

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN
CRISTÓBAL DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE BIOLOGÍA



**Cactáceas endémicas del cerro San Cristóbal, distrito
Pacaycasa, provincia de Huamanga.**

Ayacucho - 2013.

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
BIÓLOGA CON MENCIÓN EN LA ESPECIALIDAD DE
ECOLOGÍA Y RECURSOS NATURALES**

**PRESENTADO POR LA:
Bach. HUAMANÍ SULCA, Roxana Erika**

AYACUCHO - PERÚ

2015

Tesis
B723
Hua
Cj. 1

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Bach. Huamaní Sulca Roxana Erika

R.D.N° 138-2015-UNSCH-FCB-D

En la ciudad de Ayacucho, siendo las seis de la tarde con treinta minutos, y en el auditorio de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, el día veinticuatro de julio del año dos mil quince, reunidos los miembros del jurado evaluador integrado por los docentes Dr. Jesús De La Cruz Arango como Decano y Miembro, Blga. Laura Aucasime Medina como miembro y Blgo. Adrián Florentino Ramírez Quispe, y como secretario docente Blgo. Elbert Hermoza Valdivia, con la finalidad de recepcionar en acto público la tesis "Cactáceas endémicas del Cerro San Cristóbal. Distrito Pacaycasa. Provincia de Huamanga. Ayacucho - 2013" presentado por la Bachiller en Ciencias Biológicas Huamaní Sulca, Roxana Erika, en la que pretende optar el Título profesional de Bióloga con mención en la especialidad de Ecología y Recursos Naturales.

Para poder iniciar el acto de sustentación, se da a conocer que la documentación presentada, se encuentra conforme, por lo que procede la sustentación, indicando a la sustentante que la duración deber ser de cuarentaicinco minutos, dicho esto la Srta. Sustentante da inicio a su exposición en forma clara y bastante segura.

Concluida la exposición el Sr. Decano invita a los miembros del jurado para que realicen sus preguntas o soliciten las aclaraciones que crean conveniente, las mismas que son respondidas en forma clara.

Terminada esta sección el Sr. Decano invita a la sustentante y público asistente para que puedan abandonar el auditorio momentáneamente con la finalidad de discutir la sustentación y realizar la respectiva calificación teniendo la siguiente.

Miembro jurado	Exposición	Rpta a pregunta	Promedio
Dr. Jesús De La Cruz Arango (asesor)	18	18	18
Blga. Laura Aucasime Medina (miembro)	17	17	17
Blgo. Adrián Florentino Ramírez Quispe (miemb)	17	17	17
			Promedio 17

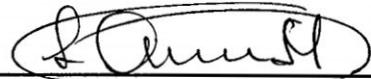
Dando como resultado la nota promedio de Diecisiete (17) que es APROBADO, por lo que se invita al público asistente y sustentante hagan ingreso al auditorio con la finalidad de dar el resultado en forma pública, e

inmediatamente el Sr. Decano coloca la medalla de la Universidad y en reconocimiento a la nueva profesional, del mismo modo toma el juramento de ley a la nueva profesional.

La sustentación culmina siendo las ocho con treinta p.m., para concluir los miembros del jurado firman al pie del presente dando fe.



Dr. Jesús De La Cruz Arango
Decano – asesor



Blga. Laura Aucasime Medina
Miembro



Blgo. Adrián Florentino Ramírez Quispe
Miembro



Blgo. Elbert Hermoza Valdivia
Secretario docente

A Dios que es la razón de mis fuerzas y mi
guía en todo momento.

A los mejores padres: Olinda y David.

A mis hermanos: Arturo, Aracely, Indira e
Isaac.

A mis queridos sobrinos.

AGRADECIMIENTOS

A mi *alma mater*, la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga, a través de la Facultad de Ciencias Biológicas por albergarme durante la formación recibida.

A la plana docente por sus sabias enseñanzas, valores y principios inculcados durante mi formación profesional.

A mi asesor, el Dr. Jesús De La Cruz Arango, por su enseñanza, paciencia y asesoramiento incondicional en la realización del presente trabajo de tesis.

Al Mg. Reynán Cóndor Alarcón por su tiempo, por compartir sus ideas, su colaboración en el análisis estadístico y además de su amistad.

A los estudiantes de la Escuela de Formación Profesional de Biología Sthefany Navarro C., Roxana Pariona C., Ingrid Rodríguez Ñ., Yasmani Larota C., Edgar Vilca C., a mis amigos: Abel Yulgo Ll., Efraín Janampa J., Walter Yance C., Javier Portillo Q. y Elver Coronado F., por su apoyo en la recolección de datos en campo.

Al Proyecto FOCAM "Flora fanerogámica de la zona de influencia del gas de Camisea y la implementación de la base de datos de la biodiversidad vegetal. Ayacucho - Perú" por el apoyo logístico.

A mis amigos: Kelly, Yenny, Richard, Artemio y Juan Héctor, quienes me brindaron su apoyo moral, y a aquellos quienes de manera directa o indirecta contribuyeron a la culminación del presente trabajo.

ÍNDICE GENERAL

	Página
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
ÍNDICE GENERAL	iv
ÍNDICE DE TABLAS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
ÍNDICE DE ANEXOS	vii
RESUMEN	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	3
2.1. Antecedentes	3
2.2. Marco conceptual	5
III. MATERIALES Y MÉTODOS	19
3.1. Ubicación de la zona de estudio	19
3.2. Diseño metodológico para recolección de datos	21
3.3. Procesamiento de datos	24
IV. RESULTADOS	25
4.1. Especies endémicas	25
4.2. Descripción botánica de las especies	27
4.3. Parámetros demográficos	32
V. DISCUSIÓN	41
VI. CONCLUSIONES	47
VII. RECOMENDACIONES	49
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51
ANEXOS	55

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1. Sistemática de cactáceas	9
Tabla 2. Cactáceas endémicas del Perú presentes en la región Ayacucho.	11
Tabla 3. Estratificación del cerro San Cristóbal según altitud (msnm)	22
Tabla 4. Tipos de distribución espacial de acuerdo a la relación de varianza y media.	24
Tabla 5. Especies endémicas de la Familia Cactaceae en el cerro San Cristóbal, comunidad de Compañía, distrito de Pacaycasa. Ayacucho 2013.	25
Tabla 6. Categorización de las especies endémicas de la Familia Cactaceae, cerro San Cristóbal, comunidad de Compañía, distrito de Pacaycasa. Ayacucho 2013.	26
Tabla 7. Densidad de las especies endémicas de la Familia Cactaceae en el cerro San Cristóbal, comunidad de Compañía, distrito de Pacaycasa. Ayacucho 2013.	32
Tabla 8. Densidad de las especies endémicas de la Familia Cactaceae en los estratos altitudinales del cerro San Cristóbal, comunidad de Compañía, distrito de Pacaycasa. Ayacucho 2013.	33
Tabla 9. Distribución espacial de las poblaciones de especies endémicas de la Familia Cactaceae en el cerro San Cristóbal, comunidad de Compañía, distrito de Pacaycasa. Ayacucho 2013.	34
Tabla 10. Promedio de altura de las plantas de las especies endémicas de la Familia Cactaceae. Cerro San Cristóbal, comunidad de Compañía, distrito de Pacaycasa. Ayacucho 2013.	55
Tabla 11. Coeficiente de variación de las especies endémicas de la Familia Cactaceae. Cerro San Cristóbal, comunidad de Compañía, distrito de Pacaycasa. Ayacucho 2013.	56
Tabla 12. Número de unidades muestrales para cada especie endémica de la familia Cactaceae en el cerro San Cristóbal, comunidad de Compañía, Distrito de Pacaycasa. Ayacucho 2013.	56

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Ubicación política de la comunidad de Compañía, distrito Pacaycasa. Ayacucho 2013.	20
Figura 2. Vista satelital del cerro San Cristóbal, comunidad de Compañía, distrito Pacaycasa. Ayacucho 2013.	21
Figura 3. Mapa de estratos altitudinales del cerro San Cristóbal, comunidad de Compañía, distrito de Pacaycasa. Ayacucho 2013.	22
Figura 4. <i>Coryocactus ayacuchoensis</i> . A. Fruto, B. Flor, C. Corte transversal (6 costillas).	27
Figura 5. <i>Coryocactus quadrangularis</i> . A. Flor, B. Corte transversal del tallo (5 costillas).	28
Figura 6. <i>Echinopsis peruviana</i> . A. Tallo verde, B. Corte transversal del tallo (9 costillas)	29
Figura 7. <i>Browningia hertlingiana</i> . A. Cactus de color azul verdoso, B. Flor, C. Fruto, D. Corte transversal del tallo (13 costillas).	30
Figura 8. <i>Oreocereus doelzianus</i> . A. Flor, B. Fruto, C. Corte transversal del tallo (7 costillas)	31
Figura 9. Abundancia de <i>Coryocactus ayacuchoensis</i> según rango de altura en el cerro San Cristóbal. Comunidad de Compañía, distrito de Pacaycasa. Ayacucho 2013.	35
Figura 10. Abundancia de <i>Coryocactus quadrangularis</i> según rango de altura en el cerro San Cristóbal, comunidad de Compañía, distrito de Pacaycasa. Ayacucho 2013.	36
Figura 11. Abundancia de <i>Browningia hertlingiana</i> según rango de altura en el cerro San Cristóbal, comunidad de Compañía, distrito de Pacaycasa. Ayacucho 2013.	37
Figura 12. Abundancia de <i>Echinopsis peruviana</i> según rango de altura en el cerro San Cristóbal, comunidad de Compañía, distrito de Pacaycasa. Ayacucho 2013.	38
Figura 13. Abundancia de <i>Oreocereus doelzianus</i> según rango de altura en el cerro San Cristóbal, comunidad de Compañía, distrito de Pacaycasa. Ayacucho 2013.	39

ÍNDICE DE ANEXOS

	Página
Anexo 1. Cálculo del número de muestras	55
Anexo 2. Lado este del cerro San Cristóbal en la Comunidad de Compañía, Distrito Pacaycasa. Ayacucho 2013.	57
Anexo 3. Mapa de la ubicación de las parcelas de muestreo en el cerro San Cristóbal, comunidad de Compañía, distrito de Pacaycasa. Ayacucho, 2013.	58
Anexo 4. Coordenadas UTM y altitud de las parcelas de muestreo en el cerro San Cristóbal, comunidad de Compañía, distrito de Pacaycasa. Ayacucho, 2013.	59
Anexo 5. Número de individuos de las especies endémicas de la Familia Cactaceae por Estrato altitudinal y por parcela, en el cerro San Cristóbal, comunidad de Compañía, distrito de Pacaycasa. Ayacucho 2013.	60
Anexo 6. Abundancia de las especies endémicas de la Familia Cactaceae en el cerro San Cristóbal, comunidad de Compañía, distrito de Pacaycasa. Ayacucho 2013.	61
Anexo 7. Abundancia de las especies endémicas de la Familia Cactaceae en diferentes estratos altitudinales del cerro San Cristóbal, comunidad de Compañía, distrito de Pacaycasa. Ayacucho 2013.	62
Anexo 8. Abundancia de especies en el Estrato bajo del cerro San Cristóbal, comunidad de Compañía, distrito de Pacaycasa. Ayacucho 2013.	63
Anexo 9. Abundancia de especies en el Estrato medio del cerro San Cristóbal, comunidad de Compañía, distrito de Pacaycasa. Ayacucho 2013	64
Anexo 10. Abundancia de especies en el Estrato alto del cerro San Cristóbal, comunidad de Compañía, distrito de Pacaycasa. Ayacucho 2013.	65
Anexo 11. Índices de diversidad de cactáceas endémicas por parcelas en el cerro San Cristóbal, comunidad de Compañía, distrito de Pacaycasa. Ayacucho 2013.	66

Anexo 12.	Recolección de datos en el cerro San Cristóbal, comunidad de Compañía, distrito de Pacaycasa. Ayacucho, 2013. A. Establecimiento del cuadrante (50mx50m), B. Midiendo altura de <i>B. hertingliana</i>	67
Anexo 13.	Mortalidad de cactus en el cerro San Cristóbal, comunidad de Compañía, distrito de Pacaycasa. Ayacucho, 2013. A. <i>B. hertingliana</i> seca, B. Individuo de <i>B. hertingliana</i> talado. C. Daño de cactus por causas antrópicas.	68
Anexo 14.	Especie de "caracol" y "tillansia" viviendo en asociación con el cactus, Cerro San Cristóbal, comunidad de Compañía, distrito de Pacaycasa. Ayacucho, 2013.	69
Anexo 15.	Izquierda, especie de <i>B. hertingliana</i> , derecha, especie de <i>E. peruviana</i> con fruto, cerro San Cristóbal, comunidad de Compañía, distrito de Pacaycasa. Ayacucho, 2013.	70
Anexo 16.	Especies endémicas de cactus, cerro San Cristóbal, comunidad de Compañía, distrito de Pacaycasa. Ayacucho, 2013. A. Fruto de la especie de <i>C. ayacuchoensis</i> , B. Cobertura de <i>O. doelziniaus</i> , C. Cobertura de la especie <i>C. quadrangularis</i> .	71
Anexo 17.	Trabajo en campo realizado con el asesor, Dr. Jesús De La Cruz, cerro San Cristóbal, comunidad de Compañía, distrito de Pacaycasa. Ayacucho 2013.	72
Anexo 18.	Matriz de consistencia	73

RESUMEN

Se realizó un estudio de identificación, caracterización morfológica y poblacional de las cactáceas endémicas en el cerro San Cristóbal del distrito de Pacaycasa, Huamanga, Ayacucho. Ubicado entre las coordenadas UTM 0 580 831 m E y 8 555 278 m N, zona 18 L y altitudes de 2 415 a 2 750 msnm, durante los meses de enero a setiembre del año 2013. Siendo el objetivo principal, identificar especies endémicas de la Familia Cactaceae y determinar sus características morfológicas y poblacionales. Se utilizó el método de muestreo aleatorio-estratificado considerando tres estratos altitudinales: Estrato bajo (< 2 500 msnm), medio (2 500 a 2 600 msnm) y alto (> 2 600 msnm). Las unidades muestrales fueron 24 parcelas de 50 x 50 m, donde se identificaron las especies usando claves taxonómicas, mientras para la evaluación de las características poblacionales se utilizaron el Software R Versión 3.0.0 y Microsoft Excel 2013. Se determinó 5 especies endémicas: *Browningia hertlingiana*, *Echinopsis peruviana*, *Coryocactus quadrangularis*, *Coryocactus ayacuchoensis* y *Oreocereus doelzianus*, de las cuales cuatro especies presentan densidades bajas, *O. doelzianus*, *C. ayacuchoensis*, *E. peruviana* y *C. quadrangularis* con 16, 14, 9 y 8 plantas/ha, mientras que *B. hertlingiana* tiene la población más densa con 134 plantas/ha. En relación a la distribución espacial, las especies presentan un patrón de distribución amontonada, lo cual se demuestra con la relación varianza/media (S^2/\bar{x}) que fue mayor a uno, en este caso 8,29 para *C. ayacuchoensis*, 2,40 *C. quadrangularis*, 1,24 *E. peruviana*, 50,06 *B. hertlingiana* y 7,65 para *O. doelzianus*. Con respecto a la estructura poblacional, las cactáceas endémicas en el cerro San Cristóbal presentan una regeneración natural, sin embargo, están sujetas a amenazas por la perturbación natural y antropogénica.

Palabras clave: Cactáceas, endémicas, flora, vegetación, Ayacucho.

I. INTRODUCCIÓN

Arias y Veliz¹ mencionan que la Familia Cactaceae comprende cerca de 125 géneros y 1 800 especies. Es nativa del continente americano, con la excepción de una especie, *Rhipsalis* que actualmente habita en algunas regiones tropicales de África a Sri Lanka.

Arakaki *et al*² señalan que estas plantas se hallan distribuidas en casi todos los ecosistemas, desde los desiertos costeros, vertiente occidental, puna, valles interandinos y llegando exitosamente al bosque tropical amazónico. En el Perú ésta Familia es reconocida por su diversidad específica, alberga 43 géneros, 250 especies, mayormente cactus columnar, y 6 géneros de especies endémicas Ostolaza³ en su libro las distingue de los demás grupos de plantas por ciertas características anatómicas y fisiológicas, tales como su estructura suculenta, tallo verde fotosintético, modificación de yemas hasta la transformación en areolas, además de tener espinación diversa y un metabolismo de tipo ácido crasuláceo (CAM), debido a que por la noche abren sus estomas, captan el CO₂, (la pérdida de O₂ es mucho menor) y éste se almacena asociado al ácido cítrico y ácido málico y de día con los estomas cerrados, liberan el CO₂ y realizan la síntesis de carbohidratos con ahorro de agua y salida de O₂.

Galán *et al*⁴ en una investigación determinaron que los cactus interaccionan con diversos organismos en el ecosistema, desarrollan estrechas relaciones con otras especies vegetales denominadas "plantas nodrizas" que ofrecen las condiciones de humedad y temperatura para el establecimiento de nuevas plántulas y algunas veces crean las condiciones necesarias para el establecimiento de otros cactus. Los tallos, son la única fuente de fibra y agua para los animales silvestres en los ecosistemas desérticos, son fuente de refugio, nidaje para aves, visita de murciélagos, así también de insectos, por sus flores y frutos. Los cactus han cautivado desde hace mucho tiempo a las personas, en la actualidad son

importantes en el comercio de plantas ornamentales, sobre todo en Europa, Asia y Norteamérica, mientras que aún son poco apreciadas en los países latinoamericanos.¹

Como dice Young⁵ las especies endémicas tienen una distribución que se limita a un área geográfica particular, y son importantes debido a su gran valor biológico; puesto que contribuyen en la biodiversidad de su ecosistema. Estas especies endémicas en términos de conservación son muy importantes pues cualquier alteración en su hábitat podría ser causa de su desaparición o extinción.

Ramos⁶ menciona que este grupo de plantas poseen características biológicas y ecológicas particulares que las hacen vulnerables a diversos factores de perturbación, ya sean humanos o naturales. Debido a su lento crecimiento y ciclo de vida largo, muchas de ellas se encuentran en alguna categoría de riesgo por causa de altos niveles de endemismos.

Poco se conoce acerca de la biología (ecología y demografía) de muchas especies de cactáceas, por lo que resulta indispensable conocer algunas de sus características para posteriormente realizar trabajos que den propuestas para su conservación.

El presente trabajo se desarrolló teniendo en cuenta los siguientes objetivos:

Objetivo general:

Identificar especies endémicas de la Familia Cactaceae en el cerro San Cristóbal, comunidad de Compañía, distrito Pacaycasa, provincia de Huamanga. Ayacucho y determinar las características morfológicas y poblacionales.

Objetivos específicos:

- a) **Identificar especies endémicas de la Familia Cactaceae.**
- b) Realizar la caracterización botánica de las especies.
- c) **Determinar las características poblacionales (densidad, estructura, distribución) de los cactus endémicos.**

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. A nivel internacional

Rauh⁷ realizó expediciones botánicas en Sudamérica, llegando al Perú donde recolectó gran cantidad de material vegetal, en la que descubrió y describió muchas nuevas especies de plantas, entre ellas la Familia Cactaceae, donde algunos géneros llevan su nombre, como el género *Rauhocereus*.

Hernández y Godínez⁸ mencionan que México es el más importante lugar de concentración de cactáceas, con un alto índice de endemismo a nivel genérico (73 %) y específico (78 %). La mayor parte de las especies habitan en las regiones áridas y semiáridas de este país, particularmente en la porción sureste del Desierto Chihuahuense. Muchas de ellas están sujetas a presiones de colecta y a la destrucción de su hábitat, por lo general tiene una habilidad limitada para restablecerse demográficamente después de una perturbación.

Anderson⁹ describe 125 géneros y más de 1 800 especies de cactus distribuidas naturalmente en el mundo, además de la morfología, estructura, la conservación y la forma de cultivo de los cactus, entre ellas se encuentran los cactus del Perú.¹ En Guatemala el monte espinoso es una de las regiones más densas, diversas y con alto endemismo de cactáceas columnares y arborescentes. El Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SIGAP) y áreas de interconexión (Corredor Biológico Mesoamericano) de Guatemala pueden ser una buena estrategia en la conservación de los ecosistemas. Finalmente se remarca que las cactáceas representan un recurso económico real: primero, sus frutos comestibles son aprovechados con baja intensidad, como *Hylocereus undatus*, *Stenocereus pruinosus* y *Opuntia ficus-indica*; el uso limitado de los cladodios juveniles (nopalitos) como alimento, pero con más frecuencia como medicinal para curar la gastritis.¹

2.1.2. A nivel nacional

Los trabajos que se han realizado en relación a las cactáceas son poco conocidas y la bibliografía es muy poca. A través de los años las investigaciones en este tema han ido aumentando, actualmente en el Perú existe la Sociedad Peruana de Cactus y Suculentas (SPECS) creada en el año 1987, con el fin del estudio y la conservación de los cactus y suculentas a nivel del Perú. La SPECS edita una revista anualmente denominada "QUEPO" (nombre en quechua del gloquidio) donde se trata temas de taxonomía, cultivo, investigación, arte, filatelia e incluso poesía y etnobotánica en relación con los cactus y suculentas del Perú.¹⁰ En la revista se encuentran diversos trabajos de investigación de diferentes departamentos del Perú como: Arakaki M. *et al* en su trabajo "Cactáceas Endémicas del Perú", reconocen que de los 199 endemismos agrupados en 32 géneros, 6 géneros (*Calymanthium*, *Lasiocereus*, *Matucana*, *Mila*, *Oroya* y *Pygmaeocereus*) son endémicos del Perú. La mayoría de los taxones endémicos ocupan las regiones Matorral Desértico y Mesoandina, desde el nivel del mar hasta los 4 000 m de altitud.¹²

2.1.3. A nivel Regional

Magallanes^{11,12} estudió a los cactus entre los 2 500 a 3 800 msnm, encontró mayor abundancia en la zona de vida estepa espinosa – Montano Baio Subtropical ee-MBS de los distritos de Ayacucho, Pacaycasa y San Juan Bautista. De acuerdo a la Organización Internacional de Suculentas se tiene el 30% de los géneros de la Familia Cactaceae (31 géneros de 104) y alrededor de 280 especies de cactus en el Perú donde la provincia de Huamanga tiene 10 géneros y 20 especies nativas. Los cactus se ubican en las formaciones de montañas rocosas, que configuran muchas veces sabanas con "molle" "cahuva" y cactus.

Barrientos¹³ determinó que el bosque de "Chachacomo" florísticamente está compuesto por 36 Familias de angiospermas, que incluye un total de 82 géneros y 98 especies. Además el bosque presenta una alta biodiversidad, a nivel de los tres estratos altitudinales (Estrato Bajo, Medio y Alto) según el índice de Margalef (8,72; 8,26 y 6,05 respectivamente). De acuerdo al Índice de Valor de Importancia, *Escallonia resinosa*, es la especie más representativa a nivel de los tres estratos altitudinales. Según el análisis de la estructura poblacional en base a la altura total de *Escallonia resinosa* se observa la poca presencia de reclutas de esta especie, lo que nos muestra poca regeneración del bosque y la tendencia al declive.

De La Cruz y Aucasime¹⁴ identificaron 16 especies de cactáceas, 6 endémicas *Browningia hertlingiana*, *Echinopsis peruviana*, *Oroya peruviana*, *Corryocactus quadrangularis*, *Corryocactus ayacuchoensis* y *Oreocereus doelzianus*. Según el estado de conservación *Corryocactus quadrangularis* y *Corryocactus ayacuchoensis* está considerado en peligro (EN), *Echinopsis peruviana* en estado vulnerable (VU), mientras *Browningia hertlingiana* y *Oroya peruviana* casi amenazado (NT), las demás no evaluado (NE).

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Cactáceas

Las cactáceas comúnmente son conocidas como "cactus", se encuentran en la Familia Cactaceae, constituyen un interesante grupo vegetal con grandes especializaciones morfológicas y fisiológicas principalmente respecto al balance hídrico y al metabolismo del carbono, gracias a estas características y a otras más, han llegado a ser típicas y representativas de variados ambiente ecológicos del continente Americano, de donde son endémicas (a excepción del genero *Rhipsalis*).¹⁵

Las cactáceas forman uno de los grupos más diversificados entre las Magnoliophyta, o plantas con flores, que existen en América.¹

Las plantas que viven silvestres en zonas áridas y desérticas, se encuentran adaptadas para soportar condiciones de sequedad y altas temperaturas, se llaman plantas xerofíticas. Estas plantas, tienen diversos mecanismos para adaptarse al medio en que se desarrollan, entre ellos, tienen tejidos suculentos. La plantas suculentas o crasas tienen tejido caroso, especializados en guardar agua (tallos, hojas, raíces) que les permite sobrevivir en ambientes relativamente secos y áridos.¹⁵⁻¹⁷

En el Perú, la Familia Cactaceae es reconocida por presentar 43 géneros y alrededor de 250 especies, mayormente cactus arbustivo- columnares.²

2.2.2. Distribución geográfica de las cactáceas

Los cactus se encuentran en América, desde Canadá hasta la Patagonia Argentina. Dentro de este vasto territorio continental e insular existe una gran variedad de climas, temperaturas y altitudes a las cuales los cactus se han adaptado en millones de años para sobrevivir y eso explica las muchas formas, tamaños y texturas que presentan los cactus.¹⁸

La Familia comprende cerca de 125 géneros y 1 800 especies. Es nativa del continente americano, con la excepción de una especie de *Rhipsalis* que actualmente habita en algunas regiones tropicales de África a Sri Lanka. Los centros de diversidad de cactáceas en América se encuentran en las regiones climáticas de los 35° N y 35° S. Las zonas áridas del norte de México albergan un notable número de especies de los géneros *Echinocereus*, *Ferocactus*, *Mammillaria*, *Opuntia*, mientras que en las zonas cálido-secas se encuentran géneros como *Pachycereus*, *Pilosocereus* o *Stenocereus*. En Sudamérica la región central de los Andes, entre Bolivia, Perú y norte de Argentina, se encuentra otro centro importante de diversidad de especies, como *Gymnocalycium*, *Echinopsis*, *Parodia*, y *Rebutia*. El noreste de Brasil cuenta también con un relevante número de especies de géneros como *Pereskia*, *Tacinga* y *Facheiroa*.¹

2.2.3. Morfología de las cactáceas

Las cactáceas estructuralmente son semejantes a las demás dicotiledóneas, presentan hábitos y estructuras anatómicas de adaptación altamente especializadas que le imparten una fisonomía particular.

a) La raíz

La raíz de las cactáceas es semejante a la de otras dicotiledóneas, procede de la radícula del embrión.

En las zonas áridas, las lluvias aunque torrenciales son de corta duración, y la sequedad, así como lo elevado de la temperatura hace que la escasa agua que persiste en el suelo después de los escurrimientos, se evapore o se filtre rápidamente a las capas profundas. El sistema de absorción tiene entonces que adaptarse para captar el agua con rapidez, caracterizándose tanto por su extraordinaria ramificación horizontal a la profundidad mínima de 1,5 a 3 cm bajo la superficie del suelo. En la época de lluvia se forma en la extremidad de estas raíces secundarias, el verdadero sistema de absorción, el cual consiste en numerosas raicillas blancas provistas de pelos absorbentes, que son caducas, pues su vida se limita a la temporada de lluvia, marchitándose después. La absorción, por tanto, se efectúa solamente durante una época del año muy restringida.¹⁶

b) Las hojas

La mayoría de cactus carece de hojas o son sólo un rezago anatómico, en la subfamilia *Pereskioideae*, tienen y son normales, con nervaduras, no suculentas

y abundantes, aunque caducas, es decir que las pierden durante cierta época del año. En la subfamilia *Opuntioideae* las hojas están modificadas, son algo suculentas, sin nervaduras y variables en forma y tamaño.^{15,18}

c) El tallo

El tallo es suculento, globoso o cilíndrico. De la subfamilia *Cactoideae* como no tienen hojas, permanecen verdes por años y algunos toda la vida, ya que deben encargarse de la fotosíntesis, función que normalmente realizan las hojas en las otras familias de plantas. En algunos cactus epífitos (*Epiphyllum*, *Rhipsalis* y *Pseudorhipsalis*) los tallos son aplanados y tienen forma de hoja.^{15,18}

d) Las costillas

Las costillas son unas aristas que sobresalen en los tallos y que son muy importantes porque les permiten absorber gran cantidad de agua en época de lluvias y aumentar su volumen sin que la epidermis se dañe. Igualmente los tallos pueden contraerse al aprovechar el agua en época de sequía, sin daño epidérmico. Las costillas sólo están presentes en la subfamilia *Cactoideae* y excepcionalmente en la especie *Grusonia bradtiana*, dentro de la *Opuntioideae*. En la parte más prominente de las costillas se encuentran generalmente las areolas. Las costillas proviene de los poderíos de la yema apical de la plántula que se ordenan en series ortosticas verticales. El número de costillas es variable desde 2 (*Epiphyllum*) hasta unas 100 (*Echinofossulocactus multicosatus*). Por lo general, salvo en las plantas de pocas costillas, el número de ellas va aumentando con la edad, por lo que el tallo, en su ápice, presenta un mayor número de costillas que en su base.^{15-16,18}

e) Las areolas

Son estructuras afelpadas, exclusivas de las cactáceas, se les considera como yemas homólogas a las yemas axilares de las otras dicotiledóneas. Las areolas forman hojas reducidas, flores, nuevos tallos, y además espinas, gloquidios, cerdas y pelos, y a veces raíces adventicias.^{16,18}

f) Las espinas

Las espinas nacen de las areolas, se forman a expensas de los tejidos meristemáticos de éstas, su crecimiento se debe a un meristemo que existe en su base, y su endurecimiento a un proceso de lignificación.

Estos órganos son muy variables en tamaño (de más de 20 cm), 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 (*Espositoa*, *Oreocereus*).

Algunos pocos cactus no desarrollan espinas (*Lophophora*, *Cintia* y algunos cactus epifitos). Se considera que las espinas son hojas modificadas.

Las funciones de las espinas son variadas y muy importantes: Protegen los tallos suculentos de ser comidos por los herbívoros, dan sombra a los tallos y reflejan la luz solar, crean un microclima alrededor de los tallos para combatir el excesivo calor.^{16,18}

g) Los 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*, debido a que un extremo de sus células están separadas, por eso vistas a gran aumento se ven como anzuelos o arpones. También se llaman espinas barbadas. Los nombres comunes para los gloquidios son varios: quepos, aguates, quiscas, puquios, penepes, etc.¹⁸

h) Los tricomas

Los pelos o tricomas están formados por una sola hilera de células alargadas que van muriendo, excepto la célula basal. En cambio las espinas están formadas por un conjunto compacto de hileras de células alargadas cubiertas de lignina que las endurece. Se encuentran en mayor o menor proporción en las areolas y en el punto de crecimiento apical (meristemo) de los cactus. Son de color blanco o marrones y cambian a gris con el tiempo. A su conjunto se llama pubescencia.^{16,18}

i) La flor

El desarrollo de la flor se inicia por la yema axial que está protegida por escamas dispuestas en espiral y que se produce en el ápice de los tallos o lateralmente. La característica más fundamental de una flor de cactus es su ovario inferior, lo que significa que el ovario produce por debajo de las piezas del perianto y del estambre, sólo unos pocos (*Pereskia spp.*) tienen ovarios superiores.¹⁹

Las flores de los cactus son efímeras, es decir 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. Las flores son *hermafroditas*, son vistosas y coloridas para atraer a los polinizadores diurnos ("*abejas*" y "*picaflores*") o grandes, blancas y fragantes para atraer a los polinizadores nocturnos ("*murciélagos*", "*mariposas nocturnas*" o "*polillas*").¹⁹

Las flores por lo general son solitarias, actinomorfas y bisexuales.⁴

j) El fruto

El fruto presenta forma globosa, esférica o de clava. Puede presentar diversos colores como púrpura y escarlata. Los hay lisos o con brácteas escamosas y glabras (sin pelos), con areolas provistas de gloquideos, de pelos, además de poseer una sustancia mucilaginoso que hacen que se pegue a las aves.

Generalmente el fruto es baya jugosa o carnosa, dehiscente o compuesta del endocarpio y el mesocarpio (pulpa) y el pericarpio. El fruto posee numerosas semillas discoides, subglobosas piriformes o reniformes, de tan rápida germinación que a veces lo hacen en el interior de cada fruto.^{16,18-19}

k) La semilla

Las semillas tienen dos cubiertas protectoras. Presenta variaciones en la forma, tamaño, estructura y color de la testa, en las características del embrión, y de los tejidos almacenadores de sustancias nutritivas. En las cactáceas el primordio es grande y ocupa toda la cavidad de la semilla.¹⁶

2.2.4. Sistemática de las cactáceas

Según el sistema de clasificación de Engler A. la sistemática de las cactáceas es de la siguiente manera.

Tabla 1. Sistemática de cactáceas

Categoría	Descripción
Reino	Plantae
División	Antophyta
Clase	Dicotiledoneae
Orden	Cactales
Familia	Cactaceae

Fuente: Ostolaza.³

Engler creó este Orden sólo para los cactus porque los encontró tan diferentes al resto de familias de plantas. Schumann K. divide a la Familia en tres subfamilias: *Pereskioideae* Schumann, *Opuntioideae* Schumann y *Cactoideae* Buxbaum.³

Subfamilia *Pereskioideae* Schumann

- *Pereskia* Miller, 1754.

Subfamilia *Opuntioideae* Schumann

- *Austrocylindropuntia* Backeberg, 1938.
- *Brasiliopuntia* (K. Schumann) Berger, 1926.
- *Cumulopuntia* F. Ritter, 1980.
- *Opuntia* P. Miller, 1754.
- *Tunilla* Hunt & Iliff, 2000.

Subfamilia *Cactoideae* Buxbaum

- Tribu *Hylocereeae* Buxbaum 1958
- Tribu *Cereeae* Buxbaum 1958
- Tribu *Trichocereae* Buxbaum 1958
- Tribu *Notocacteeae* Buxbaum 1958
- Tribu *Rhipsalideae* De Candolle 1828
- Tribu *Browningieae* Buxbaum 1966

2.2.5. Especie endémica

Una especie endémica es la que se limita a un área geográfica particular. El área geográfica puede definirse por los límites políticos, tales como países o departamentos o por límites ecológicos tales como una especie endémica a los bosques de *Polylepis*. Los aspectos geográficos también pueden servir como puntos de referencia, así una especie puede ser endémica en América del Sur o en la Isla Isabella, en las Islas Galápagos.⁵

Área de endemismo, es aquella área relativamente pequeña, que presentan un número significativo de especies que no están presentes en ninguna otra área. O es una región biogeográfica ocupada por un grupo de organismos monofiléticos o por una especie.²⁰

Endémico, atribuido a una especie que se considera oriunda del país en que vive. Es sinónimo de autóctono e indígena. Es propio exclusivamente de un determinado país, de una cordillera, una isla, etc.²¹

2.2.6. Especies endémicas para la conservación

Los conservacionistas utilizan datos de la geografía de la biodiversidad para establecer prioridades y localizar áreas protegidas. Los datos acerca de las especies endémicas y en peligro son una contribución clave para estos análisis. Por definición, las especies en peligro de extinción exigen acciones concretas o desaparecerán para siempre. Las especies endémicas también requieren atención debido a sus distribuciones frecuentemente limitadas y a que en

consecuencia, pueden estar en riesgo de extinción. Si sus necesidades de hábitat no son satisfechas en las regiones en las que se localizan, irán disminuyendo y luego desaparecerán. Para ayudar a prevenir la pérdida de la biodiversidad, **debemos proteger el hábitat de las especies en peligro como de las endémicas.**⁵

Al reconocer la importancia del endemismo para la conservación, un número de conservacionistas ha analizado la distribución de especies endémicas para proporcionar lineamientos acerca de los lugares donde una pequeña inversión en conservación puede llevar a grandes resultados, en términos de cantidad de especies salvadas de la extinción.⁵

De acuerdo a la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), el alto número de endemismos en la Familia Cactaceae se debe a la presión que **sufren sus poblaciones por colecta ilegal de ejemplares y la rápida transformación o destrucción de los hábitats en que viven**, ha llevado a que esta sea una de las familias de plantas superiores con especies vulnerables y en peligro de extinción.⁸

Otro aspecto importante de la biología de las cactáceas que puede afectar su **abundancia y distribución concierne a sus características reproductivas**. Se sabe, por ejemplo, que algunas especies raras de cactáceas (como *Stenocereus eruca*) producen anualmente una baja cantidad de flores y frutos; asimismo, algunas especies de cactáceas columnares de la región de Tehuacan Cuicatlan (como *Neobuxbaumia tetetzo*) en México pasan por años en los que prácticamente no producen estructuras reproductivas.²²

2.2.7. Especies endémicas de cactáceas en el Departamento de Ayacucho

Las especies endémicas presentes en la región de Ayacucho son:²

Tabla 2. Cactáceas endémicas del Perú presentes en la región Ayacucho.

Especie	Categoría (UICN)	Registro departamental	Altitud (msnm)	Observación
<i>Browningia columnaris</i> F. Ritter	LC	Ayacucho	1500 - 2500.	Cactus columnar conocido de una localidad en la vertiente del Pacífico del Departamento de Ayacucho.
<i>Browningia hertlingiana</i> (Rauh) Buxb.	LC	Apurímac, Ayacucho, Huancavelica	1900 - 3000.	Cactus arbóreo ha sido encontrado en bosques secos interandinos del centro del país.

<i>Browningia viridis</i> (Rauh & Backeb.) Buxb.	NT	Apurímac, Ayacucho, Arequipa	1500 - 3000.	Cactus arbóreo, como candelabro, hasta 10 m. Parece estar cercanamente relacionada a <i>Browningia hertlingiana</i> (Anderson, 2001).
<i>Cleistocactus morawetzianus</i> Backeb.		Ayacucho, Huancavelica	2000 - 2500.	Cactus arbustivo conocido del centro-sur del país. No ha sido posible evaluarlo, ni asignarle una categoría.
<i>Cleistocactus pungens</i> F. Ritter	VU	Apurímac, Ayacucho	1500 - 2000.	No se han registrado colecciones desde el año 1957 y es posible que sus poblaciones se encuentren amenazadas
<i>Cleistocactus sextonianus</i> (Backeb.) D.R. Hunt	LC	Ayacucho, Arequipa, Ica	0 -1500.	Cactus postrado conocido de varias localidades en el centro y sur occidente del país.
<i>Coryocactus ayacuchoensis</i> Rauh & Backeb		Ayacucho,	2500 - 3000.	Aceptada provisionalmente por Hunt (1999), pero considerada como sinónimo de <i>Coryocactus brevistylus</i> por Anderson (2001). No ha sido posible evaluarla, ni asignarle una categoría.
<i>Coryocactus brevistylus</i> (K. Schum) Britton & Rose subsp. <i>puquiensis</i> (Rauh & Backeb.) Ostolaza	NE	Ayacucho, Arequipa	2500 - 3000.	Cactus arbustivo que es conocido de unas pocas poblaciones en el sur del país. Este taxón fue listado por Brako & Zarucchi (1993) en la sinonimia de <i>Coryocactus puquiensis</i> ; sin embargo, Hunt (1999) y Anderson (2001) aceptan su estatus subespecífico.
<i>Coryocactus gracilis</i> F. Ritter		Apurímac y Ayacucho	2000 - 2500.	Cactus trepador. No ha sido posible evaluarlo, ni asignarle una categoría.
<i>Coryocactus heteracanthus</i> Backeb.		Ayacucho	2000 - 2500.	Cactus trepador. No ha sido posible evaluarlo, ni asignarle una categoría.

<i>Coryocactus megarhizus</i> F. Ritter		Ayacucho	2000 - 2500.	Cactus postrado. No ha sido posible evaluarlo, ni asignarle una categoría.
<i>Coryocactus pyroporphyranthus</i> F. Ritter		Ayacucho	3000 - 3500.	Cactus semipostrado. No ha sido posible evaluarlo, ni asignarle una categoría.
<i>Coryocactus quadrangularis</i> (Rauh & Backeb.) F.		Ayacucho	3000 - 3500.	Cactus arbustivo postrado, a veces péndulo. No ha sido posible evaluarlo, ni asignarle una categoría.
<i>Cumulopuntia galerasensis</i> F. Ritter		Ayacucho	3000 - 3500.	Cactus que forma cojines densos. No ha sido posible evaluarlo, ni asignarle una categoría.
<i>Echinopsis knuthiana</i> (Backeb.) Friedrich & G.D. Rowley		Ayacucho	2500 - 3000.	Cactus arbustivo, de ramas cerca de la base, hasta 3 m de alto. No ha sido posible evaluarlo, ni asignarle una categoría.
<i>Echinopsis peruviana</i> (Britton & Rose) H. Friedrich & G. D. Rowley subsp. <i>Puquiensis</i> (Rauh & Backeb.) Ostolaza	NE	Ayacucho	3000 - 3500.	Cactus arbustivo conocido aparentemente de unas cinco colecciones. Su taxonomía es dudosa.
<i>Echinopsis tegeleriana</i> (Backeb.) D.R. Hunt		Ayacucho	3000- 4000.	Cactus arbustivo. No ha sido posible evaluarlo, ni asignarle una categoría.
<i>Haageocereus pseudomelanostele</i> (Werderm. & Backeb.) Backeb. subsp. <i>Turbidus</i> (Rauh & Backeb.) Ostolaza		Ayacucho e Ica	500 -2000.	Cactus arbustivo. No ha sido posible evaluarlo, ni asignarle una categoría.
<i>Loxanthocereus deserticola</i> F. Ritter		Ayacucho e Ica	1500 - 2000.	Ostolaza (1998b) y Hunt (1999) lo consideran, con duda, un sinónimo de <i>Cleistocactus clavispinus</i> , Hunt (1999).
<i>Matucana haynei</i> (Otto ex Salm-Dyck) Britton & Rose subsp. <i>hystrix</i>		Ayacucho y Arequipa	2000 - 3000.	Cactus globoso conocido del sur del país. No ha sido posible

Rauh & Backeb.) Mottram 1997 <i>Matucana hystrix</i> Rauh & Backeb.		Ayacucho	3000 - 4000.	evaluarlo, ni asignarle una categoría Cactus globoso a cilíndrico usualmente solitario. No ha sido posible evaluarlo, ni asignarle una categoría
<i>Neoraimondia arequipensis</i> Backeb. subsp. <i>roseiflora</i> (Werdermann & Backeb.) Ostolaza	LC	Ayacucho, Cajamarca, Huancavelica, Ica, La Libertad y Lima	500 -1500.	Cactus arbustivo conocido de varias localidades en valles interandinos.
<i>Opuntia zehnderi</i> (Rauh & Backeb.) G.D. Rowley		Ayacucho	3000 - 3500.	Cactus que forma cojines. No ha sido posible evaluarlo, ni asignarle una categoría.
<i>Oreocereus doezianus</i> (Backeb.) Borg		Ayacucho y Huancavelica	2500 - 3000.	Cactus ramificado desde la base. No ha sido posible evaluarlo, ni asignarle una categoría.
<i>Oreocereus ritleri</i> Cullman		Ayacucho	3000 - 4000.	Cactus arborescente. No ha sido posible evaluarlo, ni asignarle una categoría.
<i>Oroya peruviana</i> (K. Schum.) Britton & Rose	NT	Apurímac, Ayacucho, Cuzco, Huancavelica, Junín y Lima	3500 - 4200.	Cactus globoso, conocido de numerosas localidades en el centro del país. Esta especie habita pajonales y laderas rocosas, afectadas ya sea por pastoreo intensivo, incendios intencionales o actividades mineras.
<i>Weberbauerocereus cuzcoensis</i> Knize	LC	Apurímac, Ayacucho, Cuzco, Huancavelica	500 - 2000.	Cactus arborescente, muy ramificado, hasta aprox. 6 m de alto. Aceptada provisionalmente por Hunt (1999).
<i>Weberbauerocereus rauhii</i> Backeb.	VU	Arequipa, Ayacucho, Huancavelica, Ica.	500 - 2500.	Cactus arbustivo o arbóreo, con tronco corto. Especie cercanamente relacionada a <i>Weberbauerocereus weberbaueri</i> .

LC = PREOCUPACIÓN MENOR
NT= CASI AMENAZADO
NE= NO EVALUADO
VU= VULNERABLE

2.2.8. Parámetros demográficos

2.2.8.1. Densidad

La densidad es utilizada en la caracterización de la estructura de las comunidades, **dado que permite hacer comparaciones de cantidad de organismos en el espacio o en el tiempo.**

La densidad indica la importancia de cada especie en la comunidad bajo las condiciones ambientales prevalentes, y cambia sobre gradientes espaciales y temporales. **Gracias a las densidades, es factible la comparación de resultados sobre muestreos con esfuerzos diferentes, ya que aquellas pueden ser estandarizadas a una unidad común: individuos por metro, hectárea u otro.** Para el estudio de algunas comunidades, la unidad de muestreo está definida por el **instrumento de colecta o el muestreado tal como ocurre con dragas, botellas u otros,** pero en el estudio de otras comunidades vegetales, no se cuenta con un equipo de muestreo específico, por lo cual el investigador debe definir la medida o el área de muestreo. En estos casos el tamaño de las réplicas varía según la comunidad y el investigador, igualmente, debe constatar que las muestras sean representativas.²³

$$D = \frac{\text{Número de plantas de una especie}}{\text{Área total muestreada}}$$

2.2.8.2. Estructura Poblacional

Es una propiedad de las poblaciones, la cual es una descripción de cómo está compuesta la población. Es evidente que las poblaciones están formadas por individuos de diferentes tipos: de diferentes edades, distintos tamaños, diferentes colores y sexo. La estructura poblacional describe cuantas hay de cada tipo. En las poblaciones de plantas muchas veces es imposible conocer la estructura de edades, pues es difícil saber cuántos años tiene un arbusto o un árbol. En ciertos casos un árbol de 10 años de edad puede tener el mismo aspecto que uno de 30 años, pues las plantas en general muestran una gran plasticidad en su crecimiento, según las condiciones en las que se encuentren. Es más útil describir la estructura de una población de plantas en términos de su tamaño, y no de su edad.²⁴

2.2.8.3. Distribución espacial

La distribución o dispersión interna de la población se conocen también como dispersión de los organismos en el espacio y puede presentar patrones de **distribución vertical u horizontal**.

Pocas especies se catalogan como distribuidas **uniformemente** en el espacio; como las especies forestales o algunas plantas de desierto. En el caso de los **árboles**, el recurso ambiental que provoca la dispersión radica en la competencia **por el suministro de luz solar**, ya que para poder recibirla los árboles tienen a espaciarse en intervalos tan regulares. En el caso de las plantas del desierto, el factor que condiciona la dispersión o distribución es el suministro de agua.²⁴

La **distribución al azar** o fortuita aparece cuando no existe razones parciales o **factores ambientales limitantes que condicionen un cierto tipo de distribución**. Se presenta una uniformidad ambiental, no existe una interacción específica con otros individuos o poblaciones y hay una buena dispersión. Se dice que una planta "posee" este tipo de distribución cuando no presenta interacciones de otros organismos, dispone de luz, sus semillas se diseminan naturalmente por acción del viento y habita en un medio donde las condiciones de topografía, humedad, otras son regulares.

El tercer tipo de distribución es la **amontonada** o agregada, se presenta una **barrera natural o geográfica (océano, desierto o montaña)**. Es un tipo muy común de patrón de dispersión, debido a los siguientes factores: métodos de reproducción, conservación de condiciones fisiológicas (mantenimiento de humedad en los cuerpos, etc.).

Estos tres patrones de distribución también son el resultado de los tipos e interacciones entre los individuos de una población, de la estructura del ámbito físico o de una combinación de ambos factores. En una población, los individuos pueden atraerse, repelerse, o ignorarse entre ellos. La atracción mutua entre ellos crea la distribución de amontonada. La distribución de uniforme se produce cuando los individuos se evitan entre ellos. Las respuestas neutras contribuyen a la distribución al azar.²⁵

El tipo exacto de dispersión de las poblaciones difícilmente es observable a simple vista; para lograr determinarlo se recurre a pruebas estadísticas comunes. Uno de los métodos desarrollados para estimar la distribución espacial es el cálculo de la **división varianza/ media**.



Distribución al azar: Es aquella en la que los individuos de una población tienen la misma oportunidad de vivir en cualquier lugar dentro de una misma zona.

La varianza es igual a la media por lo que $S^2/\bar{x} = 1$, donde S^2 simboliza la varianza y \bar{x} la media o promedio de los valores que muestra la población.²³⁻²⁵

Distribución uniforme: Es aquella en la que los individuos se encuentran uniformemente espaciados. La división S^2/\bar{x} es menor que 1, por lo que la varianza es menor que la media.²³⁻²⁵

Distribución amontonada o agregada: Los individuos tienen mucha probabilidad de encontrarse en unas zonas que en otras. La S^2/\bar{x} la razón es mayor que 1, debido a que la varianza es mayor que la media.²³⁻²⁵

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación de la zona de estudio

3.1.1. Ubicación geográfica

El distrito de Pacaycasa de la provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho está ubicada:²⁶

Longitud Sur	:	13°03'12"
Longitud Oeste	:	74°12'48"
Altitud	:	2535 m.s.n.m.

3.1.2. Ubicación política

Los límites territoriales del distrito de Pacaycasa son:

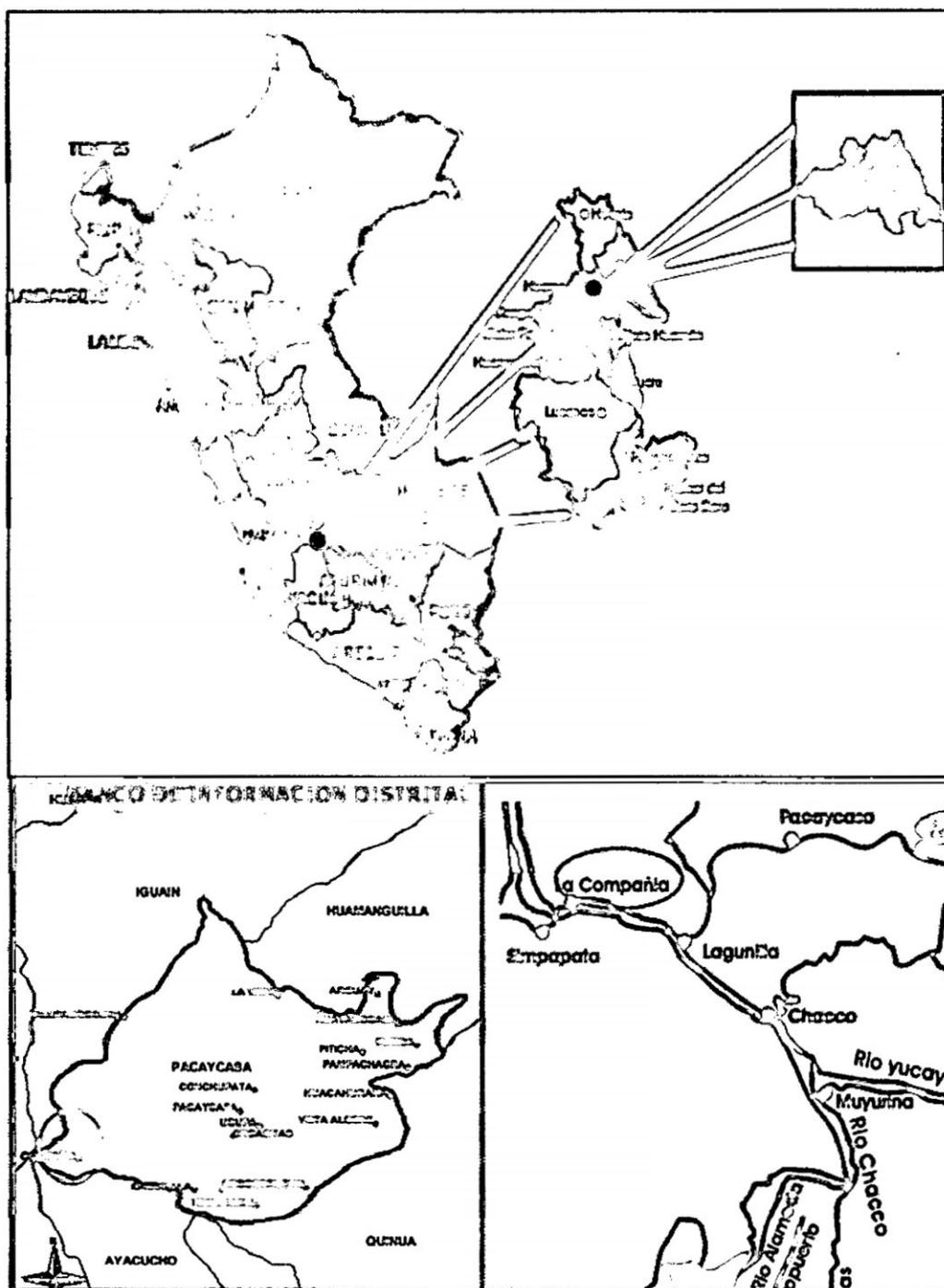
Norte : distrito Huamanguilla e Iguain.

Sur : distrito Quinua y Jesús Nazareno.

Este : parte del distrito de Quinua y Huamanguilla.

Oeste : distrito de Tícllas.

El distrito de Pacaycasa se ubica al noreste del distrito de Ayacucho, en un valle **inter andino asentado sobre un terreno de topografía pendiente, de formación aluvial con una base firme de material compacto**, su clima es cálido - templado, su temperatura mínima llega a los 12°C en los meses de mayo-junio-julio; las temperaturas mayores llegan hasta 30°C de día en los meses de agosto-setiembre-octubre. Las precipitaciones se presentan en los meses de noviembre-diciembre-enero-marzo, incluido en el mes de abril en muchos casos, siendo los meses de secano mayo a octubre. ²⁶



Fuente: Plan estratégico distrital de Pacaycasa. 26,27

Figura 1. Ubicación política de la comunidad de Compañía, distrito Pacaycasa, Ayacucho 2013.

El trabajo se realizó en el cerro San Cristóbal (141,27 ha) de la comunidad de Compañía (distrito de Pacaycasa) ubicado en las coordenadas UTM (Universal Transversal Mercator): 0 580 831 m E y 8 555 278 m N, en la zona 18 L a una

altitud de 2 453 msnm. De acuerdo al Mapa ecológico del Perú, el área de estudio presenta las siguientes zonas de vida: bosque seco- Montano Bajo Subtropical (bs-MBS) y estepa espinosa-Montano Bajo Subtropical (ee-MBS), debido a que la **biotemperatura media anual mínima es de 12°C y la máxima es de 17°C** y el volumen de precipitación anual se encuentra entre los 250 y 1000 mm..²⁸

Compañía forma parte del valle del río Pongora, presenta pendientes de leves a moderadas, valles interandinos sobre un terreno de formación aluvial con una **base firme de material compacto, sublime en belleza paisajística**. El sistema agrícola está integrado por los cultivos y la ganadería (vacuno y equino). A lo largo del valle es evidente la extracción de agregados de arena para la industria de construcción. Las tierras agrícolas generalmente son delgadas y expuestas a procesos de erosión. El suelo posee bastante materia orgánica, y se puede encontrar hasta suelos calcáreos muy pobres con poca presencia de materia orgánica.²⁷

3.2. Diseño metodológico para recolección de datos

3.2.1. Población y muestra

Población: La población en estudio constituye las plantas de la Familia Cactaceae del cerro San Cristóbal, comunidad de Compañía, distrito de Pacaycasa.

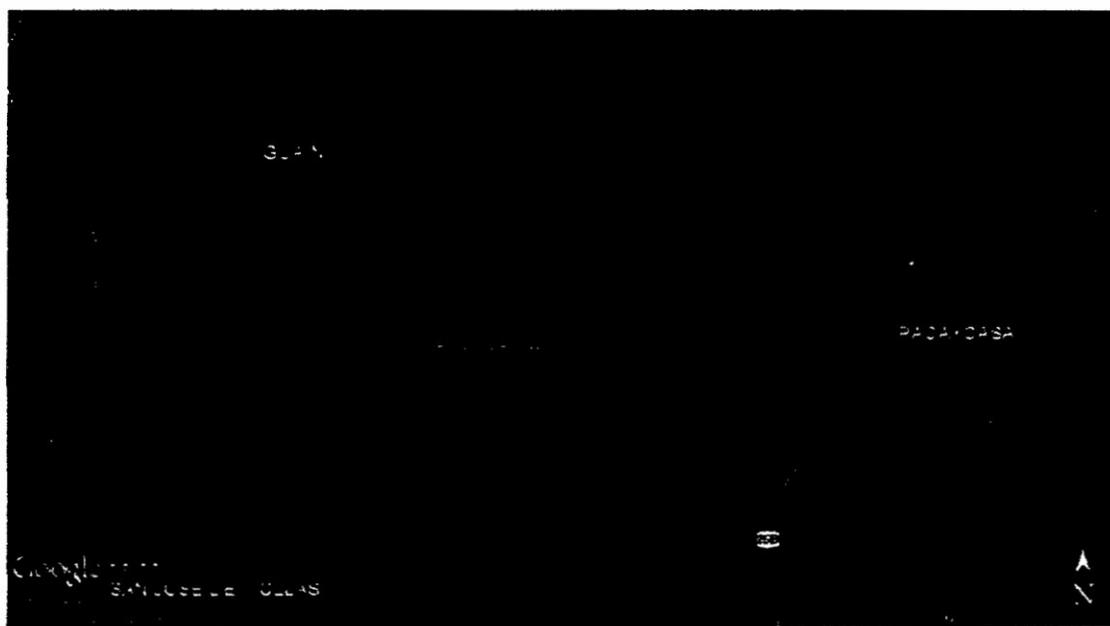


Figura 2. Vista satelital del cerro San Cristóbal, comunidad de Compañía, distrito Pacaycasa. Ayacucho 2013.

Muestra: Especies endémicas de la Familia Cactaceae en el cerro San Cristóbal, comunidad de Compañía, distrito de Pacaycasa.

Se realizaron 8 salidas de campo durante los meses de enero a setiembre del año 2013 (época lluviosa y parte de la época de secano).

3.2.2. Diseño de muestreo

Muestreo: El muestreo fue aleatorio – estratificado.²⁹

Se zonificó el cerro en tres estratos altitudinales¹³ tal como sigue:

Tabla 3. Estratificación del cerro San Cristóbal según altitud (msnm)

Nombre	Simbología	Rango altitudinal (msnm)
Estrato Bajo	EB	< 2500
Estrato Medio	EM	2500 - 2600
Estrato Alto	EA	> 2600

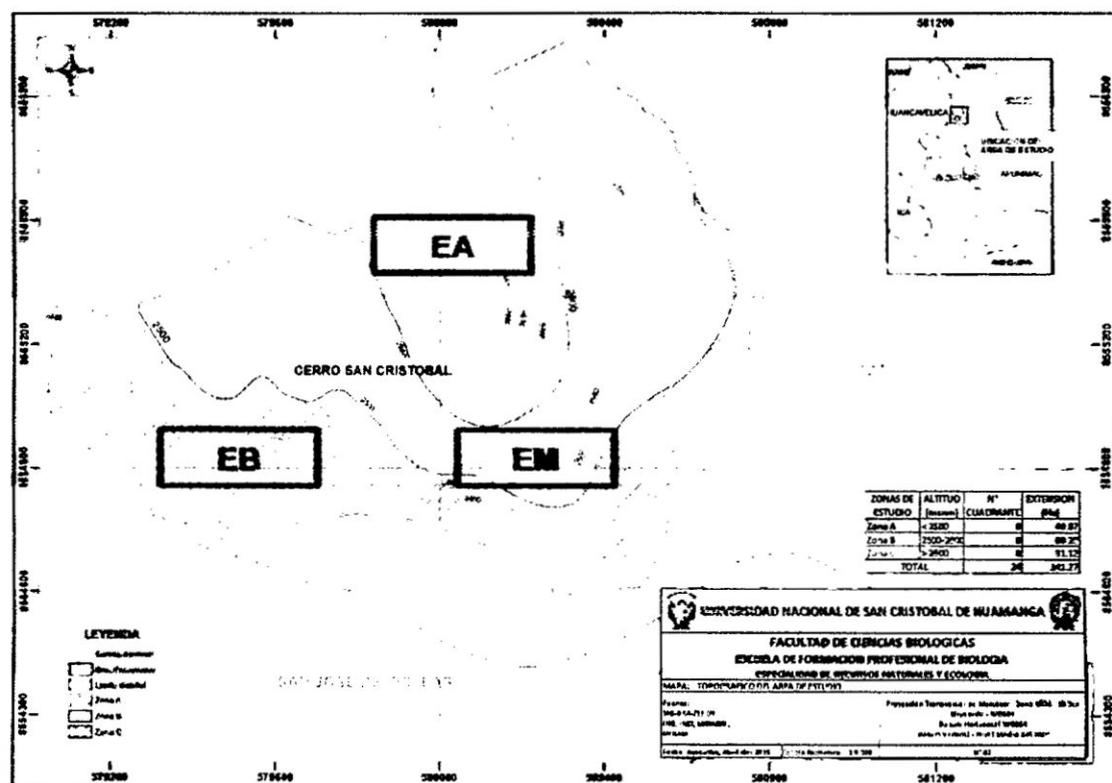


Figura 3. Mapa de los estratos altitudinales del cerro San Cristóbal, comunidad de Compañía, distrito de Pacaycasa. Ayacucho 2013.

Forma de la unidad muestral: Se consideró el método de parcelas, el área de cada parcela fue de 50 m x 50 m (0,25 ha). Se eligió al azar 24 parcelas, 8 parcelas

en cada estrato. Cada parcela se georeferenció en coordenadas UTM con el uso de GPS (Sistema de posicionamiento global), y se registraron las fechas de muestreo.

Cálculo del número de muestras: Inicialmente se realizó un muestreo piloto, utilizando la siguiente fórmula: ^{29,40}

$$n = \frac{t^2 * CV^2}{E^2 + \frac{t^2 * CV^2}{N}}$$

Donde:

n = número de unidades muestrales

E = error con el que se quiere obtener los valores de un determinado parámetro

t = valor que se obtiene de las tablas de "t" de student, se usa $t = 0.05$

N = total de unidades muestrales en toda la población

CV = coeficiente de variación; para obtener este valor es necesario hacer un muestreo piloto

Se determinó de acuerdo a la fórmula, 24 unidades muestrales (ver anexo 1):

Estrato bajo : 8 unidades muestrales

Estrato medio : 8 unidades muestrales

Estrato alto : 8 unidades muestrales

3.2.3. Medición de variables

En cada parcela se contabilizaron los individuos, a cada planta se le midió la altura utilizando un flexómetro para plantas pequeñas y en caso de las plantas de mayor altura se utilizó un carrizo debidamente medido, para el diámetro se utilizó un flexómetro o una regla de 30 cm, si la planta tenía más de una rama (desde la base), se medía la altura de todas las ramas y se promediaba, se midió la cobertura, se registró la presencia o ausencia de flores y frutos, así como la presencia de daño en la planta. ²⁹

No se consideraron plantas secas o cortadas.

Estimación de parámetros: Densidad, distribución espacial y estructura poblacional.

3.3. Procesamiento de datos

Se utilizó el Software ArcGIS versión 9.3 para estratificar el área de estudio y generar el mapa correspondiente.

Para la identificación de las cactáceas endémicas se procedió a realizar la visita de campo con un biólogo experto en botánica y el uso de claves taxonómicas, se realizó la vista fotográfica respectiva de las partes de cada especie. Para conocer el endemismo se usó el Libro Rojo de las Plantas Endémicas del Perú de León² y la página web de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, para saber el estado de conservación de las especies se consultó el Decreto Supremo N° 043-2006-AG (norma nacional) donde Aprueban Categorización de Especies Amenazadas de Flora Silvestre y la Lista Roja de la UICN.^{30,31}

Para determinar los parámetros poblacionales, los datos recolectados se analizaron con el Software R Versión 3.0 y Microsoft Excel 2013, cuyos resultados se presentan en tablas y figuras

Para los cálculos:

Densidad

$$D = \frac{\text{Número de plantas de una especie}}{\text{Área total muestreada}}$$

Distribución espacial³⁴

Tabla 4. Tipos de distribución espacial de acuerdo a la relación de varianza y media.

Distribución	S^2 / \bar{x}
Fortuita/azar	$S^2 / \bar{x} = 1$
Uniforme	$S^2 / \bar{x} < 1$
Amontonada	$S^2 / \bar{x} > 1$

S^2 = varianza
 \bar{x} = media

Estructura Poblacional

Debido a que no existe un método propuesto y probado para estimar la edad de las especies de plantas, los datos de las mediciones de altura se agruparon por categorías de tamaño (altura), para determinar la estructura de tamaños de la población.

IV. RESULTADOS

4.1. Especies endémicas

Tabla 5. Especies endémicas de la Familia Cactaceae en el cerro San Cristóbal, comunidad de Compañía, distrito de Pacaycasa. Ayacucho 2013.

Espece	Forma	Forma de crecimiento
<i>Coryocactus ayacuchoensis</i> Rauh & Backeb.	Columnar	Arbustiva
<i>Coryocactus quadrangularis</i> (Rauh & Backeb.) F.Ritter	Columnar	Arbustiva
<i>Browningia hertlingiana</i> (Rauh) Buxb.	Columnar	Arbóreo
<i>Echinopsis peruviana</i> (Britton & Rose) Friedrich & G.D. Rowley	Columnar	Arbóreo
<i>Oreocereus doelzianus</i> (Backeb.) Borg	Columnar	Arbustiva

Tabla 6. Categorización de las especies endémicas de la Familia Cactaceae. Cerro San Cristóbal, comunidad de *Compañía*, distrito de Pacaycasa. Ayacucho 2013.

Especie	UICN	D.S.N°043
<i>Coryocactus ayacuchoensis</i> Rauh & Backeb.	EN En Peligro	
<i>Coryocactus quadrangularis</i> (Rauh & Backeb.) F.Ritter	DD Datos insuficientes	EN En Peligro
<i>Browningia hertlingiana</i> (Rauh) Buxb.	LC Preocupación menor	
<i>Echinopsis peruviana</i> (Britton & Rose) Friedrich & G.D. Rowley	LC Preocupación menor	VU Vulnerable
<i>Oreocereus doezianus</i> (Backeb.) Borg	LC Preocupación menor	

4.2. Descripción botánica de las especies

4.2.1. *Coryocactus ayacuchoensis* Rauh & Backeb.

Cactus columnar de 1 a 2 m de alto, 5,5 a 8 cm de diámetro, con 3 a 10 ramas basales, con una cobertura promedio de 0,66 m². Posee de 5 a 7 costillas, espinas blancas a amarillo-marrón, radiales 8 a 12 y 2 cm de largo, centrales 3 a 4, de 3,5 a 5 cm de largo, flor rojo naranja, 4 a 5 cm de largo y 5 cm de ancho, apical, fruto verdoso amarillento, 2,5 a 3,5 cm, semillas negro-marrón (Figura 5).

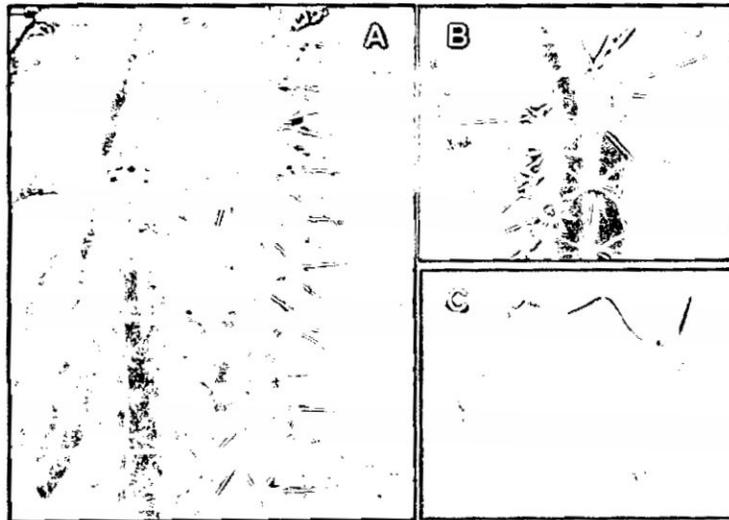


Figura 4. *Coryocactus ayacuchoensis*. A. Fruto, B. Flor, C. Corte trasversal (6 costillas).

4.2.2. *Corryocactus quadrangularis* (Rauh & Backeb.) F.Ritter

Cactus arbustivo columnar, de ramificación basal, a veces péndula, 1 a 2 m de alto de 4 a 5 cm de diámetro, con una cobertura de 0,71 m², 4 a 5 costillas profundas, espinas marrones; 3 a 4 centrales, 4 a 6 cm de largo, fuertes, 4 a 8 radiales, 1 a 2 cm de largo, flor rojo brillante de 4 a 5 cm de largo, fruto verde-rojizo con 3 cm de diámetro (Figura 6).



Figura 5. *Corryocactus quadrangularis*. A. Flor, B. Corte transversal del tallo (5 costillas).

4.2.3. *Echinopsis peruviana* (Britton & Rose) Friedrich & G.D. Rowley

Cactus columnar arbóreo, erguido al inicio, a veces se arquea, llega a medir hasta 5 m de alto, azul verdoso, de 6 a 15 cm de diámetro, 4 a 9 costillas anchas, 10 espigas desiguales de 4 cm de largo. Flores blancas, fragantes, 20 a 25 cm de largo. Fruto de 5 cm de largo y ancho, verde, redondeado, dehiscente (Figura 7).

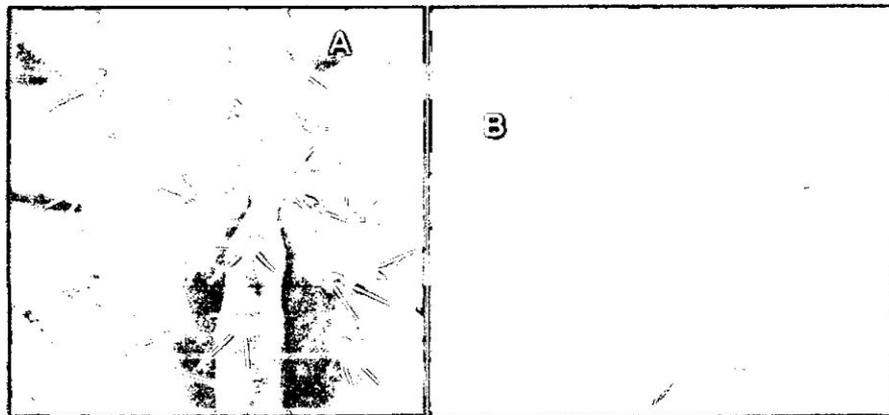


Figura 6. *Echinopsis peruviana*. A. Tallo, B. Corte transversal del tallo (9 costillas).

4.2.4. *Browningia hertlingiana* (Rauh) Buxb.

Cactus arbóreo columnar de 5 a 7 m de alto, tallo principal de 1 m de alto y de allí se ramifica, tallos azul-verde, de 10 a 20 cm de diámetro, 13 a 18 costillas tuberculadas, tiene una cobertura en promedio de 0,9 m², areolas algo hundidas, espinas centrales fuertes de 1 a 3,8 cm de largo, radiales 6 a 10. Flor en forma de tubo con escamas imbricadas, nocturna, de 4 cm de diámetro, fruto de 5 cm de diámetro en forma de cebolla, con resto floral y escamas dentadas, semillas de color negro (Figura 8).

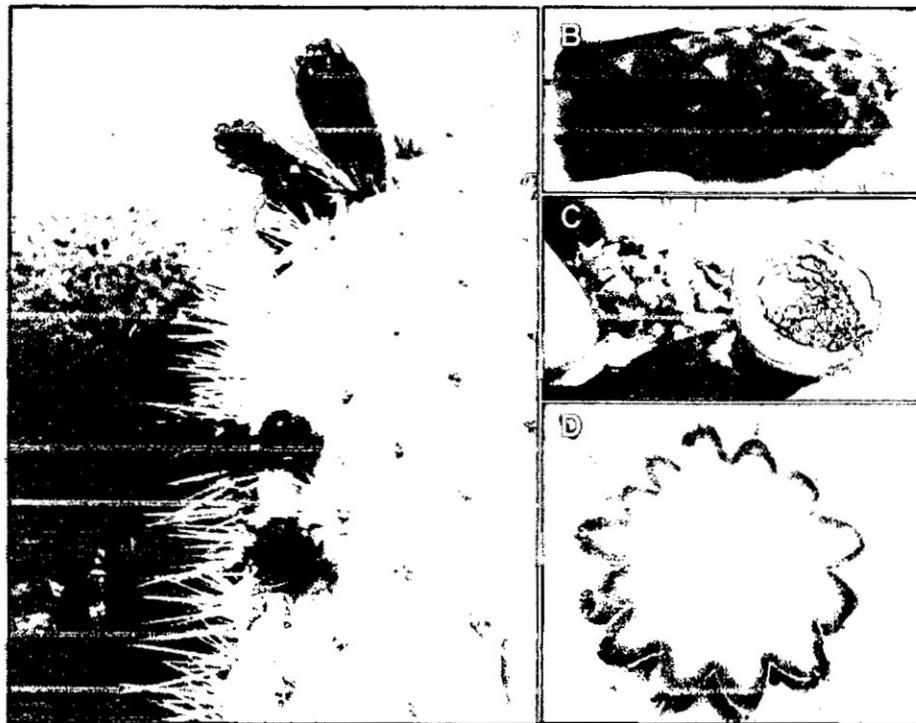


Figura 7. *Browningia hertlingiana*. A. Cactus de color azul verdoso, B. Flor, C. Fruto, D. Corte transversal del tallo (13 costillas).

4.2.5. *Oreocereus doelzianus* (Backeb.) Borg

Cactus arbustivo columnar, con ramas basales, tallos cilíndricos, 60 a 80 cm de altura, 6 a 8 cm de diámetro, 7 a 11 costillas redondeadas, espinas blancas a marrón oscuro, espina central fuerte, de 4 cm de largo, espinas radiales 10 a 16 de 3 cm de largo. Ápice de los tallos floríferos con largos pelos blancos lanosos y cerdas blanco-marrones, hasta 5 cm de largo, flores rojo carmín, 8 a 10 cm de largo, 3 cm de diámetro (Figura 9).

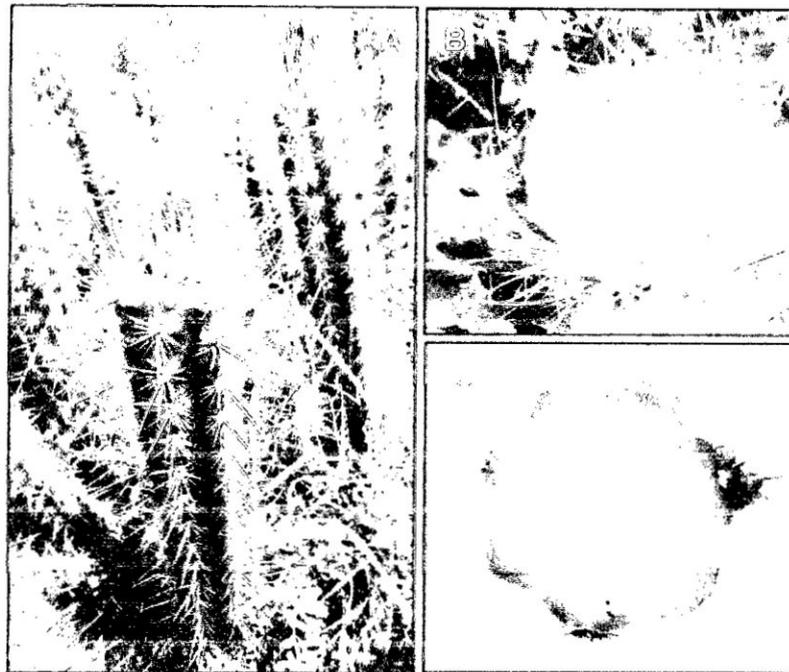


Figura 8. *Oreocereus doelzianus*. A. Flor, B. Fruto, C. Corte transversal del tallo (7 costillas).

4.3. Parámetros demográficos

Tabla 7. Densidad de las especies endémicas de la Familia Cactaceae en el cerro San Cristóbal, comunidad de Compañía, distrito de Pacaycasa, Ayacucho 2013.

Especies	N° plantas	Plantas/m ²	Plantas/ha
<i>Coryocactus quadrangularis</i>	46	0,0008	8
<i>Echinopsis peruviana</i>	51	0,0009	9
<i>Coryocactus ayacuchoensis</i>	81	0,0016	14
<i>Oreocereus doelzianus</i>	96	0,0134	16
<i>Browningia hertlingiana</i>	801		134
Total	1075		

Tabla 8. Densidad de las especies endémicas de la Familia Cactaceae en los estratos altitudinales del cerro San Cristóbal, comunidad de Compañía, distrito de Pacaycasa, Ayacucho 2013.

Especies	EB			EM			EA		
	N° plantas	Plantas/ha	Plantas/ha	N° plantas	Plantas/ha	Plantas/ha	N° plantas	Plantas/ha	Plantas/ha
<i>Coryocactus quadrangularis</i>	17	9	9	13	7	7	16	8	8
<i>Echinopsis peruviana</i>	19	10	10	16	8	8	16	8	8
<i>Coryocactus ayacuchoensis</i>	15	8	8	18	9	9	48	24	24
<i>Oreocereus doelzianus</i>	22	11	11	14	7	7	60	30	30
<i>Browningia herlingiana</i>	368	184	184	376	188	188	57	29	29

EB = Estrato bajo (< 2500 msnm)

EM = Estrato medio (2500 – 2600 msnm)

EA = Estrato alto (> 2600 msnm)

Tabla 9. Distribución espacial de las poblaciones de especies endémicas de la Familia Cactaceae en el cerro San Cristóbal, comunidad de Compañía, distrito de Pacaycasa, Ayacucho 2013.

Especies	S ²	x̄	S ² /x̄	Distribución espacial	
				Amontonada	Amontonada
Corycactus ayacuchoensis	27,98	3,38	8,29	Amontonada	Amontonada
Corycactus quadrangularis	4,60	1,92	2,40	Amontonada	Amontonada
Corycactus peruviana	2,64	1,24	1,24	Amontonada	Amontonada
Echinosia herlingiana	1670,77	2,13	50,06	Amontonada	Amontonada
Browningia doezianus	30,61	33,38	7,65	Amontonada	Amontonada
Oreocereus doezianus		4,00		Amontonada	Amontonada

$S^2/x = 1$
 Azar
 Uniforme $S^2/x < 1$
 Amontonada $S^2/x > 1$

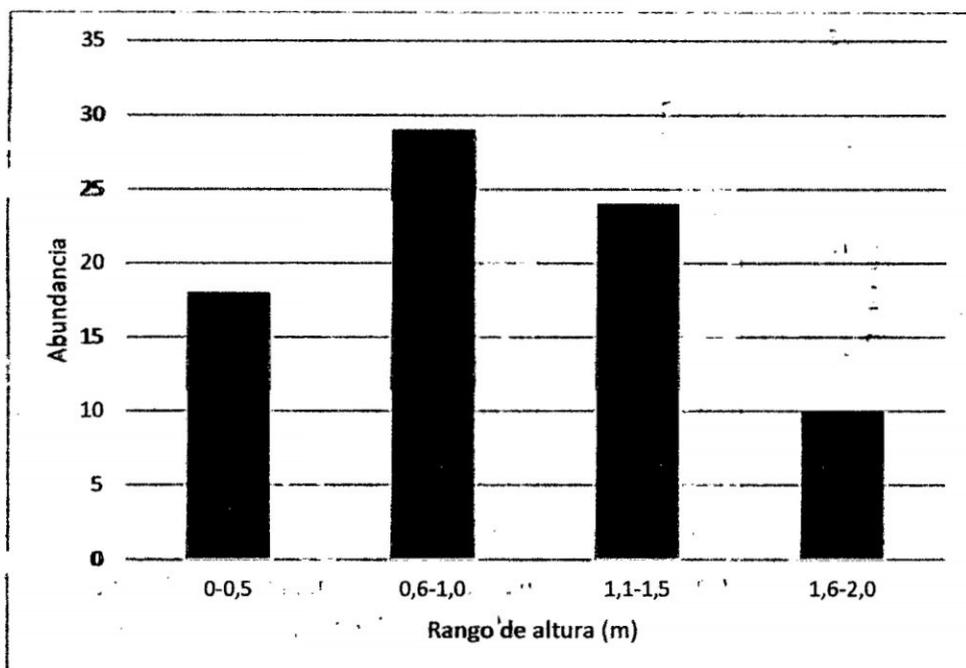


Figura 9. Abundancia de *Coryocactus ayacuchoensis* según rango de altura en el cerro San Cristóbal, comunidad de Compañía, distrito de Pacaycasa. Ayacucho 2013.

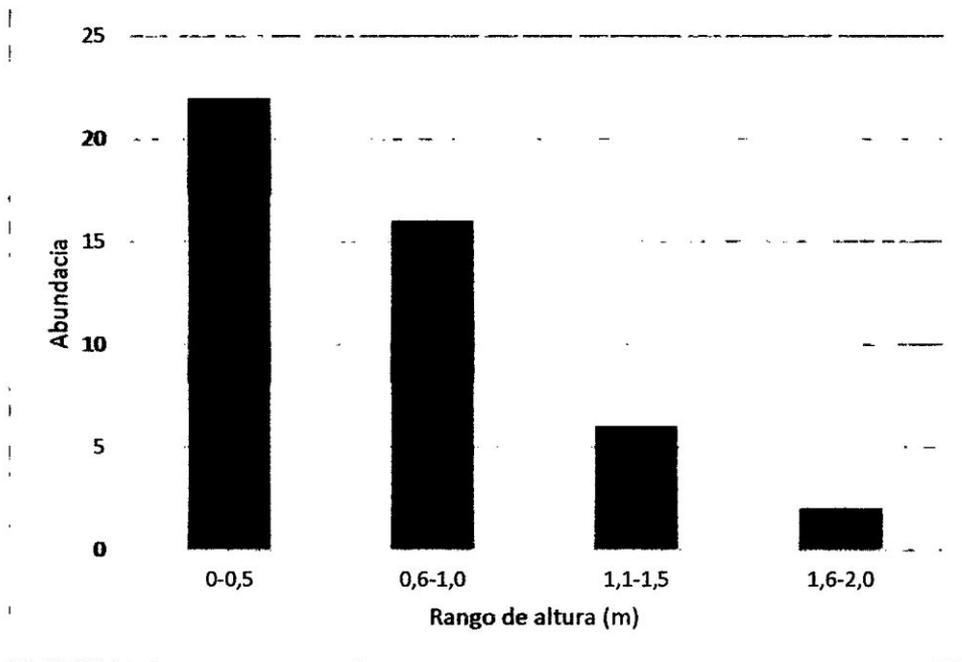


Figura 10. Abundancia de *Coryocactus quadrangularis* según rango de altura en el cerro San Cristóbal, comunidad de Compañía, distrito de Pacaycasa. Ayacucho 2013.

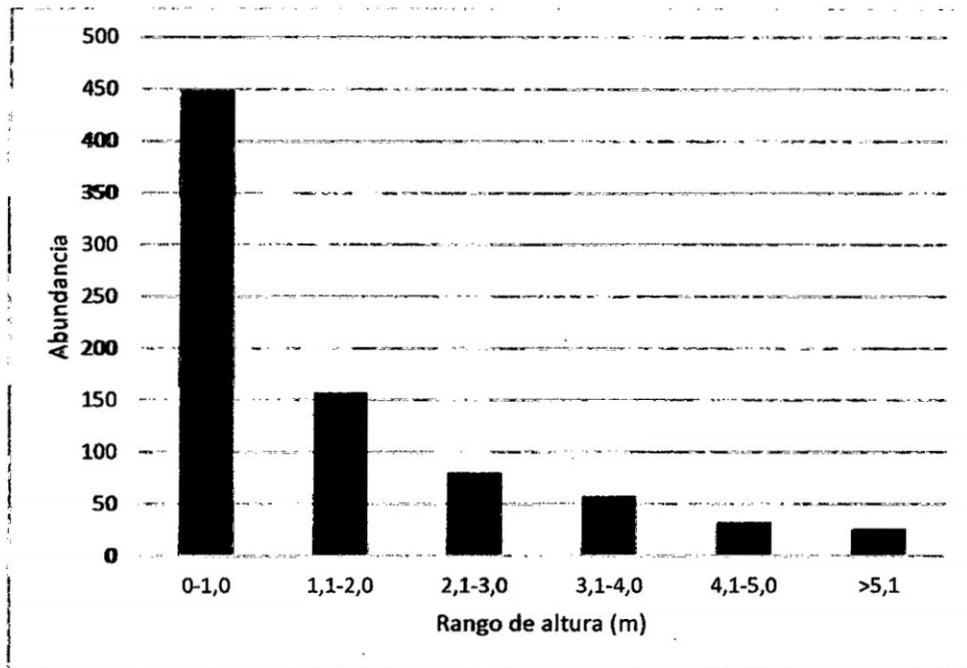


Figura 11. Abundancia de *Browningia hertlingiana* según rango de altura en el cerro San Cristóbal, comunidad de Compañía, distrito de Pacaycasa. Ayacucho 2013.

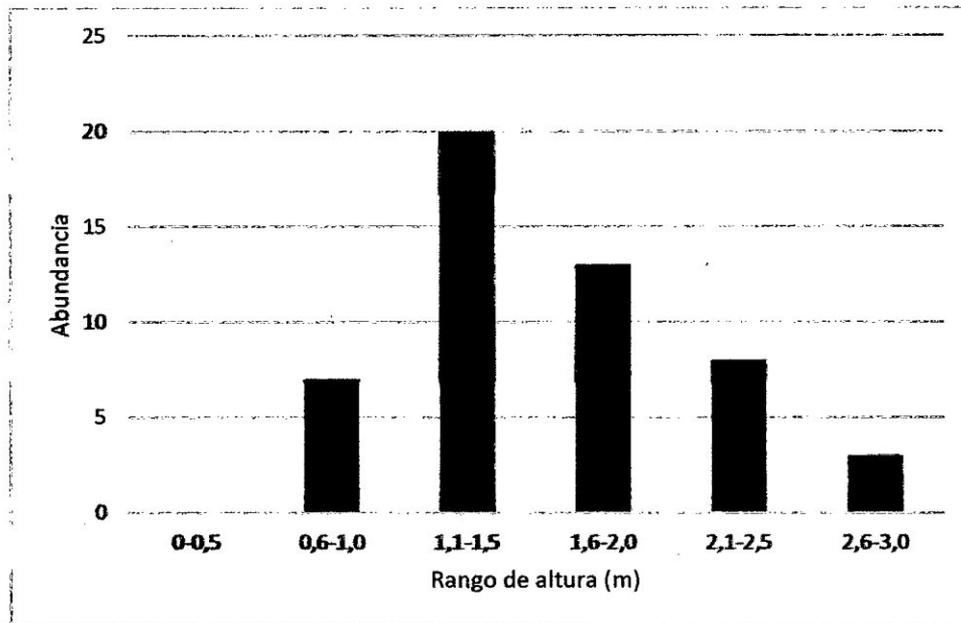


Figura 12. Abundancia de *Echinopsis peruviana* según rango de altura en el cerro San Cristóbal, comunidad de Compañía, distrito de Pacaycasa. Ayacucho 2013.

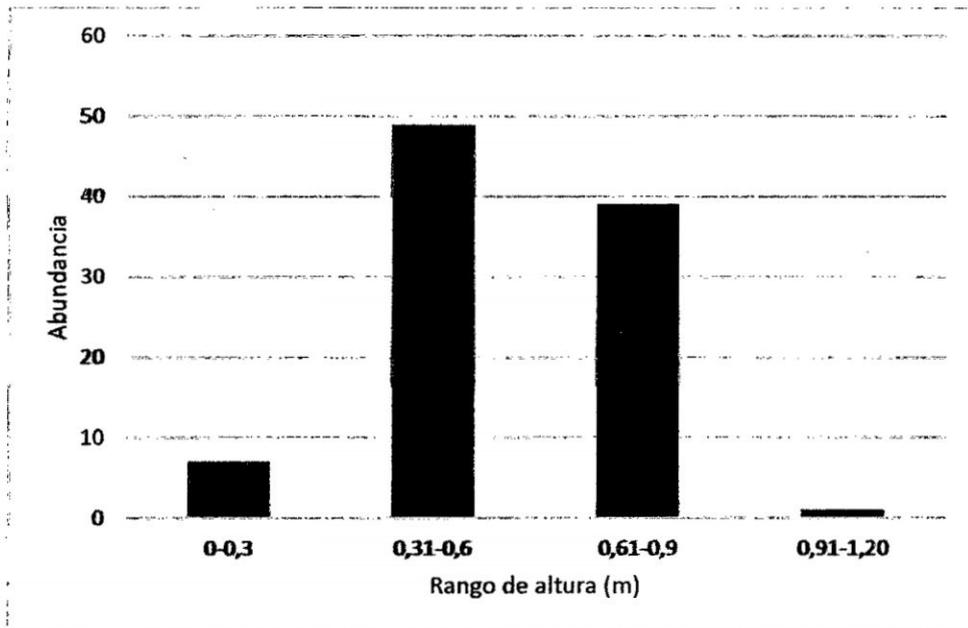


Figura 13. Abundancia de *Oreocereus doelzianus* según rango de altura en el cerro San Cristóbal, comunidad de Compañía, distrito de Pacaycasa. Ayacucho 2013.

V. DISCUSIÓN

Aldazaba²⁷ reportó para el cerro San Cristóbal 11 especies de la Familia **Cactaceae**, de acuerdo a la Unión Internacional de Conservación para la Naturaleza, 5 especies son reportadas endémicas del Perú: *Coryocactus ayacuchoensis* (Rauh & Backeb.), *Coryocactus quadrangularis* (Rauh & Backeb.) F. Ritter, *Browningia[?] hertlingiana* (Rauh) Buxb., *Echinopsis peruviana* (Britton & Rose) Friedrich & G.D. Rowley y *Oreocereus doelzianus* (Backeb.) Borg (Tabla 5). Según la Tabla 6, la UICN categoriza a *C. ayacuchoensis* En Peligro, debido a que se encuentra en riesgo de extinción extremadamente alto en estado de vida silvestre, *C. quadrangularis*, en Datos Insuficientes, no se tiene la información adecuada, para hacer una evaluación de su riesgo de extinción. *B. hertlingiana*, *E. peruviana* y *O. doelzianus* se encuentran en la categoría de Preocupación Menor porque son abundantes y de amplia distribución.³¹

Sin embargo en la legislación nacional según el Decreto Supremo N° 043-2006-AG que Aprueba la Categorización de Especies Amenazadas de Flora Silvestre, solamente 2 de las 5 especies endémicas están categorizadas, *C. quadrangularis* se encuentra En Peligro y *E. peruviana* en situación Vulnerable, indicando que ambas se encuentran en vías a la extinción. Por lo antes mencionado es de suma importancia que la categorización de dichas especies sea actualizada, para la conservación y protección a nivel nacional e internacional (Tabla 6).

La información de los aspectos demográficos de las 5 especies de cactus endémicos, es importante para la conservación, mantener la abundancia y la diversidad de las especies, permitirá su supervivencia.³ Por ello, la Tabla 7 muestra el total de plantas registradas en el cerro San Cristóbal, que fue 1 075 plantas de cactus endémicos, siendo el más abundante *Browningia hertlingiana* (801 plantas), el segundo más abundante *Oreocereus doelzianus* (96 plantas), seguida de *Coryocactus ayacuchoensis* (81 plantas), y en menor cantidad *Echinopsis peruviana* y *Coryocactus quadrangularis* (51 y 46 plantas

respectivamente). En relación a la densidad, *B. hertlingiana* tiene mayor densidad en comparación con las otras especies, con 134 plantas/ha, mientras que *Oreocereus doelzianus*, *Coryocactus ayacuchoensis*, *Echinopsis peruviana* y *Coryocactus quadrangularis* presentan densidades bajas, 16 plantas/ha, 14 plantas/ha, 9 plantas/ha y 8 plantas/ha respectivamente.

En relación a la densidad por estratos altitudinales de las especies, en la Tabla 8 se observa que *B. hertlingiana* tiene densidades de 184 y 188 plantas/ha en el estrato bajo y medio respectivamente, siendo menor en el estrato alto con 29 plantas/ha. Mientras que en el estrato bajo *O. doelzianus* y *C. ayacuchoensis* presentan una densidad de 11 y 8 plantas/ha respectivamente, en el estrato medio tienen 7 y 9 plantas/ha, mientras que en el estrato alto la densidad es mayor en éstas especies de 30 y 24 plantas/ha. Por otro lado la densidad de *E. peruviana* y *C. quadrangularis* en el estrato bajo es 10 y 9 plantas/ha respectivamente, estrato medio 8 y 7 plantas/ha, y en el estrato alto 8 y 8 plantas/ha respectivamente evidenciando que las densidades de éstas especies se mantienen en los tres estratos altitudinales.

Las especies que presentan mayor densidad en los estratos altitudinales son las que han encontrado mejores condiciones ambientales, así mismo la exposición directa o no de las poblaciones a la luz solar no parece ser un factor determinante en la mayor o menor concentración de los individuos, pero éste combinado con otros sí pudiera influir en las densidades poblacionales.³²

Poco se sabe sobre estudios poblacionales de los cactus en estudio, sin embargo en trabajos realizados en México por Viana M. del género *Trichocereus*, ésta presentó una densidad de 43 ind/ha \pm 15 en la zona del Cardonal y 65 ind/ha \pm 38 en Duendeyacu. El número de individuos dentro de las poblaciones naturales es muy variable, puesto que la densidad se ve fuertemente influenciada por las condiciones ambientales, las cuales pueden ser originadas por causas naturales o por las actividades antropogénicas,³³ lo mismo que podría estar ocurriendo en las poblaciones de cactus del presente estudio. La disminución de las densidades también puede deberse a los impactos negativos a los que está sujeta la población, como es el constante pisoteo y ramoneo por parte del ganado que llega a pastar en la zona, lo cual ocasiona que los individuos jóvenes no alcancen la etapa de maduración, disminuyendo la reproducción y por lo tanto el reclutamiento de plántulas. En el trabajo realizado por Carbajal N. et al. en México, la cactácea glóbosa *Mammillaria zephyranthoides* presentó una densidad promedio de 1,14

individuos/m², es decir 11 400 ind/ha dicho valor es muy alto en comparación con la densidad de las cactáceas endémicas en presente estudio, estas diferencias se deben no solo al tamaño de las diversas especies sino también a los disturbios dentro de la población.³⁴

El patrón de distribución de cactáceas según la Tabla 9, la relación varianza/media (S^2/\bar{x}) fue mayor a uno: 8,29 para *C. ayacuchoensis*, 2,40 *C. quadrangularis*, 1,24 *E. peruviana*, 50,06 *B. hertlingiana* y 7,65 para *O. doelzianus*, por lo que se considera que las cactáceas presentan distribución amontonada. De igual manera en estudios realizados en México por Arias L. sobre diversidad de cactáceas en sitios conservados y perturbados, los resultados fueron lo mismo, la relación varianza/media fue mayor a uno: 44,47 en sitios conservados y 49,39 en perturbados, indicando una distribución amontonada. Este tipo de distribución de los individuos en el espacio puede darse debido a: 1) diferencias locales de hábitat, 2) respuesta a cambios atmosféricos diarios y estacionales, o 3) como consecuencia de procesos regresivos. De esta forma, el patrón de distribución amontonado puede deberse al establecimiento de los cactus bajo plantas nodrizas ya que brindan condiciones microclimáticas que pueden ser aprovechadas por ellas.³⁵

En relación a la estructura poblacional de las cactáceas: *C. ayacuchoensis* en la Figura 10 se observa mayor cantidad de plantas en el rango de altura de 0,6 a 1 m y 1,1 a 1,5 m con 28 y 23 plantas respectivamente, mientras que en menor cantidad 17 y 10 plantas se encuentran en los rangos, menor a 0,5 y 1,6 a 2,0 m respectivamente. Por lo que esta población tiene un comportamiento de crecimiento, debido a que se tiene una gran cantidad de plantas jóvenes. Con respecto a la población de *C. quadrangularis* según la Figura 11, existe gran número de plantas menores a 0,5 m y de 0,6 a 1 m, 22 y 16 plantas respectivamente, mientras que se observa escaso número de plantas en rangos de mayor altura de 1,1 a 1,5 m y 1,6 a 2,0 m con 6 y 2 individuos. *B. hertlingiana* presenta una estructura poblacional similar a la de *C. ayacuchoensis*, debido a que se encontró en mayor cantidad, plantas de menor altura: menor a 1 m y 1,1 a 2,0 m con 450 y 160 individuos respectivamente y en menor cantidad plantas mayores a los 2,1 m de altura (Figura 12). *E. peruviana* presenta mayor número de individuos en el rango de 1,1 a 1,5 m y 1,6 a 2,0 m de altura, con 20 y 13 plantas respectivamente y escaso número de plantas de menor y gran altura (Figura 13). Por último *O. doelzianus* posee mayor cantidad de individuos de 0,31 a 0,6 m y de

0,61 a 0,9 m con 49 y 39 plantas respectivamente, se observa escasa presencia de plantas de menor altura (Figura 14).

En general, se observa que las poblaciones presentan en mayor cantidad plantas de menor altura (plántulas) y medianas (plantas jóvenes) y en menor cantidad plantas de mayor altura (adultos) las cuales muchas de ellas están en floración y fructificación. Cuando se tiene una gran cantidad de juveniles la población está creciendo, mientras que si hay una mayor cantidad de adultos en comparación con los juveniles, la población puede estar disminuyendo. Por ello dichas poblaciones se consideran en crecimiento (por su alta proporción de individuos jóvenes). En las columnares, la fecundidad se incrementa con el tamaño, pues las estructuras reproductivas se desarrollan principalmente en la categoría de adultos; no obstante la producción de estructuras florales puede iniciar en individuos de categorías menores pero en proporción mínima.³⁶

Aunque las poblaciones estén en equilibrio y crecimiento, debemos de tomar en cuenta que sólo si las mismas condiciones persisten la poblaciones se mantendrán, pero si se alterarán podrían disminuir su crecimiento y podría estar en riesgo la persistencia de las mismas. En la actualidad los hábitats que ocupan estas especies se encuentran amenazados por la perturbación humana, el cambio de uso del suelo y la fragmentación de los mismos.

Valencia S. et al. reportó que en las poblaciones de cactus la deforestación ha fragmentado el hábitat ocasionando que las poblaciones queden aisladas y a su vez se encuentren separadas de otras poblaciones de su misma especie, en el caso del hábitat de *Mammillaria ericantha*, especie endémica de México, se ha fragmentado a consecuencia de la remoción de roca para utilizar el terreno con fines agrícolas, lo que provocó el aislamiento de las poblaciones de esta cactácea, haciendo que su mecanismo de dispersión deberá ser tan eficiente como para evitar los cultivos que los rodean y poder colonizar otros sitios. Puede ocurrir que los asentamientos humanos alrededor de una población de cactus interrumpen la dispersión de semillas y la cubierta de basura impida la colonización, lo que podría promover la extinción local de *M. ericantha* en ese fragmento. El alto grado de endemismo de las cactáceas, las convierte en una de las familias más vulnerables a modificaciones de su hábitat. Además, como individuos de lento crecimiento, la probabilidad de recuperación también será lenta, particularmente si se extraen los adultos que son los productores de semillas.³⁷

Los hábitats naturales de las cactáceas están fuertemente perturbados por la expansión urbana, la contaminación ambiental, la creciente demanda de áreas de cultivo y pastoreo de ganado caprino. En consecuencia, la categorización de las plantas, según su amenaza de extinción, es de vital importancia para llevar a cabo planes de conservación. Dicha categorización es efectuada por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN, 2001) utilizando básicamente dos criterios: la abundancia de un taxón (número de individuos) y el área total de ocupación de dicho taxón. La mejor estrategia para la conservación de la diversidad biológica a largo plazo, en estas localidades, sería la conservación de poblaciones y comunidades naturales en su estado silvestre, conocida como conservación *in situ*. Sin embargo, debido a que muchas veces esta opción no resulta viable, por la creciente actividad humana, es probable que el único modo de proteger de la extinción a estas especies sea mediante estrategias de conservación *ex situ*. En estos casos, los Jardines Botánicos, como centros de conservación *ex situ*, se encuentran en una posición única de contribuir a los esfuerzos de conservación porque las colecciones vivas en estos centros y su respectivo herbario de colecciones de plantas secas, representan el mejor recurso de información de la distribución y requerimientos de hábitat de las plantas.^{38,39} O también la reciente propuesta la creación de pequeñas reservas municipales en los hábitats, que crea reservas en las mismas localidades amenazadas, con el apoyo de la comunidad o de grupos interesados en los cactus y su conservación, para salvar dichos taxones sin separarlos de su medio ambiente natural.³

VI. CONCLUSIONES

- Se registró 5 especies endémicas de la Familia Cactaceae: *Corryocactus ayacuchoensis* Rauh & Backeb., *Corryocactus quadrangularis* (Rauh & Backeb.) F.Ritter, *Browningia hertlingiana* (Rauh) Buxb., *Echinopsis peruviana* (Britton & Rose) Friedrich & G.D. Rowley y *Oreocereus doelzianus* (Backeb.) Borg.
- Cuatro especies endémicas presentan densidades bajas, *O. doelzianus*, *C. ayacuchoensis*, *E. peruviana* y *C. quadrangularis* con 16, 14, 9 y 8 plantas/ha, mientras que *B. hertlingiana* tiene la población más densa con 134 plantas/ha.
- Las poblaciones de cactáceas endémicas presentan una distribución espacial amontonada.
- Las cactáceas endémicas en el cerro San Cristóbal presentan una regeneración natural, sin embargo están sujetas a amenazas por la perturbación natural y antropogénica.

VII. RECOMENDACIONES

- **Realizar anualmente el monitoreo poblacional de las plantas endémicas con el fin de evitar su extinción, así mismo que dichos estudios poblacionales puedan considerarse para cuidar esta especie a nivel local y regional.**
- **Proponer a las instancias correspondientes que el cerro San Cristóbal sea declarada como un área de protección de las cactáceas.**
- **Elaborar planes de conservación local para estas especies, los centros de conservación puede ser ex situ (jardines botánicos), o la creación de pequeñas reservas municipales en los hábitats, con el apoyo de la comunidad o de grupos interesados en los cactus y su conservación.**
- **Fomentar la creación de jardines botánicos con fines de producción y comercialización sostenible de cactus y dar opciones de fuentes de ingreso a la comunidad.**
- **Con la información obtenida, actualizar la categorización de las especies en la norma nacional.**

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Arias S, Veliz M. Diversidad y distribución de las Cactaceae en Guatemala. Guatemala, 2006. Disponible en:
http://www.ibiologia.unam.mx/slccs/www/material_bib/A/Arias_y_Veliz_2006_Cactaceae_Guatemala.pdf
2. Arakaki M, Ostolaza C, Cáceres F, Roque J. Cactaceae. Endémicas del Perú; Rev. Peruana de biología [serie en Internet]. Diciembre 2006 [acceso 12 febrero 2015]; [aprox. 28 p.]. Disponible en:
<http://sisbib.unmsm.edu.pe/bvrevistas/biologia/v13n2/pdf/a27.pdf>
3. Ostolaza C. Todos los cactus del Perú [libro electrónico]. Lima: Editorial Franco EIRL; 2014 [Consultado 20 de enero de 2015]. Disponible en:
<http://www.minam.gob.pe/diversidadbiologica/wp-content/uploads/sites/21/2014/02/document.pdf>
4. Galán A, Vicente J, Linares E, Campos J, Trujillo C, Villasante F. Patrones de Distribución de las comunidades de cactáceas en las vertientes occidentales de los andes peruanos. Caldasia [Revista en internet], 2012 [consultado 18 de agosto de 2014]; 34(2). Disponible en:
<http://revistas.unal.edu.co/index.php/cal/article/view/39142>
5. Young B. Distribución de las especies endémicas en la vertiente oriental de los Andes en Perú y Bolivia [libro electrónico]. Perú: Wust Ediciones; 2007 [consultado 20 de agosto del 2014]. Disponible en:
http://museohn.unmsm.edu.pe/body/content/departamentos/mastozologia/Pa_checo_et_al_2007_Especies_endemicas.pdf
6. Ramos A. Estudio poblacional de *Mammillaria dixanthocentron* Backeb. Ex Mottram en el Valle de Cuicatlán, Oaxaca [tesis de maestría]. México: Instituto Politécnico Nacional; Maestría en Ciencias en Conservación y Aprovechamiento de los Recursos Naturales (Biodiversidad del Neotrópico); 2007.
7. Rauh W. Beitrag zur Kenntnis der peruanischen Kakteen vegetation [libro electrónico]. Heidelberg; Springer-Verlag; 2013 [consultado 08 de mayo de 2014]. Disponible en:
https://books.google.com.pe/books?id=SZ1_BwAAQBAJ
8. Hernández H, Godínez A. Contribución al conocimiento de las cactáceas mexicanas amenazadas. Acta Botánica Mexicana [Revista en internet] 1994 [consultado 15 de mayo de 2014]; 26. Disponible en:
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57402606>
9. Anderson E. The Cactus Family [monograph on the Internet]. USA: Timber Press; 2001 [consultado 08 de setiembre 2014]. Disponible en:
<https://books.google.com.pe/books?id=vYXQHL2IsZ4C>
10. Portal de la Sociedad Peruana de Cactus y Suculentas (SPECS) [Página principal en Internet], Lima: SPECS; 2007 [actualizada en febrero de 2011; acceso 16 febrero 2013]. Disponible en:
<http://www.peruvian.cactus-society.org/specses.html>
11. Magallanes C. Cactáceas nativas de Huamanga. Ayacucho: Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga; 1996.
12. Magallanes C, Aucasime, L. Flora del distrito de Quinua, Ayacucho. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga: 1996.
13. Barrientos J. Estructura y composición florística del bosque de "chachacomo" en la comunidad de Intiwatana del distrito de Vischongo – Ayacucho 2007 [Tesis]. Ayacucho: Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Facultad de Ciencias Biológicas; 2007.

14. De La Cruz J, Aucasime L. Diversidad, distribución y usos de las especies de cactáceas en la provincia de Huamanga. Ayacucho. 2012. Ayacucho: Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga, Facultad de Ciencias Biológicas; 2013.
15. Rivas M. Cactáceas de Costa Rica [libro electrónico]. Costa Rica: Editorial Universidad Estatal a Distancia; 1998 [Consultado: 9 de febrero de 2015]. Disponible en: [http:// books.google.com.pe/books?id=gBvonamTuloC](http://books.google.com.pe/books?id=gBvonamTuloC)
16. Bravo H. Las Cactáceas de México [libro electrónico]. México: Universidad Nacional Autónoma de México; 1978 [Consultado: 9 de febrero de 2015]. Disponible en: <http://www.fiuxy.com/ebooks-gratis/2706454-descargar-gratis-las-cactaceas-de-mexico-vol-1-h-bravo-hollis-pdf.html>
17. Rivas M. Cactáceas y Suculentas del Jardín Botánico Lankester [libro electrónico]. México: Editorial Universidad Estatal a Distancia; 1996 [Consultado: 9 de febrero de 2015]. Disponible en: <http://books.google.com.pe/books?id=6zuDpBFLwtwC>
18. Ostolaza C. 101 Cactus del Perú [libro electrónico]. Perú: Ministerio del Ambiente; 2010 [consultado 5 agosto 2014]. Disponible en: <http://biam.minam.gob.pe/novedades/cactusdelperu.pdf>
19. Nobel P. Cacti biology and uses [monograph on the Internet]. California: University of California Press; 2002 [cited 4 January 2014]. Available from: <https://books.google.com.pe/books?id=DISMqBY-igwC>
20. Posadas P, Miranda D. El PAE (Parsimony Analysis of Endemicity) como una herramienta en la evaluación de la biodiversidad. Revista Chilena de Historia Natural [Revista en internet] 1999 [Consultado 17 febrero 2015]; 72. Disponible en: http://www.academia.edu/906120/EI_PAE_Parsimony_Analysis_of_Endemicity_como_una_herramienta_en_la_evaluaci%C3%B3n_de_la_biodiversidad
21. Font P. Quer Diccionario de botánica. 2da ed. Barcelona: Ediciones Península, s.a.; 2001.
22. Esparza L, Valverde T. Estudio comparativo de la fenología de tres especies de *Neobuxbaumia* que difieren en su nivel de rareza. Cactaceas y suculentas de México [revista en línea]. 2003 [consultado 02 abril del 2014]; 48 (3). Disponible en: http://www.ecologia.unam.mx/laboratorios/dinamica_de_poblaciones/cacsucmex/numeros/2003.html
23. Ramírez A. Ecología, Métodos de muestreo y análisis de poblaciones y comunidades [libro electrónico]. Colombia: Ed. Pontificia Universidad Javeriana; 2006 [consultado 05 abril 2014]. Disponible en: http://books.google.com.pe/books?id=guS_4nYra0C
24. Valverde T, Cano Z. Ecología y medio ambiente [libro electrónico]. México: Pearson Educación; 2005 [consultado 05 abril 2014]. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=oHJqJzvVdQoC>
25. Molles M. Ecología. Conceptos y aplicaciones. 1a ed. España: McGRAW-Hill/interamericana de España, S.A.U.; 2005.
26. Municipalidad Distrital de Pacaycasa. Plan de Desarrollo Concertado de Pacayacasa. Región Ayacucho-Provincia de Huamanga del 2012 -2021.
27. Aldazabal M. Flora fanerogámica del Cerro San Cristóbal, Comunidad de Compañía, Distrito Pacaycasa, Provincia de Huamanga. Ayacucho - 2013. [Tesis]. Ayacucho: Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga, Facultad de Ciencias Biológicas; 2013.

28. Gerencia Regional de Recursos Naturales y Gestión del Medio Ambiente. Desarrollo de Capacidades en Zonificación Ecológica Económica y Ordenamiento Territorial en la región Ayacucho Informe Temático Zonas de Vida. Ayacucho, 2012. Disponible en:
<http://www.regionayacucho.gob.pe/grmgma/paginas/sigweb/mapastematicos/pdf/zee/Estudios%20Tematicos/ZONAS%20DE%20VIDA.pdf>
29. Ministerio del Ambiente. Guía de inventario de la flora y vegetación. Lima: Perú; 2015. Disponible en:
<http://www.minam.gob.pe/disposiciones/resolucion-ministerial-n-059-2015-minam/>
30. Aprueban Categorización de Especies Amenazadas de Flora Silvestre. Decreto Supremo N° 043-2006-AG, de 06 de julio de 2006. Boletín Oficial del estado El Peruano, (13 - 07 – 2006).
31. UICN. Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN: Versión 3.1. Segunda edición. Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido: UICN. vi + 34pp. (2012). Disponible en: www.iucn.org/publications
32. Martínez E, Reyes J, Viña N, Viña L, O, Acosta F. Características ecológicas y poblacionales de *Melocactus nagyii* mézszáros (cactaceae) en Cuba. Foresta Veracruzana [Revista en internet] 2005 [Consultado 10 de marzo de 2015]; 725-30. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49770105>.
33. De Viana M. Distribución espacial de *Trichocereus pasacana* (Cactaceae) en relación al espacio disponible y al banco de semillas. Revista Biológica Tropical [Revista en internet] 1997; 45(1). Disponible en:
http://www.ots.ac.cr/rbt/attachments/volumes/vol44-3A/13_Viana_Trichocereus.pdf
34. Navarro M, Juárez M. Evaluación de algunos Parámetros Demográficos de *Mammillaria zephyranthoides* en Cuautinchán, Puebla, México. 2006. Escuela de Biología, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México. Disponible en:
<http://www.lamolina.edu.pe/zonasaridas/articulos/ART%2005%20corregido.pdf>
35. Arias L. Diversidad de cactáceas en sitios conservados y perturbados de sierra de Huautla, Morelos [Tesis]. México: Universidad Autónoma del Estado de Morelos Facultad de Ciencias Biológicas; 2008.
36. Martínez C, Mancilla R, Altamirano G, Aguilar G. Características poblacionales de *Pachycereus weberi* y su relación con polinizadores en la comunidad de Dominguillo en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán, Puebla-Oaxaca. Cactáceas y Suculentas Mexicanas. [Revista en internet] 2010 [Consultado 17 febrero 2015]; 55(3). Disponible en:
http://www.ecologia.unam.mx/laboratorios/dinamica_de_poblaciones/cacsucmex/numeros/2010.html
37. Valencia S, Flores A, Castillo G. Tamaño poblacional y características del hábitat de *Mammillaria eriakantha*, una cactácea endémica del centro de Veracruz, México. Bot. sci [revista en Internet]. 2012 [consultado 01 de abril de 2015]; 90(2). Disponible en:
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-42982012000200008&lng=es
38. Moya N, Ceroni A, Ostolaza C. Distribución y estado de conservación del género *Haageocereus* (Familia Cactaceae) en el departamento de Lima. Perú. Ecol. apl. [revista en internet] 2004 [consultado 01 de marzo 2015]; 3 (1-2). Disponible en:
http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-22162004000100003&lng=es&nrm=iso

39. Ramos A. Estudio poblacional de *Mammillaria dixanthocentron* Backeb. Ex Mottram en el Valle de Cuicatlán, Oaxaca [tesis de maestría]. México: Instituto Politécnico Nacional; Maestría en Ciencias en Conservación y Aprovechamiento de los Recursos Naturales (Biodiversidad del Neotrópico); 2007.
40. Mostacedo B. Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal [libro electrónico]. Bolivia: Santa Cruz; 2000 [Consultado 20 de febrero de 2015]. Disponible en:
<http://www.bio-nica.info/biblioteca/Mostacedo2000EcologiaVegetal.pdf>

ANEXOS

Anexo 1. Cálculo del número de muestras

Se realizó un muestreo piloto^{29,40}, utilizando la siguiente fórmula:

$$n = \frac{t^2 * CV^2}{E^2 + \frac{t^2 * CV^2}{N}}$$

Donde:

n = número de unidades muestrales

E = error con el que se quiere obtener los valores de un determinado parámetro

t = valor que se obtiene de las tablas de "t" de Student, se usa $t = 0,05$

N = total de unidades muestrales en toda la población

CV = coeficiente de variación del muestreo piloto

Se trabajó en 7 parcelas de 0,25 ha (50 m x 50 m) se midió la altura de los cactus y los resultados fueron:

Tabla 10. Promedio de altura de las plantas de las especies endémicas de la Familia Cactaceae. Cerro San Cristóbal, comunidad de Compañía, distrito de Pacaycasa. Ayacucho 2013.

Especies endémicas	Parcelas						
	1	2	3	4	5	6	7
<i>Corryocactus ayacuchoensis</i>	0,55	0,53	0,60	0,40	0,55	1,26	0
<i>Corryocactus quadrangularis</i>	0,61	0	1,8	0,38	0,97	0,78	1,20
<i>Browningya herlingiana</i>	1,00	1,31	0	1,12	1,20	2,35	1,82
<i>Echinopsis peruviana</i>	1,60	1	2	1,8	2,05	0	1,41
<i>Oreocereus doelzianus</i>	0,44	0	0,4	0,6	0,45	0,59	0,33

Hallando el Coeficiente de Variación para cada especie:

$$CV = \frac{DS * 100}{\bar{X}}$$

Tabla 11. Coeficiente de variación de las diferentes especies endémicas de la Familia Cactaceae. Cerro San Cristóbal, comunidad de Compañía, distrito de Pacaycasa. Ayacucho 2013.

Especies endémicas	Parcelas							\bar{X}	DS	CV
	1	2	3	4	5	6	7			
<i>C. ayacuchoensis</i>	0,55	0,53	0,60	0,40	0,55	1,26	0	0,56	0,372	66,94
<i>C. quadrangularis</i>	0,61	0	1,8	0,38	0,97	0,78	1,20	0,82	0,584	71,24
<i>B. hertlingiana</i>	1,00	1,31	0	1,12	1,20	2,35	1,82	1,26	0,728	57,91
<i>E. peruviana</i>	1,60	1	2	1,8	2,05	0	1,41	1,41	0,719	51,06
<i>O. doelzianus</i>	0,44	0	0,4	0,6	0,45	0,59	0,33	0,40	0,202	50,35

CV= coeficiente de variación

DS = Desviación estándar de la muestra

\bar{X} = media

Cálculo de las unidades muestrales n

Tabla 12. Número de unidades muestrales para cada especie endémica de la familia Cactaceae en el cerro San Cristóbal, comunidad de Compañía, distrito de Pacaycasa. Ayacucho 2013.

Especies endémicas	Parcelas							n
	1	2	3	4	5	6	7	
<i>C. ayacuchoensis</i>	0,55	0,53	0,60	0,40	0,55	1,26	0	22
<i>C. quadrangularis</i>	0,61	0	1,8	0,38	0,97	0,78	1,20	24
<i>B. hertlingiana</i>	1,00	1,31	0	1,12	1,20	2,35	1,82	16
<i>E. peruviana</i>	1,60	1	2	1,8	2,05	0	1,41	13
<i>O. doelzianus</i>	0,44	0	0,4	0,6	0,45	0,59	0,33	13

$E = 35\%$

$t = 2,447$ (gl= 6 y 95 % de probabilidad)

$N = 550$

Se tomó el mayor número de unidades muestrales, 24 (correspondiente a la especie *Corryocactus quadrangularis*). Las unidades muestrales se dividieron en los 3 estratos altitudinales:

Estrato bajo : 8 unidades muestrales

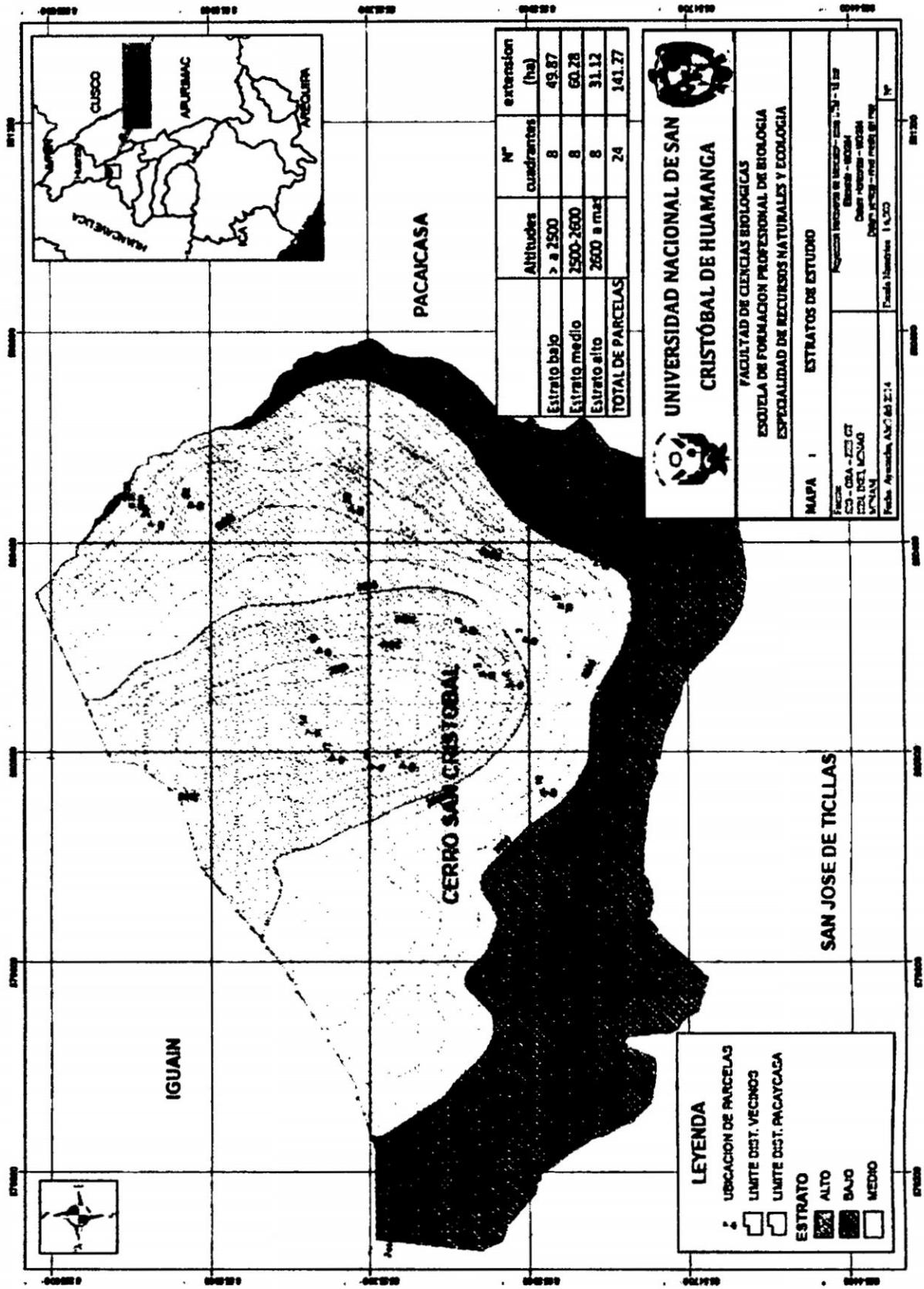
Estrato medio : 8 unidades muestrales

Estrato alto : 8 unidades muestrales



Anexo 2. Lado este del cerro San Cristóbal en la comunidad de Compañía, distrito Pacaycasa. Ayacucho 2013.

Anexo 3. Mapa de la ubicación de las parcelas de muestreo en el cerro San Cristóbal, comunidad de Compañía, distrito de Pacaycasa. Ayacucho 2013.



Anexo 4. Coordenadas UTM y altitud de las parcelas de muestreo en el cerro San Cristóbal, comunidad de Compañía, distrito de Pacaycasa. Ayacucho 2013.

Parcelas	m E	m N	ALTITUD (msnm)
1	580355	8554865	2373
2	580275	8554932	2498
3	580211	8554999	2561
4	580127	8555026	2618
5	580146	8555079	2645
6	580231	8555115	2609
7	579797	8554800	2442
8	579954	8554833	2495
9	579934	8554882	2538
10	579923	8554964	2572
11	579795	8554952	2512
12	580105	8554808	2497
13	580181	8554756	2500
14	580751	8555297	2452
15	579972	8555230	2732
16	579971	8555288	2743
17	579986	8555362	2746
18	580037	8555407	2697
19	580191	8555387	2620
20	580461	8555325	2567
21	580470	8555739	2505
22	580470	8555628	2550
23	580484	8555740	2502
24	580433	8555703	2534

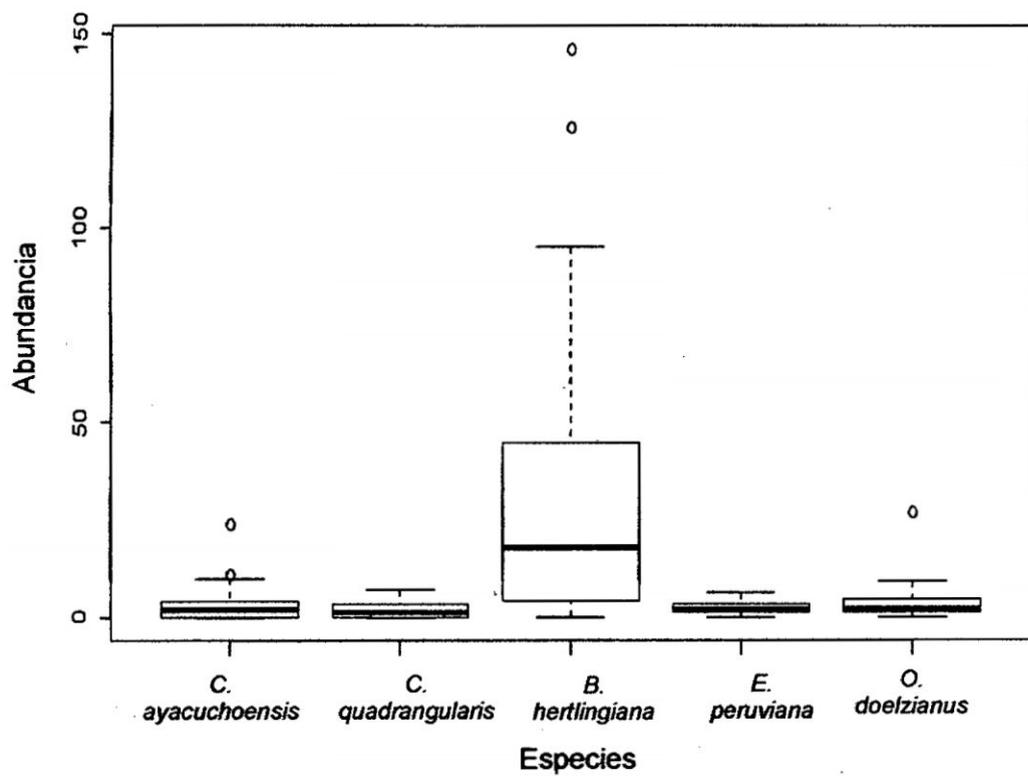
Anexo 5. Número de individuos de las especies endémicas de la Familia Cactaceae por Estrato altitudinal y por parcela, en el cerro San Cristóbal, comunidad de Compañía, distrito de Pacaycasa. Ayacucho 2013.

Estrato	Parcela	C. <i>ayacuchoensis</i>	C. <i>quadrangularis</i>	B. <i>hertlingiana</i>	E. <i>peruviana</i>	O. <i>doelzianus</i>
EB	1	2	3	1	3	3
	2	0	1	22	4	4
	7	0	5	25	3	2
	8	2	0	6	2	2
	12	4	0	32	1	1
	14	2	3	146	1	1
	21	5	2	41	2	2
	23	0	3	95	3	7
EM	3	0	0	29	5	5
	9	0	0	7	2	1
	10	1	0	14	1	1
	11	3	0	59	1	0
	13	2	2	48	0	1
	20	10	4	13	2	0
	22	2	7	80	1	2
	24	0	0	126	4	4
EA	4	0	0	8	6	3
	5	0	1	8	2	2
	6	2	0	39	4	4
	15	5	2	0	0	0
	16	24	5	2	0	9
	17	11	6	0	2	27
	18	2	1	0	2	8
	19	4	1	0	0	7

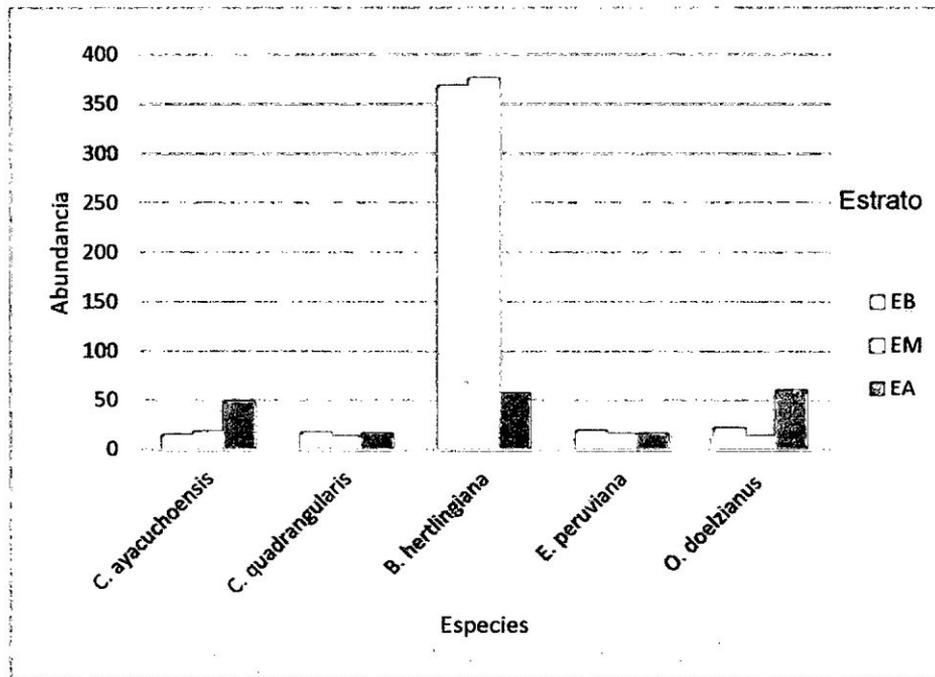
EB = Estrato bajo

EM = Estrato medio

EA = Estrato alto



Anexo 6. Abundancia de las especies endémicas de la Familia Cactaceae en el cerro San Cristóbal. Comunidad de Compañía, distrito de Pacaycasa. Ayacucho 2013.



Anexo 7. Abundancia de las especies endémicas de la Familia Cactaceae en diferentes estratos altitudinales del cerro San Cristóbal, comunidad de Compañía, distrito de Pacaycasa. Ayacucho 2013.

Anexo 8. Abundancia de especies en el Estrato bajo del cerro San Cristóbal, comunidad de Compañía, distrito de Pacaycasa, Ayacucho 2013.

	Parcela											Total
	1	2	7	8	12	14	21	23	23	23	23	
Especies endémicas	1	2	7	8	12	14	21	23	23	23	23	15
	2	0	0	2	4	2	5	0	3	2	3	17
	3	1	5	0	0	3	2	95	41	2	3	368
C. quadrangularis	1	22	25	6	32	146	41	3	2	2	3	19
C. ayacuchoensis	3	4	3	2	1	1	2	2	2	2	7	22
B. herlingiana	3	4	2	2	1	1	2	2	2	2	108	441
E. peruviana	12	31	35	12	38	153	52	52	52	52	108	441
O. doelzianus	12	31	35	12	38	153	52	52	52	52	108	441
Total												

Anexo 9. Abundancia de especies en el Estrato medio del cerro San Cristóbal, comunidad de Compañía, distrito de Pacaycasa, Ayacucho 2013.

Especies endémicas	Parcela										Total
	3	9	10	11	13	20	22	24	24	Total	
<i>C. quadrangularis</i>	0	0	1	3	2	10	2	0	0	18	
<i>C. ayacuchoensis</i>	0	0	0	0	2	4	7	0	0	13	
<i>B. hertlingiana</i>	29	7	14	59	48	13	80	126		376	
<i>E. peruviana</i>	5	2	1	1	0	2	1	4		16	
<i>O. doelzianus</i>	5	1	1	0	1	0	2	4		14	
Total	39	10	17	63	53	29	92	134		437	

Anexo 10. Abundancia de especies en el Estrato alto del cerro San Cristóbal, comunidad de Compañía, distrito de Pacaycasa, Ayacucho 2013.

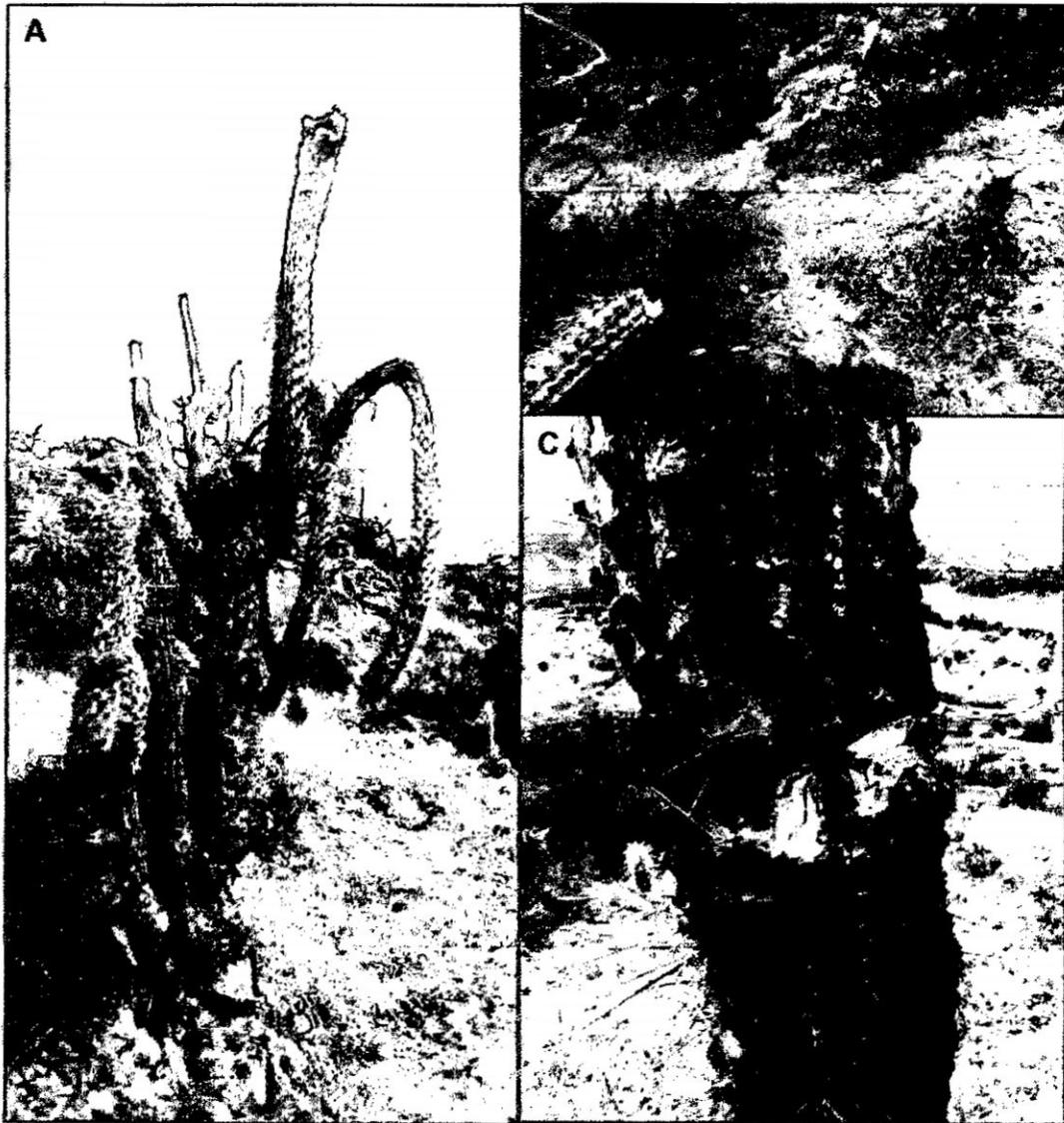
	Parcela										Total
	4	5	6	15	16	17	18	19	48	57	
Especies endémicas	0	0	2	5	24	11	2	1	0	0	16
C. quadrangularis	0	1	0	2	5	6	0	0	0	0	16
C. ayacuchoensis	8	8	39	0	2	2	2	2	8	7	60
B. hertlingiana	6	2	4	0	0	9	27	13	12	12	197
E. peruviana	3	2	4	0	7	40	46	46	46	46	197
O. doelzianus	17	13	49	7	40	40	46	46	46	46	197
Total	17	13	49	7	40	40	46	46	46	46	197

Anexo 11. Índices de diversidad de cactáceas endémicas por parcelas en el cerro San Cristóbal, comunidad de Compañía, distrito de Pacaycasa. Ayacucho 2013.

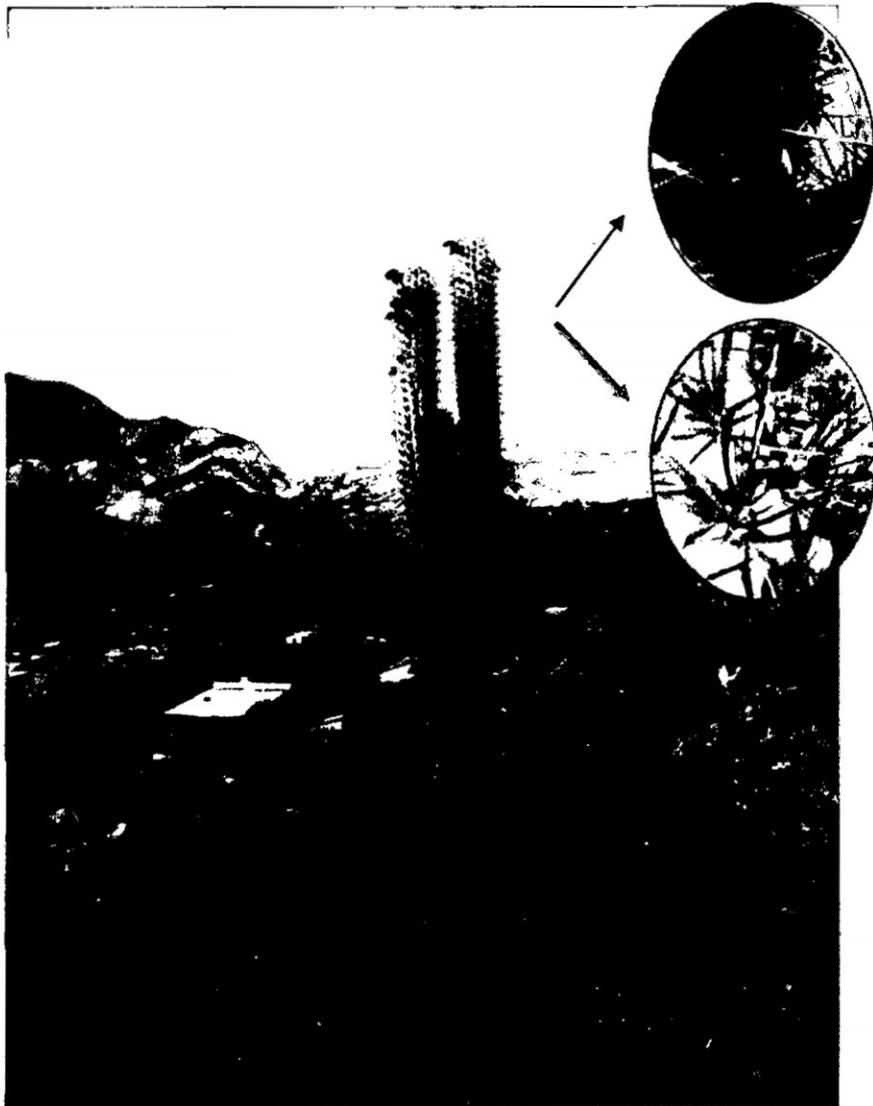
Parcela	Riqueza	Abundancia	Índice de diversidad	
			Shannon	Simpson
1	5	12	1,545	0,778
2	4	31	0,883	0,462
7	4	35	0,892	0,459
8	4	12	1,242	0,667
12	4	38	0,573	0,278
14	5	153	0,244	0,089
21	5	52	0,789	0,365
23	4	108	0,489	0,221
3	3	39	0,747	0,414
9	3	10	0,802	0,46
10	4	17	0,66	0,311
11	3	63	0,272	0,12
13	4	53	0,412	0,177
20	4	29	1,184	0,656
22	5	92	0,533	0,237
24	3	134	0,268	0,114
4	3	17	1,028	0,623
5	4	13	1,072	0,568
6	4	49	0,721	0,352
15	2	7	0,598	0,408
16	4	40	1,052	0,571
17	4	46	1,057	0,579
18	4	13	1,072	0,568
19	3	12	0,888	0,542



Anexo 12. Recolección de datos en el cerro San Cristóbal, comunidad de Compañía, distrito de Pacaycasa. Ayacucho, 2013. A. Establecimiento del cuadrante (50x50m), B. Midiendo altura de *B. heringiana*



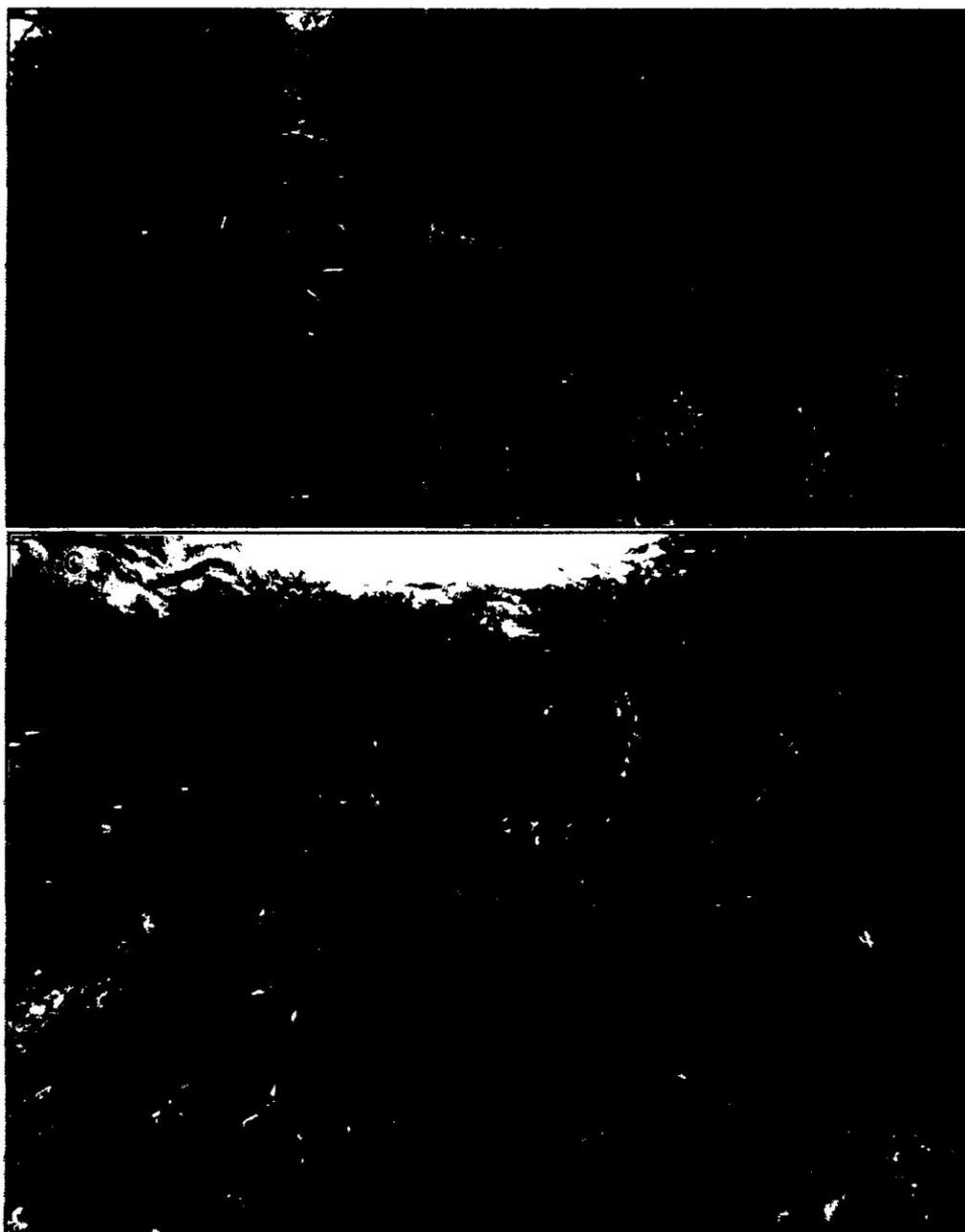
Anexo 13. Mortalidad de Cactus en el cerro San Cristóbal, comunidad de Compañía, distrito de Pacaycasa. Ayacucho, 2013. A. *B. hertingiana* seca, B. Individuo de *B. hertingiana* talado. C. Daño de cactus por causas antrópicas.



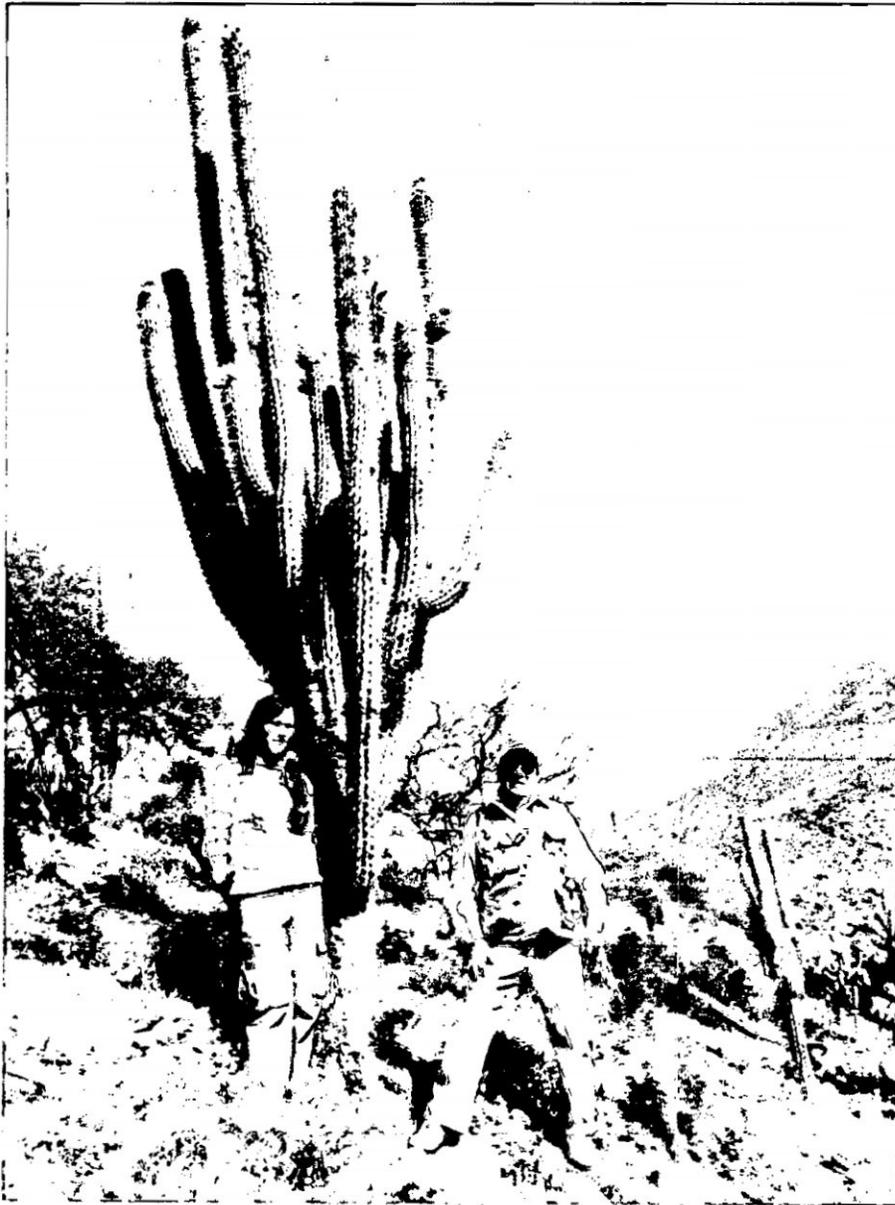
Anexo 14. Especie de "caracol" y "tillansia" viviendo en asociación con el cactus, cerro San Cristóbal, comunidad de Compañía, distrito de Pacaycasa. Ayacucho, 2013.



Anexo 15. Izquierda, especie de *B. hertingiana*, derecha, especie de *E. peruviana* con fruto, cerro san Cristóbal, comunidad de Compañía, distrito de Pacaycasa. Ayacucho, 2013.



Anexo 16. Especies endémicas de cactus, cerro San Cristóbal, comunidad de Compañía, distrito de Pacaycasa. Ayacucho, 2013. A. Fruto de la especie de *C. ayacuchoensis*, B. Cobertura de *O. doelzinaus*, C. Cobertura de la especie *C. quadrangularis*.



Anexo 17. Trabajo en campo realizado con el asesor, Dr. Jesús De La Cruz, cerro San Cristóbal, comunidad de Compañía, distrito de Pacaycasa. Ayacucho 2013.

Anexo 18. Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	MARCO TEÓRICO	HIPÓTESIS	VARIABLE EN ESTUDIO	METODOLOGÍA
¿Qué especies endémicas de la Familia Cactaceae se encuentran en el cerro San Cristóbal, comunidad de Compañía, distrito de Pacaycasa, provincia de Huamanga, Ayacucho y determinar las características morfológicas y poblacionales. Objetivos específicos Identificar especies endémicas de la Familia Cactaceae en el cerro San Cristóbal.	Objetivo General Identificar especies endémicas de la Familia Cactaceae en el cerro San Cristóbal, comunidad de Compañía, distrito de Pacaycasa, provincia de Huamanga, Ayacucho y determinar las características morfológicas y poblacionales. Objetivos específicos Identificar especies endémicas de la Familia Cactaceae en el cerro San Cristóbal.	Familia de las cactáceas, distribución geográfica, morfología y taxonomía. Especies endémicas de las cactáceas de Ayacucho. Características poblacionales: densidad, estructura y distribución.	En el cerro San Cristóbal se encuentra más de una especie endémica de la Familia Cactaceae, cuyas características poblacionales varía en los diferentes pisos altitudinales (zona baja, media y alta) del cerro San Cristóbal.	El presente trabajo es de investigación descriptiva. Presencia de especies endémicas. Características poblacionales	Tipo de investigación Básica Nivel de Investigación Descriptiva Diseño Descriptivo Muestreo Población: cactáceas del cerro San Cristóbal Muestra: especies endémicas de cactáceas del cerro San Cristóbal Muestreo. Estratificación en tres zonas, parcelación (50 x 50 m) Instrumentos Wincha, GPS, cámara fotográfica, cuchillo, regla, guantes y prensa botánica,
¿Cuáles son las características morfológicas y poblacionales de cada uno de ellos?	Realizar la caracterización botánica de las especies. Determinar las características poblacionales (densidad, estructura, distribución) de los cactus endémicos en la zona.				

BIBLIOTECA E INFORMACION CULTURAL
U.N.S.C.H.