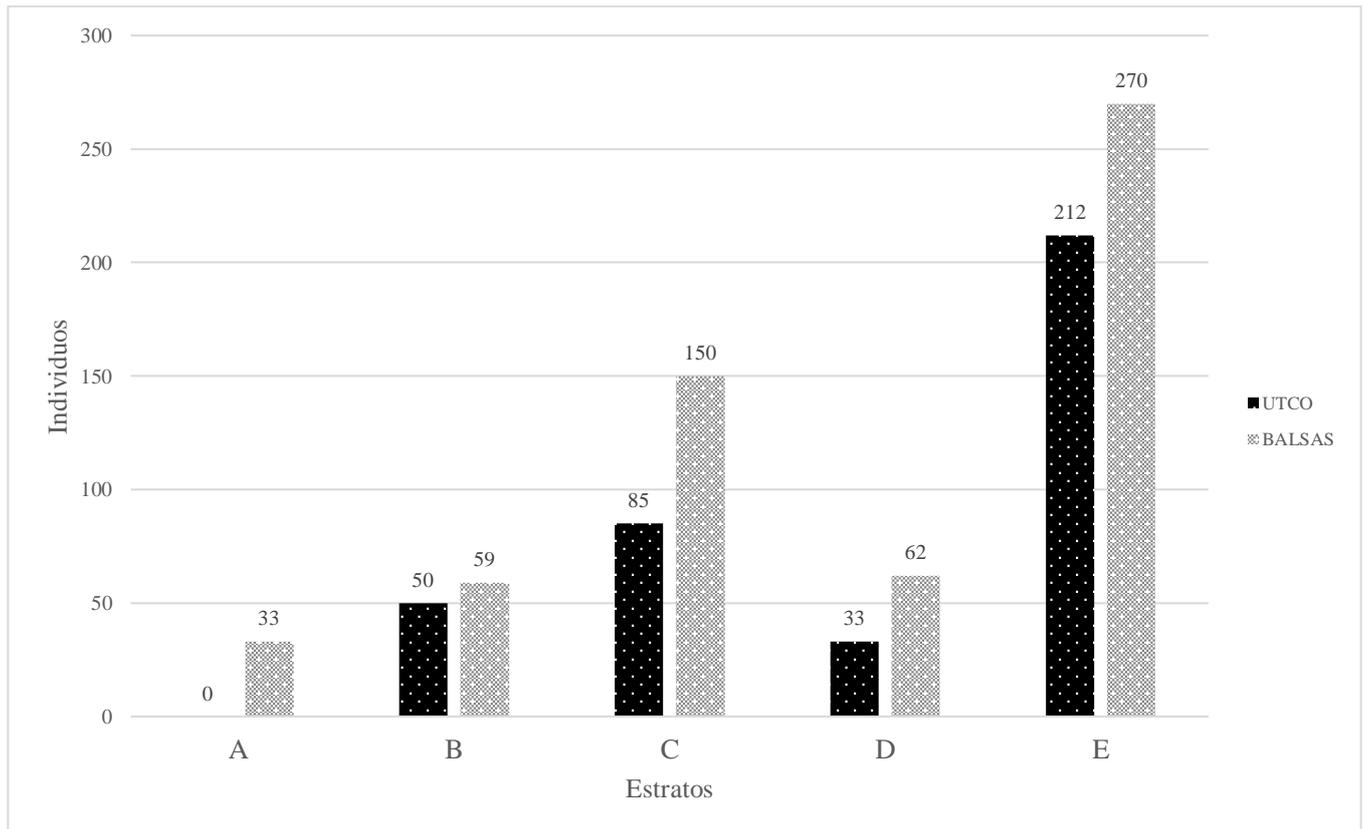


Figura 3 Individuos por estratos.

Cada estrato de la zona de Utco es superado en densidad poblacional por los estratos de la zona Balzas. La densidad poblacional de las cactáceas aumenta a medida que descendemos en altura en las zonas de Utco y Balzas; pero se interrumpe en el estrato “D” de ambas zonas, posiblemente lo que está afectando este estrato son las actividades antrópicas como la agricultura que se están realizando allí, como menciona también Bridgewater *et al.* (1999) citado por Marcelo Peña (2008) que durante los últimos años los bosques secos del Norte del Perú en Cajamarca y Amazonas, notablemente en el valle del Marañón, han sido ocupados progresivamente por cientos de familias, quienes al encontrar valles fértiles los han intervenido y destruido para desarrollar actividades agrícolas y ganaderas.

Teniendo en cuenta el factor altitudinal se menciona que en el valle del Huallaga la vegetación xerofítica aparece por debajo de los 3 000 m y alrededor de los 2 200 m aparecen como dominantes los cactus, siendo el más representativo una especie de *Cephalocereus* (Linares-Palomino 2004). En el valle del Marañón en la zona de Balzas según el estudio que se ha realizado las cactáceas identificadas en este estudio aparecen por debajo de los 1 850 m y en la zona Utco por debajo de los 1 650 m.

#### **4.2. Índices de Diversidad de cactáceas del Bosque Estacional Seco del Marañón, Utcó – Cajamarca – Balzas – Amazonas**

Según Matteucci y Colma las variables describen el comportamiento, el rendimiento, la abundancia o la dominancia de las categorías vegetales en la comunidad. Ellas pueden ser continuas, como el rendimiento, la biomasa, el área basal y la cobertura medida en función del espacio bidimensional ocupado, o discretas, como la densidad, la frecuencia o la cobertura determinada a partir de unidades puntuales. Algunas variables son combinaciones de las anteriores, y se han llamado índices de importancia mientras que otras son variables sintéticas derivadas del análisis de los resultados.

Frecuencia relativa (Fr), Densidad relativa o Abundancia (A), Dominancia relativa (Dr) e Índice de valor de importancia (IVI).

Tabla 4: Variables e índices de Diversidad de la zona Utco.

Especies	Estrato Parcela	A		B		C		D		E		Total	N° de Ocurrencias	Índices de Diversidad			
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2			Fr%	A%	Dr%	IVI%
1 <i>Opuntia quitensis</i>		-	-	34	5	30	26	-	-	3	44	142	6	18	37	3.3	59
2 <i>Browningia pilleifera</i>		-	-	1	-	2	3	3	23	16	89	137	7	21	36	72.1	129
3 <i>Espostoa mirabilis</i>		-	-	-	-	1	-	1	5	23	14	44	5	15	12	5.5	32
4 <i>Armatocereus rahuui</i>		-	-	-	1	3	14	1	-	3	12	34	6	18	9	16.4	44
5 <i>Cleistocactus tenuiserpens</i>		-	-	1	-	-	6	-	-	4	-	11	3	9	3	0.1	12
6 <i>Melocactus bellavistensis</i>		-	-	4	3	-	-	-	-	2	-	9	3	9	2	2.4	14
7 <i>Matucana formosa</i>		-	-	-	1	-	-	-	-	1	1	3	3	9	1	0.1	10
8 <i>Espostoa lanata</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0.0	0
TOTAL		0	0	40	10	36	49	5	28	52	160	380	33	100%	100%	100%	300%

Tabla 5: Variables e índices Diversidad de la zona Balzas.

Especies	Estrato Parcela	A		B		C		D		E		Total	N° de ocurrencias	Índices de Diversidad			
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2			Fr%	A%	Dr%	IVI
1 <i>Matucana formosa</i>		-	1	-	-	-	-	-	4	5	123	133	4	8	23	10	41
2 <i>Browningia pilleifera</i>		3	7	4	9	10	-	2	5	69	14	123	9	19	21	45	85
3 <i>Opuntia quitensis</i>		1	6	9	29	48	22	3	1	1	1	121	10	21	21	3	45
4 <i>Armatocereus rahuui</i>		-	-	1	2	8	4	-	4	36	14	69	7	15	12	29	56
5 <i>Cleistocactus tenuiserpens</i>		-	3	-	-	29	28	1	0	-	-	61	4	8	11	0	19
6 <i>Melocactus bellavistensis</i>		1	8	1	4	-	-	3	14	-	1	32	7	15	6	7	28
7 <i>Espostoa mirabilis</i>		-	-	-	-	-	-	5	8	1	5	19	4	8	3	4	15
8 <i>Espostoa lanata</i>		-	3	-	-	1	-	-	12	-	-	16	3	6	3	1	10
TOTAL		5	28	15	44	96	54	14	48	112	158	574	48	100%	100%	100%	300%

- **Frecuencia relativa Utco – Balzas**

En la zona de Utco la especie *Browningia pilleifera* es la que tiene mayores probabilidades de ocurrencia con un 21%; encontrándose en 7 de las 10 parcelas realizadas seguida de *Armatocereus rahuui* y *Opuntia quitensis* con 18% cada una de ellas lográndose encontrar ambas en 6 de las 10 parcelas realizadas, *Espostoa mirabilis* con un 15% logrando una ocurrencia en 5 de las 10 parcelas realizadas y las especies con menor probabilidades de ocurrencias en esta zona con 9% cada una de ellas son *Melocactus bellavistensis*, *Cleistocactus tenuiserpens* y *Matucana formosa* lográndose encontrar en 3 de las 10 parcelas realizadas.

En la zona Balzas la especie *Opuntia quitensis* tiene mayores probabilidades de ocurrencia según la frecuencia relativa ( $Fr = 21\%$ ), encontrándose en todas las parcelas realizadas, seguida por la especie *Browningia pilleifera* que tiene el 19% logrando una ocurrencia en 9 de las 10 parcelas realizadas, *Armatocereus rahuui* y *Melocactus bellavistensis* con 15% cada una de ellas lograndose encontrar ambas en 7 de las 10 parcelas realizadas, *Cleistocactus tenuiserpens*, *Espostoa mirabilis* y *Matucana formosa* con 8% cada una lográndose encontrar estas tres en 4 de las 10 parcelas realizadas y la que tiene menor probabilidades de ocurrencia en la zona Balzas es *Espostoa lanata* ( $Fr = 6\%$ ) que solamente se encontró en 3 de las 10 parcelas realizadas.

- **Densidad relativa (Abundancia) Utco – Balzas**

La especie con mayor abundancia de individuos en el Bosque Tropical Estacionalmente Seco de la zona Utco es *Opuntia Quitensis* ( $A = 37\%$ ), siguiéndola *Browningia pilleifera* ( $A = 36\%$ ), siendo estas dos especies las más representativas del bosque. Las especies *Armatocereus Rahuui* y *Espostoa mirabilis* tienen una abundancia del 9% y 12% respectivamente y las especies con las cuales se tiene que tener mucho cuidado en esta zona del bosque por la poca población que tienen cada una de ellas son *Melocactus bellavistensis*, *Cleistocactus tenuiserpens* y *Matucana formosa* con 2%, 3% y 1% respectivamente.

La especie más abundante en individuos en el Bosque Estacional Seco del Marañón de la zona Balzas es *Matucana formosa* ( $A=23\%$ ), seguida por dos especies con 21% de abundancia cada una de ellas *Browningia pilleifera* y *Opuntia quitensis*, *Armatocereus rahuui* con 12%, *Cleistocactus tenuiserpens* con 11%, *Melocactus bellavistensis* con 6% y las especies menos abundantes son *Espostoa lanata* ( $A = 3\%$ ) y *Espostoa mirabilis* ( $A = 3\%$ ).

Marcelo-Peña *et al.* (2016) menciona que *Browningia pilleifera* y *Armatocereus rauhii* son especies endémicas de elevada abundancia local.

- **Dominancia relativa Utco – Balzas**

La especie dominante en la zona Utco es *Browningia pilleifera* (Dr = 72.1%) y *Armatocereus rauhii* (Dr = 16.4%); debido a que son plantas con forma arbórea y en consecuencia tiene un área basal mayor, las especies que tienen menor dominancia en esta comunidad son *Cleistocactus tenuiserpens* (Dr = 0.1% y *Matucana formosa* (Dr = 0.1%).

La especie dominante en la zona Balzas es *Browningia pilleifera* (Dr = 45%) y *Armatocereus rauhii* (Dr = 29%) y las especies menos dominantes *Espostoa lanata* (Dr = 1%) y *Cleistocactus tenuiserpens* (Dr = 0.33%).

Marcelo-Peña *et al.* (2015), indica que las especies de Cactaceas más dominantes del sector Balzas (Amazonas) – Chagual (La Libertad) en el valle del Marañón son *Browningia pilleifera*, *Armatocereus rauhii* y *Espostoa mirabilis*.

- **Índice de importancia Utco – Balzas**

La especie que tiene mayor importancia ecológica en el Bosque Estacional seco de la zona Utco es *Browningia pilleifera* (IVI = 43%) y *Opuntia quitensis* (IVI = 20%) y en el Bosque Estacional Seco del Marañón zona Balzas es *Browningia pileifera* (IVI = 29%) y *Armatocereus rauhii* (IVI = 19%) y la especie con menor importancia es *Espostoa lanata* (IVI = 3%).

- **Índice de Diversidad de Margalef Utco – Balzas**

Tabla 6: Índice de biodiversidad de Margalef Utco – Balzas.

Estratos	A	B	C	D	E	
Resultados del Índice de Biodiversidad de Margalef	Utco	-	1.28	0.90	0.57	1.12
	Balzas	1.43	0.74	0.80	1.70	0.89

En la zona de Utco los estratos que se ha logrado muestrear nos presentan diferencias en la riqueza específica; dando a resaltar que en el estrato “A” no se ha encontrado especies, siendo el estrato “B” la que tiene mayor riqueza de acuerdo a los índices de Margalef (1.28) junto con el estrato “E” (1.12) y la que presenta menor riqueza es el estrato “D” (0.57).

En la zona de Balzas los estratos que tiene mayor riqueza de acuerdo a los índices de Margalef es el estrato “D” (1.70) junto con el estrato “A” (1.43) y el estrato de menor riqueza específica es “B” (0.74).

- **Índice de diversidad de Simpson Utco – Balzas**

Tabla 7: Índice de diversidad de Simpson Utco – Balzas.

Estratos		A	B	C	D	E
Resultados del Índice de diversidad de Simpson	Utco	-	1.61	2.10	1.55	3.06
	Balzas	4.89	2.15	2.71	5.93	2.84

En la zona de Utco el estrato “E” tiene mayor diversidad de especies según el índice de diversidad de Simpson (3.06), seguida del estrato “C” (2.10) y el que tiene menor diversidad de especies es el estrato “D” (1.55).

En la zona de Balzas según el índice de Simpson el estrato “D” tiene la mayor diversidad de especies (5.93) seguida por el estrato “A” (4.89) y la de menor diversidad de especies es el estrato “B” (2.15).

- **Índice de Czekanowski – Sorensen Utco – Balzas**

Tabla 8: Índice de Czekanowski – Sorensen (porcentaje) Utco – Balzas.

Utco	Estratos	B	C	D	E
	A	-	-	-	-
	B		72.73%	44.44%	92.31%
	C			75.00%	83.33%
	D				60.00%
Balzaz	Estratos	B	C	D	E
	A	60.00%	72.73%	85.71%	66.67%
	B		66.67%	66.67%	80.00%
	C			76.92%	54.00%
	D				85.71%

En la zona de Utco por la ausencia de especies en el estrato “A” no se ha podido comparar con los demás estratos. La similaridad de especies que existe entre estratos se puede observar en la tabla 9; los estratos “B” y “E” tienen mayor similaridad de especies de acuerdo al Índice de Czekanowski – Sorensen (92.31%)

y los estratos con menor similaridad de especies en este distrito son “B” y “D” (44.44%).

En la zona Balzas los estratos más similares de acuerdo al Índice de Czekanowski – Sorensen son “A” y “D” con 85.71% de similitud; de la misma manera los estratos “D” y “E” también tienen un 85.71% de similaridad y los estratos con menos similitud de especies son “C” y “E” (54%).

### Índice de Jaccard Utco – Balzas

Tabla 9: Índice de Jaccard Utco – Balzas.

	Estratos	B	C	D	E
Utco	A	-	-	-	-
	B		0.57	0.29	0.86
	C			0.60	0.71
	D				0.43
	Estratos	B	C	D	E
Balzas	A	0.43	0.57	0.75	0.50
	B		0.50	0.50	0.67
	C			0.63	0.38
	D				0.75

En la zona de Utco los estratos “B” y “E” tienen casi la misma composición de especies de acuerdo al índice de Jaccard (0.86), seguida por los estratos “C” y “E” (0.71) y los estratos que comparten la menor cantidad de especies son “B” y “D” (0.29).

En la zona Balzas los estratos que tienen casi la misma composición de especies son “A” y “D” (0.75) y “D” y “E” también con (0.75); y los estratos que comparten menos especies son “C” y “E” (0.38).

## V. CONCLUSIONES

- En el Bosque Estacional Seco del Marañón, Utco – Cajamarca – Balzas – Amazonas, se logró encontrar 8 especies de cactáceas, las cuales fueron: *Armatocereus rahuii*, *Browningia pilleifera*, *Cleistocactus tenuiserpens*, *Espostoa mirabilis*, *Espostoa lanata*, *Matucana formosa*, *Melocactus bellavistensis* y *Opuntia quitensis*; se contabilizándose un total de 954 individuos, 380 individuos en la zona de Utco y 574 individuos en la zona Balzas; siendo Balzas la zona con mayor densidad poblacional y diversidad de especies.
- La especie con mayor probabilidad de ocurrencia en la zona Utco es *Browningia pilleifera* y en Balzas *Opuntia quitensis*. *Opuntia quitensis* es mas abundante en individuos en la zona Utco, y *Matucana formosa* en la zona Balzas. La cactácea dominante tanto en la zona Utco como en la zona Balzas es *Browningia pilleifera*; siendo también la especie de mayor importancia ecología en ambas zonas.
- La mayor riqueza de la zona Utco se encuentra en el estrato “B” a diferencia de la zona Balzas que se encuentra en el estrato “D”. El estrato “E” tiene mayor diversidad de especies en la zona Utco y en la zona Balzas el estrato “D”. Los estratos “B” y “E” tienen mayor similaridad de especies de acuerdo al Índice de Czekanowski – Sorensen, en la zona Utco y en la zona Balzas los estratos más similares de acuerdo al Índice de Czekanowski – Sorensen son “A” y “D”. En la zona de Utco los estratos “B” y “E” tienen casi la misma composición de especies de acuerdo al índice de Jaccard y En la zona Balzas los estratos que tienen casi la misma composición de especies son “A” y “D”.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Teniendo en cuenta la importancia de los cactus en el ecosistema se recomienda realizar estudios sobre caracterización de cactus en diferentes hábitats, data que nos servirá como partida para analizarlos posteriormente en tiempo y espacio; y en específico sobre la especie *Cleistocactus Tenuiserpens*, que existe escasa información sobre esta cactácea; por lo tanto se recomienda realizar investigación para determinar el rango de distribución y delimitar el área de endemismo a la que pertenece.

## VII. BIBLIOGRAFÍA

- Ailín Masini, AC; Rovere, AE; Pirk, GI. 2014. Pre-germinative requirements of *Maihuenia patagonica* and *Maihueniopsis darwinii*, endemic cacti from Patagonia. Argentina. *Gayana Bot.* 71(2), p 188-198.
- Alvarado Rodríguez, M. 2008. Establecimiento de un sistema de micropropagación de *Peniosereus greggii* (Engelml.) Britton & Rose, especie cactácea en peligro de extinción. *Revista Investigación Científica.* 4(2): 1-7.
- Anderson E. F. 2001. "The Cactus Family". Timber Press, Oregon, USA.
- Andrade, JL; Barrera E de la; Reyes García, C; Ricalde, M.F; Vargas Soto, G; Cervera, J.C. 2007. El metabolismo ácido de las crasuláceas: diversidad, fisiología ambiental y productividad. *Boletín de la Sociedad Botánica de México.* núm. 81, p. 37-50
- Audesirk, G; Byers, BE. 2004. *Biología Ciencia y Tecnología.* Primera edición. México. Cámara Nacional de la Industria Editorial Mexicana. 592 p.
- Arakaki, M; Ostolaza, C; Cáceres, F; Roque J. 2006. *Cactaceae endémicas del Perú.* El libro rojo de las plantas endémicas del Perú. 13(2), p. 193-219.
- BOLFOR; Mostacedo, B; Fredericksen, T. S. 2000. *Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal.* Santa Cruz, Bo. Editora El País. 87 p.
- Campos Díaz, EE. 2013. *Caracterización de la flora leñosa del Bosque Tropical Estacionalmente Seco del Marañón, Choropata – El Limón – Utco – Celendín – Cajamarca.* Tesis Ing. Amb. Celendín. UNC. 190 p.
- Castro-Cepero, V; Ceroni-Stuva, A. (2010). Aspectos taxonómicos y de conservación de *Melocactus peruvianus* Vaupel y *Neoraimondia arequipensis* subsp. *roseiflora* (Werderm. & Backeb.) Ostolaza en el valle del Río Chillón, Lima: Cerro Umarcata y Quebrada Orobel. *Ecología Aplicada*, 9(1)
- Castro Cepero, V; Eyzaguirre Pérez, R; Ceroni Stuva, A. 2006. Supervivencia de plántulas de *Melocactus peruvianus* Vaupel y *Haageocereus pseudomelanostele* subsp. *aureispinus* (Rauh & Backeberg) Ostolaza, en condiciones experimentales. Cerro Umarcata, Valle del Río Chillón, Lima. *Ecología aplicada*, 5(1-2), 61-66.
- Cavieres A., L; Mihoc, M; Marticorena, A; Marticorena, C; Matthei, O; Squeo a., F. 200. *Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Coquimbo*

- Ceccon, E. 2010. Los bosques tropicales estacionalmente secos: ¿una prueba ácida para la restauración? Memorias en extenso del I Congreso Colombiano de Restauración Ecológica y II Simposio Nacional de Experiencias en Restauración. La Restauración Ecológica en la Práctica. 27 al 31 de julio de 2009. Universidad Nacional de Colombia (en prensa).
- Ceroni Stuva, AH; Castro Cepero, V. 2013. Manual de Cactus, Identificación y Origen. Lima, PE. Minam. 29 p.
- Cerrate, E. 1969. Manera de preparar plantas para un Herbario. Museo de Historia Natural, Serie de Divulgación, N°1. 10p.
- De Viana, ML; Ortega Baes, P; Saravia, M; Badano, EI; Schlumpberger, B. 2001. Biología floral y polinizadores de *Trichocereus pasacana* (Cactaceae) en el Parque Nacional Los Cardones, Argentina. *Revista de Biología Tropical*, 49(1), 279-285.
- Duran, R; Méndez, M (Eds). 2010. Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán. México. CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA. 496 p.
- Equipo del Centro de Estudios Vector Juan Antonio Jaramillo Sánchez. 2004. Pruebas de acceso a la Universidad para Mayores de 25 años: Biología. 2 ed. España. EDITORIAL MAD, S.L. 278 p.
- Espinoza, N; Gatica, J; Smyle, J. 1999. El Pago de Servicios Ambientales y el Desarrollo Sostenible en el Medio Rural. Serie de Publicaciones RUTA. San José, C. R. s.e. 88 p.
- Halffter, G. 1995. ¿Qué es la biodiversidad? *Butlletí de la Institució Catalana d'Història Natural*, 62: 5-14.
- Hoxey, P. 2014. A new cliff dwelling species of *Espositoa* Br. & R. (Cactaceae) from northern Peru. *BRADLEYA*, 32: 36-43.
- Hunt, D; Taylor, N; Charles, G. 2006. *The New Cactus Lexicon*". England.
- INEI. 2016. Lista de ubicación geográfica (en línea). Lima, PE. Consultado 20 oct. 2017. Disponible en <http://webinei.inei.gob.pe>
- Jiménez Sierra, C. L. 2011. Las cactáceas mexicanas y los riesgos que enfrentan. *Revista Digital Universitaria*. 12(1).
- Leuschner, C. 2005. Vegetation and ecosystems. *Vegetation ecology*. 85-105.
- Linares Palomino, R. 2004. Los Bosques Tropicales Estacionalmente Secos: I. El concepto de los bosques secos en el Perú. *Arnaldoa* 11 (1): 85- 102 p.

- Linares Palomino, R. 2006. 11 Phytogeography and Floristics of Seasonally Dry Tropical Forests in Perú. 258 – 277.
- Linares Palomino, R; Pennington, R. T. (2007). Lista anotada de plantas leñosas en bosques estacionalmente secos del Perú una nueva herramienta en Internet para estudios taxonómicos, ecológicos y de biodiversidad. *Arnaldoa*, 14(1), 149-152.
- Loaiza, CR. 2013. The Tumbesian center of endemism: biogeography, diversity and conservation. *BIOGEOGRAFÍA* 6. 4 p.
- Marcelo-Peña, J. L. (2008). Vegetación leñosa, endemismos y estado de conservación en los bosques estacionalmente secos de Jaén, Perú. *Revista Peruana de Biología*, 15(1): 43-52.
- Marcelo-Peña, J. L.; Huamantupa, I; Särkinen, T; & Tomazello, M. 2016. Identifying Conservation Priority Areas in the Marañón Valley (Peru) Based on Floristic Inventories. *Edinburgh Journal of Botany*, 73(1): 95-123 p.
- Matteucci, S; Colma, A. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Secretaría de la Organización de los Estados Americanos. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. 1Ed. Washington, US. 168 p.
- Méndez, E; Perez González, SB. 2008. Germinación de *Echinopsis leucantha* (Cactaceae) I- Efectos de temperatura y concentraciones de calcio. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias*, 40(2).
- Mendoza Madrigal, G. 2007. Propagación *in vitro* de *Astrophytum ornatum* (de candolle) weber (cactaceae), especie amenazada de extinción. Tesis Lic. Blg. Hidalgo, MX, UAEH. 91 p.
- Meyrán, J. (Ed). 2005. Las especies mexicanas de cactáceas en riesgo de extinción. *Cactáceas y Suculentas Mexicanas*. 50(4): 100-128.
- MINAM (Ministerio del Ambiente PE). 2015. Guía de inventario de la flora y vegetación. Primera edición. Lima, PE. Imprenta Zona Comunicaciones S. A. C. 45 p.
- MINAM (Ministerio del Ambiente PE). 2012. Catálogo de Especies de Flora Silvestre Incluidas en CITES. Lima, PE. s.e. 132 p.
- Morales Quirós, JF. 2005. Orquídeas, cactus y bromelias del bosque seco – Costa Rica. 2 ed. Santo Domingo de Heredia, CR. Instituto Nacional de Biodiversidad, INBio. 186 p.
- Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T – Manuales y tesis SEA. Zaragoza, Es. s.e. 84 p.

- Nano, C. O. 2006. El género *Armatocereus* Backeberg. *Zonas Áridas*, 10(1), 144-154.
- Novoa, S; Castro, C; Ceroni, A; Redolfi, I. 2003. Relación entre la hormiga *Camponotus* sp. (Hymenoptera: Formicidae) y una comunidad de cactus (Cactaceae) en el Valle del Río Chillón. *Ecología Aplicada*, 2(1), 69-73.
- Ostolaza, C. 2011. 101 Cactus del Perú. Lima. Minam. 253 p.
- Ostolaza, C. 2014. Todos los cactus del Perú. Lima. Franco. 538 p.
- Peña, JLM; Reynel Rodríguez, C; Zevallos Pollito, P; Bulnes Soriano, F; Ojeda, AP del. 2007. Diversidad, Composición florística y endemismos en los Bosques Estacionalmente Secos alterados del distrito de Jaén, Perú. Departamento Académico de Biología, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Pe. 14 p.
- Pizarro Neyra, J. 2014. Cactáceas de Tacna. Tacna, PE. Jose Guillermo Celso Pizarro Neyra. 85 p.
- Pliscoff, P; Luebert, F. 2006. Ecosistemas terrestres. Biodiversidad de Chile: Patrimonio y desafíos. 74-87.
- Rauh W. 1958. "Beitrag zur Kenntnis der peruanischen Kakteen vegetation". Heidelberg. Springer-Verlag.
- Ritter F. 1981. "Kakteen in Südamerika". Band 4. Peru. Selbstverlag.
- Rivas Rossi, M. 1998. Cactáceas de Costa Rica. San José, CR. EUNED. 63 p.
- Roncal Rabanal, M. 2016. Cactáceas del Bosque Tropical Estacionalmente Seco (BTES) del Marañón Cajamarca. Guía rápida de identificación ebc.002. Universidad Nacional de Cajamarca. Educación, Biodiversidad, Ciencia – Cajamarca. 1pg.
- Roncal Rabanal, M; Díaz Mori, D; Roncal Alcántara, C; Rabanal Díaz, W. 2012. Huacaybamba: Riqueza biológica del Marañón. Cajamarca, PE. Martínez Compañón Editores. 132 p.
- Roque, J; Ramírez, EK. 2005. Palos de Lluvia y Cactáceas. Quepo. 19: 84-91.
- Saldivia, P; Rojas, G. 2008. Nuevos Registros y Antecedentes de la Familia cactaceae para Chile en la region de Aisen. *Gayana Bot.* 65(2): 198-208.
- Sanchez Vega, I; Sanchez rojas, A. 2012. La Diversidad Biológica en Cajamarca: Visión étnico – cultural y potencialidades. Cajamarca, Pe. Visual 47 SRL. 205 p.

Señoret, F; Acosta, JP. 2013. Cactáceas endémicas de Chile, Guía de Campo. Ed. Corporación Chilena de la Madera, Concepción, Chile, 250 p.

SENAMHI. 2013. Datos meteorológicos. Available at: [www.senamhi.gob.pe](http://www.senamhi.gob.pe)

Schulze Rojas, JP. 2004. Elaboración de una guía ilustrada de Cactáceas en Honduras. Tesis Lic. Ing. Desarrollo socioeconómico y ambiente. Honduras. Escuela Agrícola Panamericana. 80 p.

Tansley, A. G. 1935. The use and abuse of vegetational concepts and terms. *Ecology*, 16(3): 284-307.

Universidad Nacional Autónoma de México. 2003. Actividades Prácticas para Alumnos del Bachillerato: En el Jardín Botánico del Instituto de Biología de la UNAM. Eds. E Linares; CC Hernández. Primera Edición. 159 p.

Universidad Nacional Autónoma de México. 2011. Técnicas de Muestreo para Manejadores de Recursos Naturales. Ed. F Bautista. 2 ed. México. s.e. 735 p.

Valiente Banuet, A. 2002. Vulnerabilidad de los sistemas de polinización de cactáceas columnares de México. *Revista chilena de historia natural*, 75(1), 99-104.

Valverde, T; Cano-Santana, Z; Meave, J; Carabias, J. 2005. Ecología y Medio Ambiente. Primera Edición. México. Cámara Nacional de la Industria Editorial Mexicana. 240 p.

Villareal, H., M. Álvarez, S. Cordoba, F. Escobar, G. Fagua, F. Gast, H. Mendoza, M. Ospina y A.M. Umaña. 2006. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humbolt. Programa Inventarios de biodiversidad. Grupo de Exploración y Monitoreo Ambiental (GEMA). 2Ed. Bogotá, CO. 236p.

## ANEXOS

### Anexo 01: Ficha de recolección de datos-

Ficha de Recolección de Datos para especies de cactáceas en el BES del Marañón																	
Departamento:			Provincia:				Distrito:				Sector:						
Fecha:																	
Coordenadas (UTM)																	
Altura (msnm)																	
Pendiente (%)																	
Suelo																	
Cobertura vegetal (%)																	
Estrato																	
Parcela																	
Género	Especie	N° Ind. Grandes	Prom. Altura (m)	Prom. DAP (m)	N°Ind. Pequeños	Prom. Altura (m)	Prom. DAP (m)	Sub Total	N° Ind. Grandes	Prom. Altura (m)	Prom. DAP (m)	N°Ind. Pequeños	Prom. Altura (m)	Prom. DAP (m)	Sub Total	Total	
<i>Sub total de individuos</i>									<i>Sub total de individuos</i>								
<b>Total Individuos</b>																	

**Anexo 02: Datos de campo de las especies de cactáceas del Bosque Estacional Seco del Marañón, Utcó – Cajamarca.**

**Coordenadas (UTM): 823392 E, 9240452 N / Altitud (m.s.n.m): 1845 / Pendiente (%): 30 / Cobertura vegetal (%): 50 / Suelo: Leptosol sin afloramiento rocoso / Distrito: Utcó.**

E	P	Nombre científico	N° de individuos		Prom. DAP (cm)	Prom. DNS (cm)	Prom. Altura	
			Grandes	Pequeños			Grande (m)	Pequeño (m)
A	1	<i>Armatocereus rahuui</i>	-	-	-	-	-	-
A	1	<i>Browningia pilleifera</i>	-	-	-	-	-	-
A	1	<i>Melocactus bellavistensis</i>	-	-	-	-	-	-
A	1	<i>Cleistocactus tenuiserpens</i>	-	-	-	-	-	-
A	1	<i>Espostoa lanata</i>	-	-	-	-	-	-
A	1	<i>Espostoa mirabilis</i>	-	-	-	-	-	-
A	1	<i>Matucana formosa</i>	-	-	-	-	-	-
A	1	<i>Opuntia quitensis</i>	-	-	-	-	-	-

**Coordenadas (UTM): 824614.9 E, 9325895.8 N / Altitud (m.s.n.m): 1717 / Pendiente (%): 80 / Cobertura vegetal (%): 85 / Suelo: Leptosol sin afloramiento rocoso / Distrito: Utcó.**

E	P	Nombre científico	N° de individuos		Prom. DAP (cm)	Prom. DNS (cm)	Prom. Altura	
			Grandes	Pequeños			Grande (m)	Pequeño (m)
A	2	<i>Armatocereus rahuui</i>	-	-	-	-	-	-
A	2	<i>Browningia pilleifera</i>	-	-	-	-	-	-
A	2	<i>Melocactus bellavistensis</i>	-	-	-	-	-	-
A	2	<i>Cleistocactus tenuiserpens</i>	-	-	-	-	-	-
A	2	<i>Espostoa lanata</i>	-	-	-	-	-	-
A	2	<i>Espostoa mirabilis</i>	-	-	-	-	-	-
A	2	<i>Matucana formosa</i>	-	-	-	-	-	-
A	2	<i>Opuntia quitensis</i>	-	-	-	-	-	-

**Coordenadas (UTM): 826037.5 E, 9241782.1 N / Altitud (m.s.n.m): 1570 / Pendiente (%): 45 / Cobertura vegetal (%): 75 / Suelo: Leptosol con afloramiento rocoso / Distrito: Utcó.**

E	P	Nombre científico	N° de individuos		Prom. DAP (cm)	Prom. DNS (cm)	Prom. Altura	
			Grandes	Pequeños			Grande (m)	Pequeño (m)
B	1	<i>Armatocereus rahuui</i>	-	-	-	-	-	-
B	1	<i>Browningia pilleifera</i>	1	-	23.00	-	2.50	-
B	1	<i>Melocactus bellavistensis</i>	4	-	16.00	-	0.19	-
B	1	<i>Cleistocactus tenuiserpens</i>	1	-	2.00	-	0.57	-
B	1	<i>Espostoa lanata</i>	-	-	-	-	-	-
B	1	<i>Espostoa mirabilis</i>	-	-	-	-	-	-
B	1	<i>Matucana formosa</i>	-	-	-	-	-	-
B	1	<i>Opuntia quitensis</i>	34	-	5.00	-	0.83	-

**Coordenadas (UTM): 823342.6 E, 9240271 N / Altitud (m.s.n.m): 1520 / Pendiente (%): 35 / Cobertura vegetal (%): 85 / Suelo: Leptosol con afloramiento rocoso / Distrito: Utco.**

E	P	Nombre científico	N° de individuos		Prom. DAP (cm)	Prom. DNS (cm)	Prom. Altura	
			Grandes	Pequeños			Grande (m)	Pequeño (m)
B	2	<i>Armatocereus rahuui</i>	1	-	22.00	-	6.00	-
B	2	<i>Browningia pilleifera</i>	-	-	-	-	-	-
B	2	<i>Melocactus bellavistensis</i>	2	-	16.00	-	0.20	-
B	2	<i>Cleistocactus tenuiserpens</i>	-	-	-	-	-	-
B	2	<i>Espostoa lanata</i>	-	-	-	-	-	-
B	2	<i>Espostoa mirabilis</i>	-	-	-	-	-	-
B	2	<i>Matucana formosa</i>	-	-	-	-	-	-
B	2	<i>Opuntia quitensis</i>	1	-	4.00	-	0.70	-

**Coordenadas (UTM): 825055 E, 9238877 N / Altitud (m.s.n.m): 1430 / Pendiente (%): 35 / Cobertura vegetal (%): 30 / Suelo: Leptosol con afloramiento rocoso / Distrito: Utco.**

E	P	Nombre científico	N° de individuos		Prom. DAP (cm)	Prom. DNS (cm)	Prom. Altura	
			Grandes	Pequeños			Grande (m)	Pequeño (m)
C	1	<i>Armatocereus rahuui</i>	2	1	27.00	11.00	10.00	1.70
C	1	<i>Browningia pilleifera</i>	-	2	-	10.00	-	1.10
C	1	<i>Melocactus bellavistensis</i>	-	-	-	-	-	-
C	1	<i>Cleistocactus tenuiserpens</i>	-	-	-	-	-	-
C	1	<i>Espostoa lanata</i>	-	-	-	-	-	-
C	1	<i>Espostoa mirabilis</i>	1	-	13.00	-	2.10	-
C	1	<i>Matucana formosa</i>	-	-	-	-	-	-
C	1	<i>Opuntia quitensis</i>	5	25	8.00	3.00	1.50	0.15

**Coordenadas (UTM): 826719.7 E, 9239727.9 N / Altitud (m.s.n.m): 1405 / Pendiente (%): 30 / Cobertura vegetal (%): 75 / Suelo: Leptosol sin afloramiento rocoso / Distrito: Utco.**

E	P	Nombre científico	N° de individuos		Prom. DAP (cm)	Prom. DNS (cm)	Prom. Altura	
			Grandes	Pequeños			Grande (m)	Pequeño (m)
C	2	<i>Armatocereus rahuui</i>	9	5	28	13	10	0.9
C	2	<i>Browningia pilleifera</i>	2	1	23	13	3	1.2
C	2	<i>Melocactus bellavistensis</i>	-	-	-	-	-	-
C	2	<i>Cleistocactus tenuiserpens</i>	6	-	2	-	1.6	-
C	2	<i>Espostoa lanata</i>	-	-	-	-	-	-
C	2	<i>Espostoa mirabilis</i>	-	-	-	-	-	-
C	2	<i>Matucana formosa</i>	-	-	-	-	-	-
C	2	<i>Opuntia quitensis</i>	4	22	7	3	1.45	0.18

**Coordenadas (UTM): 826917 E, 9241903 N / Altitud (m.s.n.m): 1165 / Pendiente (%): 30 / Cobertura vegetal (%): 15 / Suelo: Leptosol con presencia de rocas / Distrito: Utco.**

E	P	Nombre científico	N° de individuos		Prom. DAP (cm)	Prom. DNS (cm)	Prom. Altura	
			Grandes	Pequeños			Grande (m)	Pequeño (m)
D	1	<i>Armatocereus rahuii</i>	1	-	19	-	3	-
D	1	<i>Browningia pilleifera</i>	3	-	27	-	6	-
D	1	<i>Melocactus bellavistensis</i>	-	-	-	-	-	-
D	1	<i>Cleistocactus tenuiserpens</i>	-	-	-	-	-	-
D	1	<i>Espostoa lanata</i>	-	-	-	-	-	-
D	1	<i>Espostoa mirabilis</i>	1	-	13	-	1.83	-
D	1	<i>Matucana formosa</i>	-	-	-	-	-	-
D	1	<i>Opuntia quitensis</i>	-	-	-	-	-	-

**Coordenadas (UTM): 827111 E, 9241864 N / Altitud (m.s.n.m): 1153 / Pendiente (%): 30 / Cobertura vegetal (%): 25 / Suelo: Leptosol con presencia de rocas / Distrito: Utco.**

E	P	Nombre científico	N° de individuos		Prom. DAP (cm)	Prom. DNS (cm)	Prom. Altura	
			Grandes	Pequeños			Grande (m)	Pequeño (m)
D	2	<i>Armatocereus rahuii</i>	-	-	-	-	-	-
D	2	<i>Browningia pilleifera</i>	23	-	23	-	4	-
D	2	<i>Melocactus bellavistensis</i>	-	-	-	-	-	-
D	2	<i>Cleistocactus tenuiserpens</i>	-	-	-	-	-	-
D	2	<i>Espostoa lanata</i>	-	-	-	-	-	-
D	2	<i>Espostoa mirabilis</i>	5	-	18	-	2.15	-
D	2	<i>Matucana formosa</i>	-	-	-	-	-	-
D	2	<i>Opuntia quitensis</i>	-	-	-	-	-	-

**Coordenadas (UTM): 827889 E, 9239997 N / Altitud (m.s.n.m): 981 / Pendiente (%): 20 / Cobertura vegetal (%): 30 / Suelo: Leptosol con afloramiento rocoso / Distrito: Utco**

E	P	Nombre científico	N° de individuos		Prom. DAP (cm)	Prom. DNS (cm)	Prom. Altura	
			Grandes	Pequeños			Grande (m)	Pequeño (m)
E	1	<i>Armatocereus rahuii</i>	2	1	20	5	4.6	0.23
E	1	<i>Browningia pilleifera</i>	10	6	23	4	4.5	1.15
E	1	<i>Melocactus bellavistensis</i>	1	1	17	9	0.2	0.07
E	1	<i>Cleistocactus tenuiserpens</i>	3	1	2	2	1.57	0.2
E	1	<i>Espostoa lanata</i>	-	-	-	-	-	-
E	1	<i>Espostoa mirabilis</i>	12	11	10	5	1.05	0.28
E	1	<i>Matucana formosa</i>	-	1	-	5	-	0.02
E	1	<i>Opuntia quitensis</i>	1	2	7	3	1.1	0.13

**Coordenadas (UTM): 827511 E, 9238523 N / Altitud (m.s.n.m): 936 / Pendiente (%): 10 / Cobertura vegetal (%): 30 / Suelo: Leptosol con presencia de rocas / Distrito: Utco.**

E	P	Nombre científico	N° de individuos		Prom. DAP (cm)	Prom. DNS (cm)	Prom. Altura	
			Grandes	Pequeños				

		Grandes	Pequeños	Prom. DAP (cm)	Prom. DNS (cm)	Grande (m)	Pequeño (m)	
<b>E</b>	2	<i>Armatocereus rahuii</i>	10	2	20	5	4.15	0.23
<b>E</b>	2	<i>Browningia pilleifera</i>	66	23	21	6	4.8	0.35
<b>E</b>	2	<i>Melocactus bellavistensis</i>	-	-	-	-	-	-
<b>E</b>	2	<i>Cleistocactus tenuiserpens</i>	-	-	-	-	-	-
<b>E</b>	2	<i>Espostoa lanata</i>	-	-	-	-	-	-
<b>E</b>	2	<i>Espostoa mirabilis</i>	4	10	13	4	1.45	0.2
<b>E</b>	2	<i>Matucana formosa</i>	-	1	-	5	-	0.03
<b>E</b>	2	<i>Opuntia quitensis</i>	-	44	-	3	-	0.18

- **E** = Estrato.
- **P** = Parcela.
- **DAP** = Diámetro a la altura del pecho.
- **DNS** = Diámetro a nivel del suelo.

**Anexo 03: Datos de campo de las especies de cactáceas del Bosque Estacional Seco del Maraón, Balzas – Amazonas.**

**Coordenadas (UTM): 168939 E, 9243526 N / Altitud (m.s.n.m): 1774 / Pendiente (%): 80 / Cobertura vegetal (%): 75 / Suelo: Leptosol / Distrito: Balzas.**

E	P	Nombre científico	N° de individuos		Prom. DAP (cm)	Prom. DNS (cm)	Prom. Altura	
			Grandes	Pequeños			Grande (m)	Pequeño (m)
A	1	<i>Armatocereus rahuii</i>	-	-	-	-	-	-
A	1	<i>Browningia pilleifera</i>	3	-	23.00	-	3.00	-
A	1	<i>Melocactus bellavistensis</i>	1	-	18.00	-	0.25	-
A	1	<i>Cleistocactus tenuiserpens</i>	-	-	-	-	-	-
A	1	<i>Espostoa lanata</i>	-	-	-	-	-	-
A	1	<i>Espostoa mirabilis</i>	-	-	-	-	-	-
A	1	<i>Matucana formosa</i>	-	-	-	-	-	-
A	1	<i>Opuntia quitensis</i>	1	-	5.00	-	1.50	-

**Coordenadas (UTM): 168852.5 E, 9243538 N / Altitud (m.s.n.m): 1687 / Pendiente (%): 80 / Cobertura vegetal (%): 50 / Suelo: Leptosol con afloramiento rocoso / Distrito: Balzas.**

E	P	Nombre científico	N° de individuos		Prom. DAP (cm)	Prom. DNS (cm)	Prom. Altura	
			Grandes	Pequeños			Grande (m)	Pequeño (m)
A	2	<i>Armatocereus rahuii</i>	-	-	-	-	-	-
A	2	<i>Browningia pilleifera</i>	4	3	20.00	10.00	2.20	0.70
A	2	<i>Melocactus bellavistensis</i>	6	2	13.00	8.00	0.15	0.07
A	2	<i>Cleistocactus tenuiserpens</i>	3	-	2.00	-	0.50	-
A	2	<i>Espostoa lanata</i>	1	2	9.00	3.00	0.70	0.18
A	2	<i>Espostoa mirabilis</i>	-	-	-	-	-	-
A	2	<i>Matucana formosa</i>	-	1	-	3.00	-	0.03
A	2	<i>Opuntia quitensis</i>	5	1	4.00	2.00	0.50	0.10

**Coordenadas (UTM): 168523.5 E, 9243551 N / Altitud (m.s.n.m): 1629 / Pendiente (%): 60 / Cobertura vegetal (%): 30 / Suelo: Leptosol con afloramiento rocoso / Distrito: Balzas.**

E	P	Nombre científico	N° de individuos		Prom. DAP (cm)	Prom. DNS (cm)	Prom. Altura	
			Grandes	Pequeños			Grande (m)	Pequeño (m)
B	1	<i>Armatocereus rahuii</i>	1	-	15.00	-	2.20	-
B	1	<i>Browningia pilleifera</i>	2	2	10.00	2.50	1.80	0.09
B	1	<i>Melocactus bellavistensis</i>	1	-	15.00	-	0.17	-
B	1	<i>Cleistocactus tenuiserpens</i>	-	-	-	-	-	-
B	1	<i>Espostoa lanata</i>	-	-	-	-	-	-
B	1	<i>Espostoa mirabilis</i>	-	-	-	-	-	-
B	1	<i>Matucana formosa</i>	-	-	-	-	-	-
B	1	<i>Opuntia quitensis</i>	5	5	4.00	1.50	0.80	-

**Coordenadas (UTM): 168522.9 E, 9243640.5 N / Altitud (m.s.n.m): 1450 / Pendiente (%): 60 / Cobertura vegetal (%): 30 / Suelo: Leptosol con afloramiento rocoso / Distrito: Balzas.**

E	P	Nombre científico	N° de individuos		Prom. DAP (cm)	Prom. DNS (cm)	Prom. Altura	
			Grandes	Pequeños			Grande (m)	Pequeño (m)
B	2	<i>Armatocereus rahuui</i>	2	-	18.00	-	1.20	-
B	2	<i>Browningia pilleifera</i>	6	3	20.00	10.00	1.80	0.70
B	2	<i>Melocactus bellavistensis</i>	3	1	9.00	5.00	0.10	0.05
B	2	<i>Cleistocactus tenuiserpens</i>	-	-	-	-	-	-
B	2	<i>Espostoa lanata</i>	-	-	-	-	-	-
B	2	<i>Espostoa mirabilis</i>	-	-	-	-	-	-
B	2	<i>Matucana formosa</i>	-	-	-	-	-	-
B	2	<i>Opuntia quitensis</i>	20	9	4.00	2.00	0.90	0.08

**Coordenadas (UTM): 168414.8 E, 9244233.3 N / Altitud (m.s.n.m): 1391 / Pendiente (%): 60 / Cobertura vegetal (%): 50 / Suelo: Leptosol con afloramiento rocoso / Distrito: Balzas.**

E	P	Nombre científico	N° de individuos		Prom. DAP (cm)	Prom. DNS (cm)	Prom. Altura	
			Grandes	Pequeños			Grande (m)	Pequeño (m)
C	1	<i>Armatocereus rahuui</i>	7	1	21.00	8.00	5.67	0.70
C	1	<i>Browningia pilleifera</i>	6	4	24.00	2.50	1.60	0.10
C	1	<i>Melocactus bellavistensis</i>	-	-	-	-	-	-
C	1	<i>Cleistocactus tenuiserpens</i>	13	16	2.00	2.00	1.35	0.23
C	1	<i>Espostoa lanata</i>	-	1	-	7.00	-	0.42
C	1	<i>Espostoa mirabilis</i>	-	-	-	-	-	-
C	1	<i>Matucana formosa</i>	-	-	-	-	-	-
C	1	<i>Opuntia quitensis</i>	19	29	4.00	3.50	0.87	0.25

**Coordenadas (UTM): 831615 E, 9243687 N / Altitud (m.s.n.m): 1368 / Pendiente (%): 60 / Cobertura vegetal (%): 65 / Suelo: Leptosol con afloramiento rocoso / Distrito: Balzas.**

E	P	Nombre científico	N° de individuos		Prom. DAP (cm)	Prom. DNS (cm)	Prom. Altura	
			Grandes	Pequeños			Grande (m)	Pequeño (m)
C	2	<i>Armatocereus rahuui</i>	3	1	23.00	9.00	7.00	0.83
C	2	<i>Browningia pilleifera</i>	-	-	-	-	-	-
C	2	<i>Melocactus bellavistensis</i>	-	-	-	-	-	-
C	2	<i>Cleistocactus tenuiserpens</i>	16	12	2.00	2.0	0.80	0.15
C	2	<i>Espostoa lanata</i>	-	-	-	-	-	-
C	2	<i>Espostoa mirabilis</i>	-	-	-	-	-	-
C	2	<i>Matucana formosa</i>	-	-	-	-	-	-
C	2	<i>Opuntia quitensis</i>	6	16	4.50	3.00	1.00	0.45

**Coordenadas (UTM): 168971 E, 9241931 N / Altitud (m.s.n.m): 1216 / Pendiente (%): 75 / Cobertura vegetal (%): 70 / Suelo: Leptosol con afloramiento rocoso / Distrito: Balzas.**

E	P	Nombre científico	N° de individuos		Prom. DAP (cm)	Prom. DNS (cm)	Prom. Altura	
			Grandes	Pequeños			Grande (m)	Pequeño (m)
D	1	<i>Armatocereus rahuui</i>	-	-	-	-	-	-
D	1	<i>Browningia pilleifera</i>	1	1	23.00	13.00	3.00	0.80
D	1	<i>Melocactus bellavistensis</i>	2	1	17.00	4.00	0.23	0.03
D	1	<i>Cleistocactus tenuiserpens</i>	-	1	-	2.00	-	1.05
D	1	<i>Espostoa lanata</i>	-	-	-	-	-	-
D	1	<i>Espostoa mirabilis</i>	3	2	23.00	5.00	1.83	0.23
D	1	<i>Matucana formosa</i>	-	-	-	-	-	-
D	1	<i>Opuntia quitensis</i>	2	1	8.00	2.00	1.20	0.09

**Coordenadas (UTM): 831526 E, 9241946 N / Altitud (m.s.n.m): 1078 / Pendiente (%): 70 / Cobertura vegetal (%): 60 / Suelo: Leptosol con afloramiento rocoso / Distrito: Balzas.**

E	P	Nombre científico	N° de individuos		Prom. DAP (cm)	Prom. DNS (cm)	Prom. Altura	
			Grandes	Pequeños			Grande (m)	Pequeño (m)
D	2	<i>Armatocereus rahuui</i>	3	1	23.00	7.00	6.66	0.30
D	2	<i>Browningia pilleifera</i>	3	2	20.00	8.00	2.13	0.35
D	2	<i>Melocactus bellavistensis</i>	10	4	18.00	6.00	0.28	0.05
D	2	<i>Cleistocactus tenuiserpens</i>	-	-	-	-	-	-
D	2	<i>Espostoa lanata</i>	9	3	8.00	8.00	1.35	0.50
D	2	<i>Espostoa mirabilis</i>	5	3	15.00	4.00	1.60	0.18
D	2	<i>Matucana formosa</i>	3	1	14.00	3.00	0.10	0.03
D	2	<i>Opuntia quitensis</i>	-	1	-	2.00	-	0.03

**Coordenadas (UTM): 830339 E, 9244403 N / Altitud (m.s.n.m): 893 / Pendiente (%): 65 / Cobertura vegetal (%): 30 / Suelo: Leptosol con afloramiento rocoso / Distrito: Balzas.**

E	P	Nombre científico	N° de individuos		Prom. DAP (cm)	Prom. DNS (cm)	Prom. Altura	
			Grandes	Pequeños			Grande (m)	Pequeño (m)
E	1	<i>Armatocereus rahuui</i>	21	15	24.00	10.00	7.20	1.20
E	1	<i>Browningia pilleifera</i>	50	19	27.00	4.00	2.90	0.15
E	1	<i>Melocactus bellavistensis</i>	-	-	-	-	-	-
E	1	<i>Cleistocactus tenuiserpens</i>	-	-	-	-	-	-
E	1	<i>Espostoa lanata</i>	-	-	-	-	-	-
E	1	<i>Espostoa mirabilis</i>	1	-	14.00	-	2.00	-
E	1	<i>Matucana formosa</i>	5	-	12.00	-	0.09	-
E	1	<i>Opuntia quitensis</i>	1	-	8.00	-	1.80	-

**Coordenadas (UTM): 830312 E, 9244501 N / Altitud (m.s.n.m): 888 / Pendiente (%): 70 / Cobertura vegetal (%): 40 / Suelo: Leptosol con afloramiento rocoso / Distrito: Balzas.**

E	P	Nombre científico	N° de individuos		Prom. DAP (cm)	Prom. DNS (cm)	Prom. Altura	
			Grandes	Pequeños			Grande (m)	Pequeño (m)
E	2	<i>Armatocereus rahuui</i>	12	2	17.00	10.00	6.40	1.30
E	2	<i>Browningia pilleyfera</i>	8	6	25.00	11.00	2.76	0.80
E	2	<i>Melocactus bellavistensis</i>	-	1	-	6.00	-	0.05
E	2	<i>Cleistocactus tenuiserpens</i>	-	-	-	-	-	-
E	2	<i>Espostoa lanata</i>	-	-	-	-	-	-
E	2	<i>Espostoa mirabilis</i>	3	2	13.00	3.00	1.90	0.14
E	2	<i>Matucana formosa</i>	24	99	14.00	5.00	0.11	0.04
E	2	<i>Opuntia quitensis</i>	-	1	-	4.00	-	0.30

- **E** = Estrato
- **P** = Parcela
- **DAP** = Diámetro a la altura del pecho.
- **DNS** = Diámetro a nivel del suelo.

#### **Anexo 04: Datos para la estimación del área mínima.**

Especies	Número Acumulado de Especies	Unidad Muestral	
		Número	Tamaño (m <sup>2</sup> )
<i>Browningia pilleyfera</i>			
<i>Armatocereus rahuui</i>	2	1	400
<i>Espostoa mirabilis</i>			
<i>Matucana formosa</i>	4	2	800
<i>Opuntia quitensis</i>	5	3	1600

#### **Anexo 05: Representación del estrato con el rango altitudinal.**

Estratos	A	B	C	D	E
Altitud (m)	1 850 – 1 650	1 650 – 1 450	1 450 – 1 250	1 250 – 1 050	1 050 – 850

**Anexo 05: Gráfico estadísticos de las especies de cactáceas.**

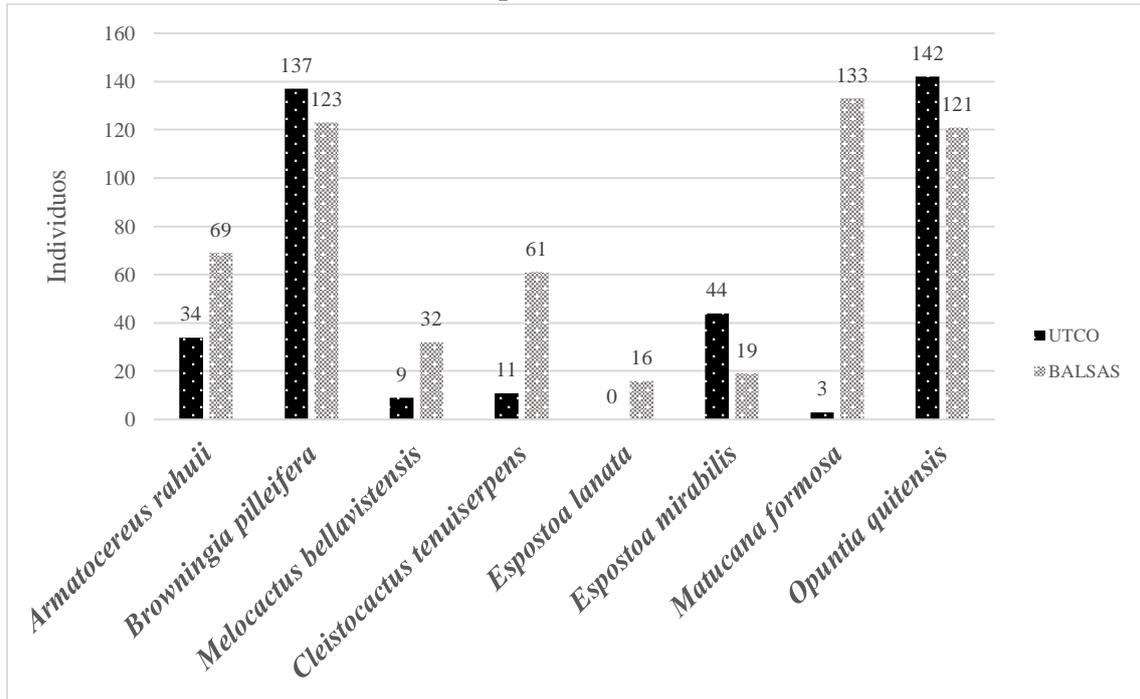


Figura 4: individuos por especies de las zonas de Utco y Balsas.

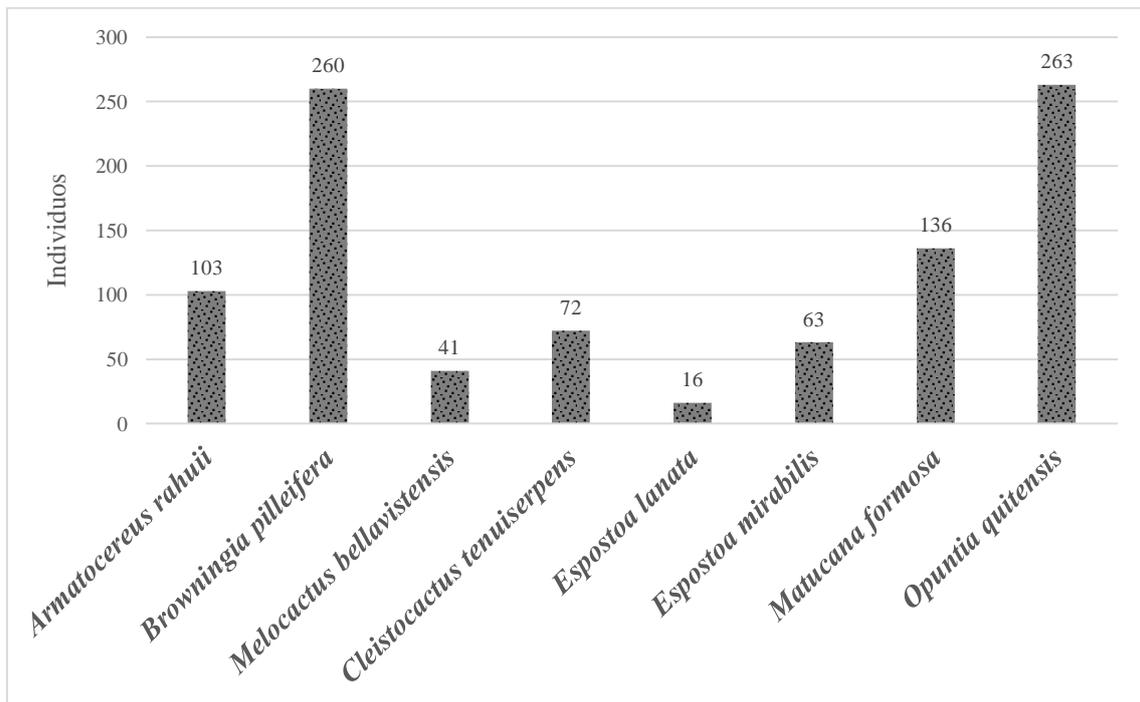


Figura 5: Total de Individuos y especies entre ambas zonas de estudio del Bosque Estacional Seco del Maraón.

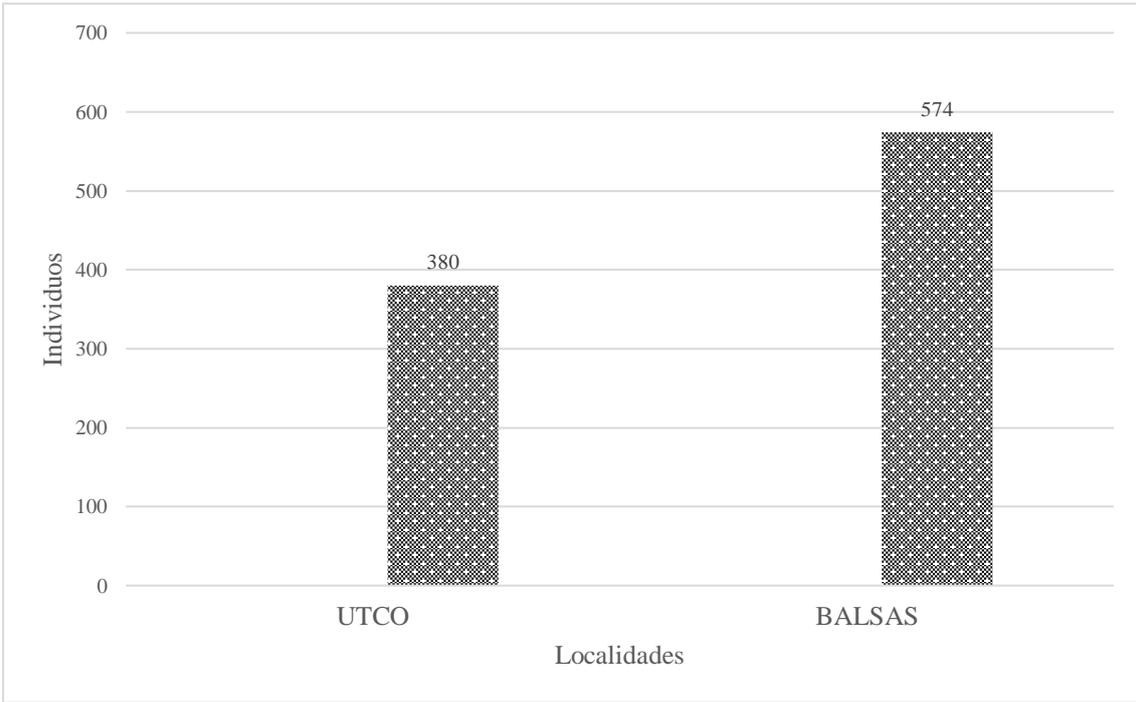


Figura 6: Individuos por localidad.

**Anexo 06: Panel fotográfico.**



Figura 7: *Armatocereus rahuui*



Figura 8: *Browningia pilleifera*



Figura 9: *Cleistocactus tenuiserpens*



Figura 10: *Espostoa mirabilis*



Figura 11: *Espostoa lanata*



Figura 12: *Matucana formosa*



Figura 13: *Melocactus bellavistensis*



Figura 14: *Opuntia quitensis*



Figura 15: Trazado de parcelas



Figura 16: Medicion del DAP



Figura 17: Toma de datos de especies