

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**

OFICINA UNIVERSITARIA DE INVESTIGACIÓN



**“COMPARACIÓN DEL DESARROLLO DE *Colletia spinosissima*  
(Corona de Cristo) EN LA ISLA LAGARTO EN EL LAGO  
TITICACA”**

# **TESIS**

**PRESENTADO POR:**

**Br. ROSA ELENA IMILL MORALES HINOJOSA**

**PARA OBTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**LICENCIADO EN BIOLOGÍA**

**PROMOCION 2012**

**PUNO-PERÚ**

**2014**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**  
**CARRERA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA**  
**OFICINA UNIVERSITARIA DE INVESTIGACIÓN**



**"COMPARACIÓN DEL DESARROLLO DE *Colletia spinosissima*  
(Corona de Cristo) EN LA ISLA LAGARTO EN EL LAGO  
TITICACA"**

**TESIS**

PRESENTADO POR:

**Br. ROSA ELENA IMILL MORALES HINOJOSA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
LICENCIADO EN BIOLOGÍA  
PROMOCIÓN: 2012**



**PUNO - PERÚ  
2014**

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
CARRERA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA

“COMPARACIÓN DEL DESARROLLO DE *Colletia spinosissima*  
(Corona de Cristo) EN LA ISLA LAGARTO EN EL LAGO TITICACA”

TESIS

PRESENTADA POR LA BACHILLER:

ROSA ELENA IMILL MORALES HINOJOSA

PARA OPTAR EL TITULO DE: LICENCIADO EN BIOLOGÍA

APROBADA POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:

PRESIDENTE

M.Sc. Gilmar GOYZUETA CAMACHO

MIEMBRO I

M.Sc. Alfredo LOZA DEL CARPIO

MIEMBRO II

M.Sc. María Isabel VALLENAS GAONA

DIRECTOR DE TESIS

Dr. Ángel CANALES GUTIÉRREZ

Área: Ecología

Línea: Conservación y aprovechamiento de recursos naturales

Tema: Diversidad Biológica

## DEDICATORIA

Dedico mi proyecto de investigación a mi familia, que siempre confió en mí y sobre todo me apoyo en la ejecución y culminación de mi proyecto de investigación.

## AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por haberme iluminado y por darme aliento en esta etapa de mi vida, y permitir que todo salga bien.

Al Dr. Ángel Canales Gutiérrez, quien supo guiarme de manera correcta en la ejecución de mi investigación, por brindarme su apoyo en toda mi etapa universitaria.

A los docente de la Facultad de Ciencias Biológicas, en especial a los docentes del Área de Ecología, por brindarme todos los conocimientos que he adquirido durante los años de estudio universitario.

A los jurados que con las mejores intenciones supieron corregir y guiar para la presentación final de mi informe de tesis.

A todos mis compañeros con los cuales pasamos momentos agradables apoyándonos para culminar nuestros estudios.

A todas las personas que me apoyaron en la ejecución de mi proyecto de investigación.

## Índice

<b>RESUMEN</b> .....	1
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	2
<b>II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b> .....	4
2.1. Marco Teórico .....	4
2.1.1. Isla .....	4
2.1.2. Parámetros ambientales .....	7
2.1.3. Características generales de <i>Colletia spinosissima</i> (corona de cristo) .....	10
2.2. Antecedentes.....	12
2.2.1 Factores ambientales que determinan el crecimiento de plantas.....	12
2.2.2 Crecimiento de plantas y factores ambientales en islas.....	14
<b>.III. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	17
3.1 Zona de estudio.....	17
3.2 Metodología.....	18
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES</b> .....	23
4.1. Analizar los parámetros ambientales como temperatura, humedad, velocidad del viento y dirección del viento, que influyen en el crecimiento en longitud y diámetro del tallo de Corona de Cristo en la isla Lagarto en el Lago Titicaca-Puno.....	23
A.    Influencia de los parámetros ambientales en el crecimiento de diámetro (cm) de Corona de cristo .....	23
a. 1. Temperatura °C .....	25
a.2. Humedad ambiental % .....	28
a. 3. Velocidad del viento m/s.....	30

B.	Influencia de los parámetros ambientales en el crecimiento en longitud (cm) de Corona de cristo.....	32
	b.1. Temperatura °C.....	32
	b.2. Humedad ambiental %.....	34
	b. 3. Velocidad del viento (m/s).....	35
C.	Comparación del crecimiento en longitud (cm) y diámetro (cm) de Corona de cristo entre ambos sectores Este y Oeste de la isla Lagarto.....	38
	c. 1. Crecimiento en longitud (cm).....	38
	c. 2. Crecimiento en diámetro (cm).....	40
D.	Crecimiento de longitud (cm) y diámetro (cm) de Corona de cristo en relación al tiempo (regresión lineal) .....	43
4.2.	Determinar la diferencia de los parámetros ambientales como temperatura, humedad, velocidad del viento y dirección del viento en los sectores Este y Oeste de la Isla Lagarto en el Lago Titicaca-Puno. ....	46
	A. Temperatura (°C).....	46
	B. Humedad ambiental (%) .....	49
	C. Velocidad del viento (m/s) .....	51
<b>V.-</b>	<b>CONCLUSIONES</b> .....	54
<b>VI.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	56
<b>VII.-</b>	<b>LITERATURA CITADA</b> .....	57
<b>ANEXOS</b>	.....	64

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 01</b> Coeficiente de correlación de Pearson (r) entre los parámetros ambientales y el diámetro (cm) de <i>Colletia spinosissima</i> , para ambos estadios maduro y juveniles en el hábitat Este y Oeste de la isla Lagarto, Lago Titicaca, Puno, 2014.....	24
<b>Cuadro 02</b> Coeficiente de correlación de Pearson (r) entre los parámetros ambientales y crecimiento en longitud (cm) de <i>Colletia spinosissima</i> , para ambos estadios maduro y juveniles en el hábitat Este y Oeste de la isla Lagarto, Lago Titicaca, Puno, 2014.....	32
<b>Cuadro 03</b> Dirección del viento en ambos sectores de Este y Oeste en los meses de estudio de la isla Lagarto, lago Titicaca, Puno, 2014.....	37
<b>Cuadro 04</b> Promedio del crecimiento en longitud (cm) de <i>Colletia spinosissima</i> en dos hábitats y estadios de desarrollo, en la isla Lagarto, Lago Titicaca, Puno 2014.....	38
<b>Cuadro 05</b> Promedio del diámetro (cm) de <i>Colletia spinosissima</i> en dos hábitats y estadios de desarrollo, en la isla Lagarto, lago Titicaca, Puno, 2014.....	40
<b>Cuadro 06</b> Temperatura ambiental (°C) en dos hábitats y meses, en la isla Lagarto, Lago Titicaca, Puno, 2014.....	46
<b>Cuadro 07</b> Humedad ambiental (%) en dos hábitats y meses, en la isla Lagarto, Lago Titicaca, Puno, 2014.....	49
<b>Cuadro 08</b> Velocidad del viento (m/s) en dos hábitats y meses, en la isla Lagarto, Lago Titicaca, Puno, 2014.....	51
<b>Cuadro 09:</b> Datos del crecimiento en longitud (cm) y diámetro (mm) de Corona de cristo, del sector Oeste de la isla Lagarto, Lago Titicaca, Puno 2014.....	65
<b>Cuadro 10:</b> Datos del crecimiento en longitud (cm) y diámetro (mm) de Corona de cristo, del sector Este de la isla Lagarto, Lago Titicaca, Puno 2014.....	66



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 01</b> Ubicación de la zona de estudio.....	17
<b>Figura 02</b> Señalización del punto de inicio de la medición, con alambre y cinta de embalaje color rojo.....	19
<b>Figura 03</b> Identificación por numeración de cada individuo; colocamos el número de planta en la piedra con pintura azul.....	19
<b>Figura 04</b> Medición de longitud (cm) con cinta métrica, en el lado Oeste de la isla Lagarto, Lago Titicaca, Puno 2014.....	20
<b>Figura 05</b> Medición de diámetro (cm) con vernier, en la isla Lagarto, Lago Titicaca, Puno 2014.....	20
<b>Figura 06</b> Coeficiente de correlación entre diámetro (cm) y longitud (cm) de A) tallos maduros- lado Este ( $r=0.66$ , $n=75$ ), B) tallos maduro- lado Oeste ( $r=0.58$ , $n=100$ ); C) tallos juveniles-lado Este ( $r=0.56$ , $n=75$ ); D) tallos juveniles-lado Oeste ( $r=0.67$ , $n=100$ ).....	24
<b>Figura 07</b> Coeficiente de correlación entre diámetro (cm) y temperatura °C en a) tallos maduros- lado Este ( $r= -0.20$ , $n=75$ ), b) tallos juveniles- lado Este ( $r=-0.25$ , $n=75$ ); C) tallos maduros-lado Oeste ( $r=0.16$ , $n=100$ ); d) tallos juveniles-lado Oeste ( $r=0.17$ , $n=100$ ).....	27
<b>Figura 08</b> Coeficiente de correlación entre diámetro (cm) y humedad ambiental (%) en a) tallos maduros- lado Este ( $r= -0.23$ , $n=75$ ), b) tallos juveniles- lado Este ( $r= -0.24$ , $n=75$ ); c) tallos maduros-lado Oeste ( $r=0.21$ , $n=100$ ); d) tallos juveniles-lado Oeste ( $r= 0.27$ , $n=100$ ).....	29
<b>Figura 09</b> Coeficiente de correlación entre diámetro (cm) y velocidad del viento (m/s) en a) tallos maduros- lado Este ( $r= 0.71$ , $n=75$ ), b) tallos maduro- lado Este ( $r= 0.21$ , $n=75$ ); c) tallos juveniles-lado Oeste ( $r=0.59$ , $n=100$ ); d) tallos juveniles-lado Oeste ( $r= 0.13$ , $n=100$ ).....	31

**Figura 10** Coeficiente de correlación entre la longitud (cm) y temperatura °C en a) tallos maduros- lado Este ( $r= 0.42$ ,  $n=75$ ), b) tallos juvenil- lado Este ( $r=0.54$ ,  $n=75$ ); c) tallos maduro-lado Oeste ( $r= 0.14$ ,  $n=100$ ); d) tallos juveniles-lado Oeste ( $r= 0.28$ ,  $n=100$ ).....33

**Figura 11** Coeficiente de correlación entre diámetro (cm) y humedad ambiental (%) en a) tallos maduros- lado Este ( $r= 0.34$ ,  $n=75$ ), b) tallos juvenil- lado Este ( $r= 0.47$ ,  $n=75$ ); c) tallos maduro-lado Oeste ( $r= 0.14$ ,  $n=100$ ); d) tallos juveniles-lado Oeste ( $r= 0.19$ ,  $n=100$ ).....34

**Figura 12** Coeficiente de correlación entre diámetro (cm) y velocidad del viento (m/s) en a) tallos maduros- lado Este ( $r= 0.0.71$ ,  $n=75$ ), b) tallos juveniles- lado Este ( $r= 0.48$ ,  $n=75$ ); c) tallos maduros-lado Oeste ( $r=0.64$ ,  $n=100$ ); d) tallos juveniles-lado Oeste ( $r= 0.84$ ,  $n=100$ ).....36

**Figura 13** Crecimiento en longitud (cm) de *Colletia spinosissima* según meses en la isla Lagarto, lago Titicaca, Puno, 2014.....39

**Figura 14** Crecimiento en diámetro (cm) de *Colletia spinosissima* según meses en la isla Lagarto, lago Titicaca, Puno, 2014.....41

**Figura 15** Regresión lineal entre el crecimiento en longitud (cm), diámetro (cm) entre los meses de estudio (tiempo,  $n=5$ ) del hábitat Este de la isla Lagarto; a) Longitud juvenil ( $r^2=0.09$ ,  $n=75$ ); b) Diámetro juvenil ( $r^2=0.58$ ,  $n=75$ ); c) Longitud maduro ( $r^2=0.07$ ,  $n=75$ ) y d) Diámetro maduro ( $r^2=0.19$ ,  $n=75$ ).....44

**Figura 16** Regresión lineal entre el crecimiento en longitud (cm), diámetro (cm) entre los meses de estudio (tiempo,  $n=5$ ) del hábitat Oeste de la isla Lagarto; a) Longitud juvenil ( $r^2= 0.13$ ,  $n=100$ ); b) Diámetro juvenil ( $r^2= 0.26$ ,  $n=100$ ); c) Longitud maduro ( $r^2= 0.05$ ,  $n=100$ ) y d) Diámetro maduro ( $r^2= 0.15$ ,  $n=100$ ).....45

**Figura 17** Temperatura ambiental (°C) según hábitats en la isla Lagarto, lago Titicaca, Puno, 2014.....47

<b>Figura 18</b> Temperatura ambiental (°C) según meses en la isla Lagarto, lago Titicaca, Puno, 2014.....	48
<b>Figura 19</b> Humedad ambiental (%) según hábitats en la isla Lagarto, lago Titicaca, Puno 2014.....	50
<b>Figura 20</b> Humedad ambiental (%) según meses en la isla Lagarto, lago Titicaca, Puno, 2014.....	50
<b>Figura 21</b> Velocidad del viento (m/s) según hábitats en la isla Lagarto, lago Titicaca, Puno, 2014.....	52
<b>Figura 22</b> Velocidad del viento (m/s) según meses en la isla Lagarto, lago Titicaca, Puno, 2014.....	52
<b>Figura 23</b> Isla Lagarto, ubicada en el Lago Titicaca, Distrito de Capachica, Provincia Puno 2014.....	67
<b>Figura 24</b> Sector Este de la Isla Lagarto, ubicada en el Lago Titicaca, Distrito de Capachica, Provincia Puno 2014.....	68
<b>Figura 25</b> Sector Oeste de la Isla Lagarto, ubicada en el Lago Titicaca, Distrito de Capachica, Provincia Puno 2014.....	68
<b>Figura 26</b> Crecimiento de <i>Colletia spinosissima</i> en el sector Este de la Isla Lagarto, ubicada en el Lago Titicaca, Distrito de Capachica, Provincia Puno 2014.....	69
<b>Figura 27</b> Crecimiento de <i>Colletia spinosissima</i> en el sector Oeste de la Isla Lagarto, ubicada en el Lago Titicaca, Distrito de Capachica, Provincia Puno 2014.....	69

## RESUMEN

La investigación se realizó en la isla Lagarto, ubicada en el Lago Titicaca cerca al centro poblado de Cotos, del Distrito de Capachica, de la provincia de Puno; entre los meses de mayo a octubre del 2014. Los objetivos planteados fueron 1) Analizar los parámetros ambientales como temperatura, humedad, velocidad del viento y dirección del viento, que influyen en el crecimiento en longitud y diámetro del tallo de la Corona de Cristo en la isla Lagarto en el Lago Titicaca-Puno. 2) Determinar la diferencia de los parámetros ambientales como temperatura, humedad, velocidad del viento y dirección del viento entre los sectores Este y Oeste de la Isla Lagarto en el Lago Titicaca-Puno. Las mediciones fueron mensuales, en ambos sectores Este y Oeste de la isla, se midió la longitud (cm) y diámetro (mm) de corona de cristo, en tallos juveniles y maduros de un mismo individuo, también se midieron los parámetros ambientales en ambos sectores. Para el análisis estadístico se aplicó el coeficiente de correlacion de Pearson, ANDEVA y regresión lineal, y se realizó la transformación de datos a Logaritmo natural (LogN). Los resultados de la influencia de los parámetros ambientales asociados con el crecimiento en diámetro y longitud de *Colletia spinosissima*, indican que en el sector Este la mayor asociación se presenta entre el diámetro de tallos juveniles y la velocidad del viento con 50% de asociación, también en el sector Oeste el mayor grado de asociación se presenta entre el diámetro de tallos juveniles y la velocidad del viento con un 34% de asociación. En cuanto al crecimiento en longitud (cm) el mayor grado de asociación se presenta en el sector Este entre tallos maduros y la velocidad del viento con un 50% de asociación, en tallos juveniles se presenta entre la longitud y temperatura con un 30 % de asociación y en el sector Oeste la mayor asociación de tallos maduros se da con la velocidad del viento con un 40% de asociación, también en tallos juveniles la mayor asociación se presenta entre la velocidad del viento con un 70%. En cuanto a la diferencia de crecimiento entre ambos sectores de la isla Lagarto, los resultados indican que existe diferencia significativa en el crecimiento de la longitud (cm) de tallos maduros ( $p=0.0001$ ), en tallos juveniles también existe diferencia significativa ( $p=0.001$ ), en cambio no existe diferencia significativa en el crecimiento del diámetro (cm) de tallos juveniles ( $p=0.11$ ), pero si existe diferencia en tallos maduros ( $p=0.001$ ) entre ambos sectores Este Oeste de la isla. En tanto la diferencia de los parámetros ambientales entre los sectores Este y Oeste, en temperatura; si existe diferencia significativa ( $p=0.0040$ ), para humedad no existe diferencia significativa, ( $p=0.64$ ), para velocidad del viento no existe diferencia significativa ( $p=0.66$ ), los resultados indican que el sector Este presenta mayor asociación entre el crecimiento de *Colletia spinosissima* y los parámetros ambientales, presentando también mayor crecimiento tanto en diámetro como longitud.

## I. INTRODUCCIÓN

Las Islas son ecológicamente muy importantes, se les considera como laboratorios ecológicos, por su reducido tamaño, sus límites bien definidos facilita la observación de diferentes estudios que se quieran realizar ahí; son fuentes naturales de evolución ya sea de flora y fauna (Fernández & Morici, 2002), Presentan peculiaridades (aislamiento, comunidades ecológicas sencillas, elevado número de endemismos, escasez o ausencia de depredadores, mansedumbre de las especies, etc.) que los hacen más susceptibles a los diversos factores de amenaza (Losos & Ricklefs, 2009).

El Lago Titicaca presenta gran cantidad de islas una de ellas es la isla Lagarto ubicada cerca a la isla Amantani en la península de Capachica, en isla Lagarto se desarrolla diversidad de flora, la especie dominante es *Colletia spinosissima* (Corona de cristo), esta Rhamnaceae presenta variación de tamaño dentro de la isla, en el lado Este los individuos tienen una altura mayor de 1 m, mientras que en el lado Oeste la altura es de apenas 30 cm aproximadamente. El presente proyecto trata de encontrar los factores que se encuentran relacionados a esta variación de tamaño, lo señalado es que las variables ambientales son los que presentan mayor influencia en el desarrollo de plantas, debido a que las plantas no son móviles y permanecen perennes en el sustrato y desarrollan la plasticidad fenotípica, es por eso que muchas plantas desarrollan fenotipos diferentes en respuesta a cambios en el ambiente.

Medimos los parámetros ambientales como temperatura, humedad ambiental, velocidad del viento y dirección del viento, para saber si presentan influencia en el crecimiento de Corona de cristo, esto se suma a otros factores como el sustrato donde se desarrollan, esta variación de tamaño se presenta, debido a que esta especie se encuentra en un ecosistema insular como es la isla Lagarto.

La investigación, permitirá conocer porque se produce la variabilidad de tamaño de *Colletia spinosissima* (Corona de cristo) dentro de la isla Lagarto en el Lago Titicaca. Igualmente el análisis de los factores ambientales, que ocurren en las islas, en relación al desarrollo de la plantas, coadyuvará a comprender las tendencias evolutivas clásicas de los sistemas aislados. Asimismo, la información obtenida en la investigación, servirá como base para futuras investigaciones, sobre la teoría de las islas alto andinas.

Los objetivos planteados fueron:

**Objetivo General:**

- Determinar los parámetros ambientales y la ubicación cardinal en los sectores Este y Oeste, que influyen en el crecimiento de *Colletia spinosissima* (Corona de cristo), en la isla Lagarto, Lago Titicaca, Puno.

**Objetivo Especifico:**

- Analizar los parámetros ambientales como temperatura, humedad, velocidad del viento y dirección del viento que influyen en el crecimiento en longitud y diámetro del tallo de Corona de Cristo en la isla Lagarto en el Lago Titicaca-Puno.
- Evaluar la diferencia de los parámetros ambientales de temperatura, humedad, velocidad del viento y dirección del viento entre los sectores Este y Oeste de la Isla Lagarto en el Lago Titicaca-Puno.

## II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Marco Teórico

#### 2.1.1. Isla

Las islas son fragmentos de hábitat natural donde se han establecido, adaptado y evolucionado especies y comunidades separadas del continente (Lara, *et al.* 2008); se les considera como laboratorios naturales porque tienen áreas bien definidas, con límites precisos (Collantes, 2010). También fueron consideradas por Charles Darwin como fuente importante de evidencias sobre la evolución (Losos & Ricklefs, 2009).

Son conocidos como ecosistemas insulares, que contienen especies continentales que sumada a las insulares, constituyen una biota muy diversa en ocasiones única en el mundo (Lara, *et al.*, 2008), esto se da debido a que los medios insulares poseen gran interés biológico ya que gracias a la particularidad de sus condiciones bióticas y abióticas, hacen que las islas se conviertan en verdaderos laboratorios evolutivos (Grant, 1998).

Además las islas presentan tres características para determinar su capacidad de poblamiento o colonización i) geográficas, propias de las islas y del entorno en el que esta se encuentra, ii) biológicas, inherentes a los individuos y especies que las han colonizado y iii) ecológicas, relativas a las comunidades y ecosistemas insulares que han de ser invadidos (Fernández, 1996).

#### a. Teoría de biogeografía de islas

La Teoría de la Biogeografía de Islas (TEBI), la cual tiene como puntos de partida dos suposiciones básicas. Primero, debido a que las especies siempre tienen una capacidad algo restringida de moverse, parece obvio que una isla lejana del continente o una isla pequeña reciba menos inmigrantes que una isla cercana o grande. Segundo, cuando la población de una especie es pequeña, tendrá una probabilidad más alta de extinguirse que otra población más numerosa (MacArthur & Wilson, 1967), la TEBI, no es una

teoría de patrones de distribución, sino de números de especies, específicamente en islas separadas del continente, que, proporciona varias hipótesis sobre patrones de distribución y la dinámica poblacional de especies (Miyakawa, 2004). Por medio de esta teoría, las biotas pueden considerarse entidades en proceso de cambio como respuesta de perturbaciones; ya sea por encontrarse incrementando su diversidad debido a las tasas de colonización o por el contrario disminuyendo en su riqueza debido a las extinciones (Patterson & Atmar, 1986).

Por otro lado, las islas más cercanas al continente tendrán una mayor probabilidad de recibir emigrantes de aquellas especies que se hayan extinguido y por tanto de ser recolonizadas (Gutiérrez, 2002). Las islas sufren varios procesos ecológicos y evolutivos para llegar a tener diversidad de individuos insulares tanto flora y fauna (Traveset, 2002).

#### **b. Biodiversidad de islas**

Desde el punto de vista biológico las islas están en la cuna de la historia del conocimiento sobre evolución (Losos & Ricklefs, 2009), es así que desde hacer 150 años, Charles Darwin y Alfred Russell observaron en las islas Galápagos, que las especies biológicas de una isla por lo común tienen intimas afinidades con formas del continente colindante, en vez de tenerlas con las especies de ambientes similares (Traveset, 2002), ya que son ecosistemas que presentan una biodiversidad diferente al continente, en resultado de los procesos evolutivos y ecológicos (Halffter, 1994).

Las poblaciones aisladas constituyen unidades evolutivas y, que tienden a diferenciarse del resto, básicamente por un conjunto distinto de vectores selectivos (Mayol, 2010). Además contienen valores altos de biodiversidad, sobre todo debido a la gran cantidad de especies endémicas que han evolucionado en ellas como respuesta a las condiciones peculiares de los ecosistemas (Traveset, 1999).

#### **c. Especies insulares**

Las especies insulares se caracterizan por presentar una serie de atributos como el cambio de tamaño, la pérdida del poder de dispersión, la lignificación o adquisición de la leñosidad, además la pérdida de capacidad defensiva o el desarrollo de una floración menos llamativa (Fernández & Morici, 2002). Ya que las islas poseen las características



antes mencionadas estas presentan patrones biogeográficos, las cuales presentan variación intraespecífica e interespecífica las que son conocidas como la “Regla de la isla” (Gutiérrez, 2002), ya que algunas especies se vuelven más grandes y los grandes más pequeños (Meiri *et al.*, 2008).

Aun se debaten las explicaciones de la regla de la isla por ejemplo una depredación reducida en las islas permitirá a los animales hacer muy grandes para defenderse de los depredadores o muy pequeños para ocultarse de ellos (Lomolino, 2005). Hay que recordar dos aspectos importantes en las islas, la limitación de recursos en islas y la desarmonía de las biotas, esto hace que las relaciones interespecíficas, como competencia y depredación, están disminuidas, lo que hace que aumente la competencia intraespecífica (Losos & Ricklefs, 2009).

### **c. 1. Gigantismo y Enanismo**

Son características de especies insulares que presentan cambios evolutivos tendientes a la utilización de nichos vacíos (Fernández & Morici, 2002), se presenta debido a la ausencia de fuerte competencia intraespecífica o por lo contrario, la ausencia de enemigos naturales en un ambiente con recursos limitados podría disparar la competencia intraespecífica (Foster, 1964). La regla de Bergmann (1847); explica que existe una tendencia al aumento tamaño (masa corporal) de las poblaciones de una especie al aumentar la latitud y la altitud, inicialmente se atribuyó al descenso de la relación superficie/volumen al aumentar la talla, presumiblemente ventajosa para conservar calor en climas fríos (Esquivel, 2011).

Para explicar mejor los cambios de tamaño de algunas especies en islas, se propuso un mecanismo de selección por migración, que sostiene que los responsables de los eventos fundadores no son grupos de individuos aleatoriamente elegidos de una población continental, sino que tienden a ser favorecidos en el éxito de la arribada los individuos mayores cuando la dispersión es activa o lo menores cuando la población es pasiva (Fernández & Morici, 2002), la mayoría de las especies que presentan esta variación de tamaño son los vertebrados, lo que se explica que las variables ambientales son responsables de la variación de tamaño (Meiri *et al.*, 2008).

Otro antecedente de esta variación de tamaño son los elefantes enanos de Sicilia o Chipre, el Dodo –una paloma colosal, las tortugas gigantes (Mayol, 2010). Sin embargo

en el caso de las plantas exhiben variaciones en el tamaño (de 1000 pliegues), extendiéndose menos que un milímetro para casi un metro de diámetro (Charles *et al*, 2008).

### **2.1.2. Parámetros ambientales**

Todos los organismos funcionan mejor dentro de un espectro limitado de condiciones ambientales, (Ricklefs, 2001).

Las plantas, como todos los organismos vivos, requieren una serie de condiciones que aseguren su supervivencia, cada especie tiene un intervalo de tolerancia determinado para cada uno de los factores ambientales (Seoáñez, 1998), ya que no todas las plantas reaccionan igual frente a los estímulos de las variables ambientales (Grace, 1981), esto influye que el crecimiento de plantas varíe, sobre todo en ecosistemas insulares como son las islas (Fernández & Morici, 2002).

#### **a. Plasticidad fenotípica**

La plasticidad fenotípica, es la capacidad de un organismo de producir fenotipos diferentes en respuesta a cambios en el ambiente (Gianoli, 2004), esto pasa con las plantas ya que son organismos inmóviles, no pueden eludir las condiciones ambientales desfavorables, lo cual ha originado que, a lo largo de su evolución, hayan desarrollado mecanismos que les permitan tolerar y superar las condiciones ambientales adversas (Matamoros & Moreno, 2001). Especies con gran potencial para la plasticidad en caracteres ligados a la supervivencia presentan ventajas adaptativas en ambientes inestables, heterogéneos o de transición, puesto que los cambios producidos pueden facilitar la exploración de nuevos nichos, dando como resultado el aumento de la tolerancia ambiental (Levin, 2009).

Tradicionalmente se grafica la norma de reacción situando los niveles de la variable ambiental en el eje X y los valores de expresión de un carácter fenotípico en el eje Y (Marino, 2004) siendo un fenómeno que seda en una escala ecológica, y sus consecuencias son aumento de la tolerancia a hábitats extremos.

Sin embargo, sus consecuencias evolutivas pueden ser significativas, al modular la acción de la selección natural, esto ocurriría al moderar las diferencias en adecuación biológica (fitness) de los genotipos de una población dada, como resultado de la

variación de su expresión fenotípica en los diferentes ambientes experimentados por la población (Sultan,1987). La plasticidad, sin embargo, no siempre es adaptativa, y solamente lo es si representa un mecanismo mediante el cual el valor adaptativo relativo es mantenido o aumentado como consecuencia de la influencia ambiental (Maherali *et al.*, 2009).

#### **b. Características de los factores climáticos que influyen en el desarrollo de las plantas:**

Todo análisis causal de la distribución y de la vida en común de las plantas debe estar orientado de modo que aclare qué factores ambientales influyen en la residencia ecológica (Sitte *et al.*, 1994), la interacción con el ambiente influye en mayor grado en el desarrollo de una planta que en el desarrollo morfológico de cualquier animal (Weier, *et al.*, 1983).

Los factores que afectan directamente al desarrollo de la planta son muy variados y se puede clasificar de diferentes maneras los factores que tomamos en cuenta en la investigación son.

##### **b.1. Temperatura**

La temperatura influye sobre todos los procesos vitales de la planta en particular en la fotosíntesis, la respiración, biosíntesis y la transpiración así como también influye en el crecimiento y desarrollo; distintas partes de las plantas presentan determinados límites de latencia o de muerte en relación con el frío y el calor excesivos (Sitte, *et al.*, 1994). También la repartición del calor en la superficie del globo es la causa dominante de la desigual distribución de las plantas, la diferencia de temperatura de las distintas zonas proviene de la latitud pero existen otros factores que influyen sobre la temperatura como la altura, la dirección del viento, la humedad del aire, y las corrientes de agua (Vidal, 1938).

Además a altas temperaturas, la evaporación retira gran parte de la humedad del suelo, antes de que el crecimiento de las raíces poco profundas pueda alcanzarla, la temperatura es solo una estimación de la energía térmica (Weier, *et al.*, 1983). También la temperatura afecta en el tiempo disponible para el desarrollo de la planta, temperaturas bajas puede servir de estímulo para la iniciación de ciertos procesos fisiológicos, las temperaturas altas pueden ser nocivas y causar daños directos en el

desarrollo por medio de la interrelación entre temperatura y humedad (Raven *et al.*, 1992).

### **b.2. Humedad**

La humedad ambiental de cualquier lugar está determinada por la interrelación de dos factores: Temperatura y precipitación (INRENA, 1995), es la gran reguladora de la temperatura ya que el aire húmedo mantiene equilibrio porque existe diferencia entre el día y la noche, además influye en las lluvias, ya que están provocadas por la humedad condensada, así mismo la humedad influye en la transpiración de la planta ya que la sequedad del aire aumenta la transpiración y la humedad la disminuye (Vidal, 1938).

### **b.3. Viento**

El viento influye sobre las plantas no sólo al determinar variaciones del clima, sino directamente, a través de una acción mecánica (Retuerto & Woodward, 1992), además tiene influencia directa, como agente de dispersión de las semillas, pero lo más importante es que ejerce influencia en el régimen de lluvias (Vidal, 1938).

Asimismo el efecto del viento influye sobre el crecimiento de los órganos de la planta un estudio realizado se determinó que la tasa de elongación foliar fue reducida marcadamente (Grace, 1982).

### 2.1.3. Características generales de *Colletia spinosissima* (corona de cristo)

#### a. Taxonomía

Dominio Eukaryota

Reino Plantae

División Anthophyta

Sub Division Angiospermae

Clase Dicotiledonea

Orden Rhamnales

Familia Rhamnaceae

Genero *Colletia*

Especie *Colletia spinosissima* J. F. Gmelin, 1791

#### b. Características biológicas

La familia Rhamnaceae es una familia cosmopolita de árboles, arbustos, escaladoras, (Richardson *et al.*, 2000), constituyendo un grupo monofilético (Rodríguez & Cardoso 2009) dentro de esta familia, la tribu Colletieae es un grupo que comprende seis géneros, de arbustos sin hojas, en su mayoría espinosos (Mendan y Basilio, 2001), una especie importante de la tribu Colletieae, es *Colletia spinosissima*; son plantas leñosas, raramente herbáceas, a veces trepadoras, generalmente armados con espinas foliares o estipulares, hojas simples, enteras con espinas caulinares (Condori, 2009), arbusto densamente espinoso y rígido, con una altura aproximada de 1-3 m (Cáceda & Rossel, 1994) y diámetro de tallo 8.5 mm aproximadamente (Mantilla & Olazábal, 2004).

Es una especie independientemente semiesférica de tamaño, y por lo tanto el tamaño de la planta se pueden calcular multiplicando el diámetro de la planta por la altura de la planta (Mendan y Basilio, 2001), son especies alotrópicas, de árboles que pueden llegar a medir hasta 8 m de altura (Tortosa, 1995). Presenta ramas verde olivo, de 0.3-0.4 cm

de diámetro, cilíndrico-aplanadas en su sección, dicotómicas, opuestas, decusadas, terminando siempre en espinas muy aguzadas y córneas, de unos 1.5-3 cm de longitud y 0.3-0.4 cm de diámetro (Reynel, 1988), los brotes auxiliares (ramas de espinas en la punta, brotes cortos, ramas secundarias y brotes reproductivos) están presentes en los nodos (Tortosa *et al.* 1986).

No presentan hojas son afilas (Mantilla & Olazábal, 2004), sus flores son de color rosado a rojizo; de unos 0.5 cm de longitud, dispuestas en fascículos (Reynel. 1988); con pedicelo de 3-5 mm longitud, 5 sépalos, corola ausente; receptáculo con el borde libre enrollado; 5 estambres alternos a los sépalos (Cáceda & Rossel, 1994) y epipétalos, ubicados en la comisura de los dientes de la corola. Ovario supero con disco presente; gineceo pubescente, estigma capitado (Tortosa, 1995).

Son hermafroditas, formada por fascículos axilares de 3-5 flores. Se desarrollan principalmente de la yema originados por el meristemo proximal en complejos axilares de tallos principal. Esto ocurre generalmente durante la temporada de crecimiento después de la formación de la unidad de arquitectura (Tortosa & Novora 1992).

### **c. Hábitat**

Se encuentran adaptados para hábitats xerofíticos con suelos arenosos o rocosos, desde el nivel del mar hasta los 4.200 m (Tortosa, *et al.*, 1986); amplia distribución en toda la región andina hasta Perú, Bolivia, Chile, Uruguay y Argentina (Kellerman *et al.*, 2005).

En Perú se reporta desde Piura hasta Puno, aunque probablemente cubre toda la Sierra (Reynel, 1988). En el altiplano la floración comienza entre los meses de agosto y septiembre, fructificando entre los meses de noviembre y diciembre (Cáceda & Rossel, 1996).

## 2.2. Antecedentes

### 2.2.1 Factores ambientales que determinan el crecimiento de plantas

Analizaron la potencialidad dendrocronológica de *Polylepis tarapacana* (queñoa), con el objeto de establecer los parámetros climáticos que controlan el crecimiento de *P. tarapacana*, las variaciones interanuales en el crecimiento de los árboles fueron comparadas con registros regionales de precipitación y temperatura, el total de árboles analizados fueron 77. Las funciones de correlación indican que el crecimiento radial de *P. tarapacana* está regulado por la precipitación durante el verano previo al ciclo de formación del anillo de crecimiento, en los sitios muestreados la precipitación explica aproximadamente el 50% de las variaciones interanuales en el crecimiento. Las temperaturas más elevadas del verano, que aumentan la evapotranspiración y reducen el agua en el suelo, están negativamente correlacionadas con el crecimiento (Argollo *et al.* 2004).

Estudiaron la influencia del cambio climático en el crecimiento de *Acacia nilotica*, una planta invasora de Australia. Los factores climáticos de mayor importancia son concentraciones atmosféricas de CO<sub>2</sub> el aumento de temperatura ya que *A. nilotica* es intolerante a las heladas, crece en zonas donde la temperatura media mensual del mes más frío es de 16 ° C y puede soportar temperaturas de hasta 50 ° C (Kriticos *et al.* 2003).

La influencia de la temperatura en el crecimiento de *Discaria trinervis* (Rhamnaceae), es que la temperatura media anual es de 20 °C lo que influye en el crecimiento mientras que en invierno las temperaturas son menores y retarda el crecimiento (Schmelter 2002).

Evaluaron los efectos del viento sobre el crecimiento y biomasa de mostaza blanca *Sinapis alba* para estimar la influencia de viento, se utilizó 4 individuos que presentaban el mismo desarrollo, cuando la planta estaba en 1.9 cm de alto comenzaron los tratamientos, se construyeron túneles de viento, en un invernadero, a una velocidad media de 2,2 m/s y 6,0 m/s; el ventilador de los túneles estaba encendido durante 8 h,

las plantas que estaban expuestas a fuertes vientos eran más pequeñas y su desarrollo era lento (Retuerto & Woodward 1992).

El efecto del viento de *Festuca arundinacea*, se presentó a dos niveles del viento alta y baja, el estudio se realizó por 8 días, en dos niveles bajos de viento 14 m/s y altos del viento 37 m/s. La tasa de transpiración fue mayor en la velocidad del viento superior, tanto de día como de noche. El mayor crecimiento se observó cuando los niveles del viento eran de 37, m/s (Grace & Russel 1982).

Realizaron el muestreo experimental de *Coffea arabica*, donde plantaron 156 plantas y se marcó el ápice del primer nudo, realizando las mediciones semanalmente en cada una de las ramas seleccionaron yemas, axilas y botones florares; para saber si los parámetros ambientales tenían influencia en el desarrollo morfológico, tomaron los datos climáticos de la estación meteorológica. Para evaluar la relación de las variables climáticas con las morfológicas utilizaron la teoría de las funciones de transferencia simple; donde la mayor influencia del clima estuvo relacionada con la temperatura y la longitud en cuanto al crecimiento a niveles de temperatura de 37°C (Camayo *et al.* 2003).

Los lugares de Puna que se encuentran sometidos a alta radiación solar el crecimiento de las plantas se ve dificultado por las variaciones extremas de temperatura y humedad del aire menor a 5%; siendo el crecimiento. La disminución resultante de la superficie de transpiración constituye una protección frente a las altas temperaturas, el viento y la alta evaporación (Emck *et al.* 2006).

Midieron mensualmente el aumento de anchura del anillo de *Pinus uncinata* y *Pinus sylvestris*, que condiciones climáticas influían más sobre el crecimiento de estas especies, indican que la temperatura °C es la condición climática que presenta mayor influencia sobre el crecimiento en grosor de árboles. La tasa media de crecimiento fue 0.04 mm/día, las mayores tasas de crecimiento se encontraron a temperaturas mayores a los 10°C (Camarero *et al.* 1996).

Evaluaron las relaciones de las variables climáticas con el crecimiento radial de los bosques de *Nothofagus pumilio*, en tres niveles altitudinales durante el siglo XX, en Santa Cruz- Argentina, indican que la temperatura media disminuye entre 6°C- 2°C y presenta una humedad relativa media de 79%, la relación del crecimiento con la temperatura °C en el piso altitudinal inferior (760 m de altitud) fue negativa ( $r = -0.41$ ,



n=173), en el bosque medio (950 m de altitud) no se registran relación significativa entre el crecimiento y la temperatura °C y en el bosque superior (1100 m de altitud) en crecimiento está relacionado fuertemente con la temperatura °C ( $r= 0.67$ ,  $n =78$ ), el aumento de la temperatura favorecería en forma directa el crecimiento incrementando los procesos de conductancia estomática y tasa fotosintética (SRUR *et al.* 2008).

### 2.2.2 Crecimiento de plantas y factores ambientales en islas

El ritmo estacional del viento en el arco mediterráneo español e islas baleares, evalúa el comportamiento tanto en dirección del viento, como velocidad del viento en el Arco Mediterráneo español, incluidas las islas Baleares, se realizó por observatorios ubicados en el mar, el rumbo predominante en el arco septentrional del Mediterráneo la cual fue N con sus máximos direccionales con 21,1% y 36,1%. En el periodo comprendido entre mayo y agosto, los rumbos predominantes son N y S, seguidos del E, aunque imperan los vientos del tercer cuadrante, S y SW (Viedma 2002).

Las plantas de las islas Baleares, habitan preferentemente en ambientes rocosos, con elevado grado de estrés y baja competencia interespecífica, evaluaron el endemismo de (*Crepis asii*, *Lysimachia minoricensis* y *Digitalis minor*), que debido a su baja plasticidad fenotípica presentan una elevada capacidad de adaptación a las condiciones ambientales (Galmes *et al.* 2009).

La vegetación de los sustratos rocosos sublitorales y su relación con diferentes parámetros ambientales en las Islas Canarias. La relación entre cobertura de las diferentes especies y las variables ambientales la analizaron mediante Análisis canónico de correspondencia (CCA). Los resultados del CCA muestran como las variables ambientales como temperatura, influyen de forma directa sobre la vegetación (Sangil *et al.* 2011).

Evaluaron la estructura y dinámica de *Sabina Canaria* esta forma un tipo de bosque termófilo en las islas Archipiélago, seleccionaron tres áreas de estudio representando Tenerife y Gomera aplicando muestreo sistemático en 50 puntos en cada área; analizaron el crecimiento de los individuos igual que la estructura y la vitalidad con respecto a los factores ambientales utilizando el método estadístico uni y multivariante

concluyendo que el crecimiento, estructura y vitalidad de la planta depende en gran parte de las condiciones ambientales (Otto *et al.* 2005).

Evaluaron el crecimiento de *Polylepis besseriincaram*, en la isla del Sol, Bolivia, se censaron 150 plantas, la proporción de plantas jóvenes hasta los 2 cm de diámetro fue muy baja (24 individuos), las plantas adultas con diámetro mayor a 32 cm fueron más frecuentes con 54 individuos la dominancia de plantas fue en individuos de tamaño mediano con diámetros entre 4 y 16 cm (78 individuos) (Martínez & Villarte 2009).

En la isla del Cartegada, se evaluó el crecimiento de especies arbóreas de acuerdo a la influencia que tiene la temperatura los datos obtenidos de la estación meteorológica, el clima es responsable de un elevado porcentaje de la variabilidad interanual del crecimiento, particularmente en situaciones que causan estrés hídrico, como son las bajas precipitaciones y la elevada temperatura durante la estación de crecimiento. *Q. robur*, *P. pinaster* y *L. nobilis* son las especies que presentan una mayor sensibilidad a la sequía de primavera-verano mientras que *Q. pyrenaica* y *P. pinea* ofrecen una mayor resistencia a estas condiciones de estrés hídrico (Lamas & Rozas 2007).

Se estudió a la especie leñosa *Vaccinum meridionales*, para determinar el grado de influencia que presentan los parámetros ambientales donde la humedad relativa promedio del aire fue significativamente menor durante la época seca (53,6+2,5 %) que con respecto a la húmeda (80,7+1,2 %). En consecuencia, se observó por parte de la especie un mayor control estomático y una mayor eficiencia en el uso del agua, reduciéndose así las tasas de transpiración (Cáceres & Rada 2011).

Se analizó el crecimiento en altura y diámetro de *Schinopsis quebracho-colorado* el número de años que necesitan las plantas jóvenes para alcanzar los 2 m de altura, es un mínimo de 4 años con un coeficiente de variación del 25% (Brassiolo & Pokorny, 2000).

El crecimiento de ramas de Pitayo *Stenocereus queretaroensis*, en México y la relación con la temperatura °C, el crecimiento de ramas presento una duración de 150 días y mostro la forma de una curva sigmoideal simple, cuando la temperatura se redujo el crecimiento vegetativo disminuyo gradualmente, crecimiento mostro una relación

negativa con las temperaturas promedio mensual máxima y mínima ( $r = -0.75$  y  $r = -0.83$ ;  $P \leq 0.05$ , respectivamente) (Pimienta *et al.* 2002).

Identificó las variables climáticas que controlan el crecimiento de *Pilgerodendron uviferum*, en el ecosistema insular de Chiloe, así como el ritmo anual del crecimiento radial y en altura de su tallo principal. Los resultados indican que la precipitación estival como la variable climática que más influye sobre el crecimiento radial. Ambos sitios presentan pequeños valores de crecimiento radial anual, alcanzando un promedio de 0,51 mm/año en Santa Lucía y 0,44 mm/año en Piuchue. La relación diámetro/edad y área basal/edad alcanzan valores de correlación superiores a  $r = 0,60$ , el máximo valor de crecimiento radial medio anual es alcanzado a los 110 años en el sitio Santa Lucía y a los 5 años en Piuchue. Finalmente, se determinó en 5,8 cm/año la tasa de crecimiento en altura en el sitio Santa Lucía (Roig & Boninsegna, 1991).

La heterogeneidad ambiental puede estar asociada a un aumento de la variabilidad fenotípica de las características vegetativas y reproductivas de las plantas (Pedroso *et al.* 2010)

Las predicciones climáticas para el periodo 2080-2099 en la Península Ibérica pronostican un aumento de la temperatura de 3°C, comparada con la etapa 1980-2000, estos cambios pueden reducir el crecimiento y afectar a los rasgos funcionales de la planta, para evaluar los efectos se aplicó dos niveles de riesgo 100% y 15% y dos temperaturas control y 2.5°C, sobre plantas de 12 especies leñosas. Los resultados sugieren que el incremento de temperatura no ejerce efecto significativo sobre el crecimiento de las especies leñosas (Olmo *et al.* 2013).

Se ajustan ecuaciones de regresión entre peso y diámetro del tallo en cuatro especies arbóreas o arbustivas (*Arbustus unedo*, *Pistacia terebinthus*, *Quercus ilex* y *Q. suber*), las variaciones en el diámetro y el peso de las ramas se encuentran relacionados en un 60 a 80 % (Gómez *et al.* 1986).

Se realizó la relación del crecimiento en diámetro y la temperatura de *Nothofagus betuloides*, especie longeva de los bosques de la isla Navarino, región Magallanes, presentando una correlación negativa ( $r = -0.46$ ) (Llancabure, 2011).

### .III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Zona de estudio

La investigación se realizó durante los meses de mayo a octubre del 2014, en la isla Lagarto, ubicada en el noreste del Lago Titicaca, cercano al centro poblado de Cotos del Distrito de Capachica, provincia de Puno. Sus coordenadas geográficas son 15°39'40.84'' latitud Sur y 69° 46'48.57'' longitud Oeste presenta un área 925.3 m<sup>2</sup>. La mayor parte de la isla está compuesta por piedra caliza, dentro de la isla podemos observar flora y fauna, la especie dominante en cuanto a flora es *Colletia spinosissima*, existen otras especies de flora como *Cardionema ramosissima*, *Hypericum caespitosum*, etc.; también podemos apreciar lagartijas y aves como *Anas puna*, *Anas flavorostris*, también Colibris.

La distancia entre en continente y la isla Lagarto es 599 m; la vía de ingreso es con bote a 20 min de viaje. El clima a nivel del distrito de Capachica es frío y húmedo y con vientos permanentes, con fuertes lluvias en verano y heladas en invierno, la temperatura máxima y mínima promedio del año es de 18.6 °C a -8°C (Senamhi, 2013).



**Figura 01.** Ubicación de la zona de estudio.  
Fuente Google Earth

### 3.2 Metodología

Las evaluaciones fueron cada 30 días mensualmente, siendo un total de 5 evaluaciones cada mes.

- a. Analizar los parámetros ambientales como temperatura, humedad, velocidad del viento y dirección del viento que influyen en el crecimiento en longitud y diámetro del tallo de Corona de cristo en la isla Lagarto en el Lago Titicaca-Puno.**

Seleccionamos a 35 individuos de Corona de cristo, a los cuales realizamos la medición del diámetro (mm) y longitud (cm), fueron 15 individuos seleccionados para el lado Este y 20 individuos para el lado Oeste, fueron seleccionaron al azar; de manera lineal y aleatoria a lo largo de cada lado Este y Oeste para abarcar toda el área de la isla Lagarto. Para la ubicación de los individuos seleccionados, tomamos las coordenadas con el GPS-Garmin, además enumeramos cada individuo seleccionado con pintura de color azul y blanco para poder diferenciar y ubicarlos a lo largo de la isla. Para marcar el inicio de la medición seleccionamos tallos juveniles y maduros los cuales marcamos con alambre y cinta de embalaje color rojo en la parte apical de cada tallo.

El método del estudio fue focalizado ya que se tomó el diámetro (mm) y el crecimiento (cm) de cada individuo seleccionado además se midió dos veces a un mismo individuo de Corona de cristo la primera medida se realizó en el tallo maduro en la parte del nudo del ápice del tallo y la segunda medición fue en tallo juvenil en la parte del nudo del ápice del tallo de un mismo individuo.

Para medición de longitud (cm), se utilizó cinta métrica de costura de 10 m para mayor exactitud ya que es más flexible en comparación de las cintas métricas de topografía, para marcar el inicio de la medición se utilizó cinta aislante color rojo y se reforzó con alambre. Para la medición del diámetro (mm) se utilizó el vernier calibrador; marca Stainless hardened, la medición se realizó en la misma parte del tallo donde hizo la medición del crecimiento en longitud, tanto en tallo juvenil como madura.



**Figura 02.** Señalización del punto de inicio de la medición, con alambre y cinta de embalaje color rojo.



**Figura 03.** Identificación por numeración de cada individuo; colocamos el número de planta en la piedra con pintura azul.



**Figura 04.** Medición de longitud (cm) con cinta métrica, en el lado Oeste de la isla Lagarto, Lago Titicaca, Puno 2014.



**Figura 05.** Medición de diámetro (cm) con vernier, en la isla Lagarto, Lago Titicaca, Puno 2014.

Las variables fueron el crecimiento en longitud (cm) y el diámetro (mm) de Corona de cristo en relación a los parámetros ambientales y el tiempo, los datos obtenidos fueron llenados en el la ficha de muestreo Anexo 1 y 2. Se registró un total de 350 datos para evaluar el crecimiento en longitud (cm) y diámetro (cm) de corona de cristo, para ambos sectores, en el lado Oeste un total de 200 datos entre estadios juveniles y maduros, para el lado Este 150 datos.

Para analizar el grado de afinidad o asociación entre variables dependientes e independientes, como son el crecimiento de Corona de cristo y los parámetros ambientales (temperatura, humedad, velocidad del viento y dirección del viento), se utilizó el análisis de correlación de Pearson, para ello se utilizó el programa Infostat versión estudiantil, además las medidas de los diámetros en milímetros de los tallos fueron convertidos centímetros.

Para analizar los datos de campo se utilizó Análisis de varianza (ANDEVA), con una probabilidad de 0.05; para ello también se utilizó el programa Infostat versión estudiantil, con la finalidad de comparar el crecimiento en longitud (cm) y diámetro (cm) de Corona de cristo de tallo juvenil y maduro entre ambos lados Este y Oeste de la isla Lagarto. Antes de aplicar el ANDEVA, se realizó una transformación de datos con LogN, debido a la no existencia de homogeneidad de varianza.

Además se utilizó regresión lineal  $Y = a + bx$ , también con el programa Infostat versión estudiantil, con la finalidad de evaluar el crecimiento en longitud (cm), diámetro (cm) a través los meses de evaluación.



**b. Determinar la diferencia de los parámetros ambientales como temperatura, humedad y velocidad del viento entre los sectores Este y Oeste de la isla Lagarto en el Lago Titicaca-Puno.**

En cada sector de la isla; tanto Este como Oeste se realizó las mediciones de los parámetros ambientales, cada dos horas una vez por mes durante 5 meses. La hora de toma de datos fue partir de las 09:00 h a 15:00 h. Se registro un total de 50 datos; 25 para el lado Este y 25 para el lado Oeste de la isla Lagarto del lago Titicaca. Para comprobar la diferencia de los parámetros ambientales en cada lado de la isla se alternó el inicio de la toma de datos, donde en el primer muestreo se inició las mediciones de los parámetros ambientales en el lado este y termino en el lado oeste, y en el segundo muestreo se inició en el lado Oeste y termino en el lado este, así consecutivamente se produjo la alternancia de medición.

Las repeticiones de datos de temperatura, velocidad del viento y humedad se registraron una vez cada dos horas, la dirección del viento se tomó de N-S y E-O, los datos obtenidos se registraron en una ficha de muestreo. Utilizamos el Analizador Meteorológico marca Pocket weather mater, modelo Kestrel 400 NV; facilitado por la Facultad de Ciencias Biológicas, para la medición de parámetros ambientales (temperatura, humedad, velocidad del viento y dirección del viento).

Las variables dependientes que se analizaron son la temperatura, humedad, velocidad del viento y dirección del viento y las variables independientes fueron el tiempo (meses) y ubicación cardinal (Este y Oeste de la isla).

Se calculó el promedio de los parámetros ambientales (temperatura, humedad, velocidad del viento y dirección del viento) en cada lado de la isla durante los cinco meses de estudio. La información recolectada se procesó en una base de datos de Excel.

Se aplicó la prueba bioestadística de ANDEVA, para determinar diferencias entre las variables ambientales (Temperatura, humedad, velocidad del viento) y la ubicación de la isla (Este y Oeste).

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

### **4.1. Analizar los parámetros ambientales como temperatura, humedad, velocidad del viento y dirección del viento, que influyen en el crecimiento en longitud y diámetro del tallo de Corona de Cristo en la isla Lagarto en el Lago Titicaca-Puno.**

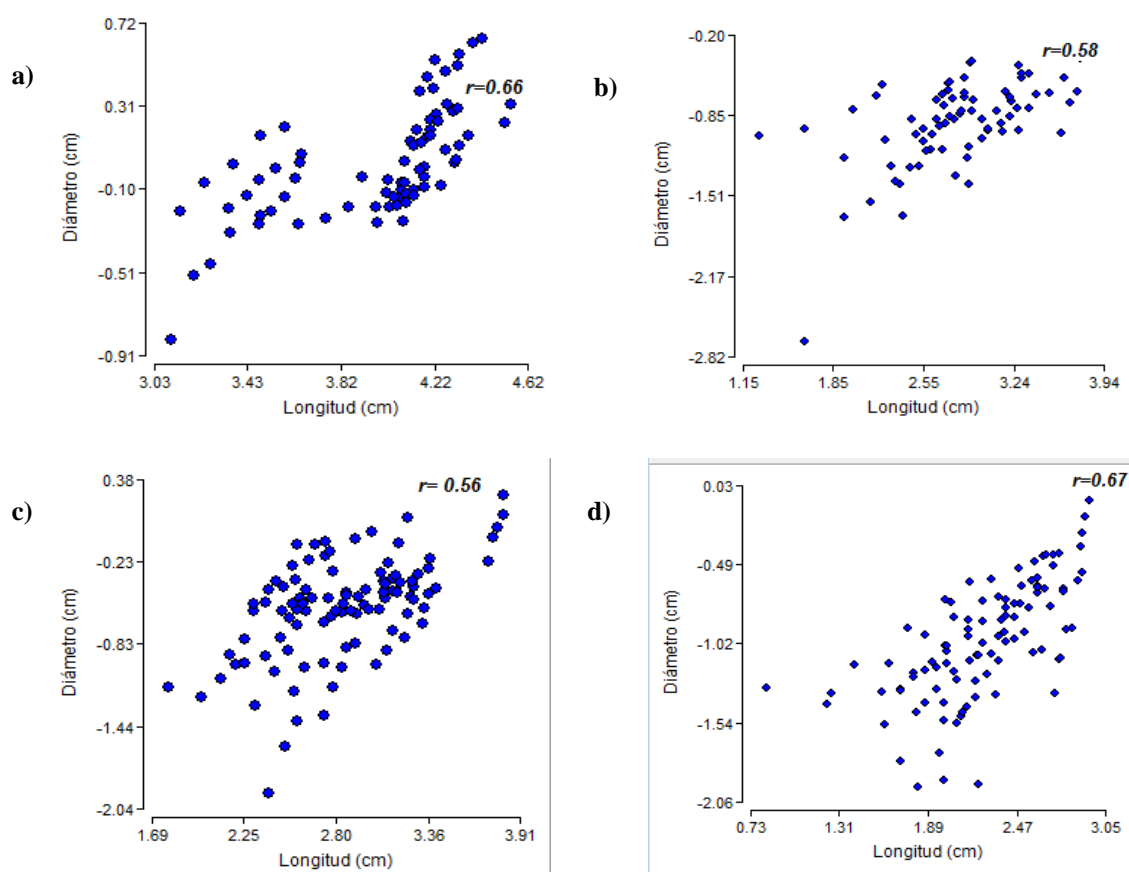
#### **A. Influencia de los parámetros ambientales en el crecimiento de diámetro (cm) de Corona de cristo**

Los resultados indican que el crecimiento en diámetro (cm) en tallos maduros en el sector Este, no presenta asociación significativa con los parámetros ambientales, el mayor grado de asociación se da entre el diámetro (cm) y la humedad ambiental (%) con apenas 8.4%, mientras que el crecimiento en diámetro de tallos juveniles presenta mayor grado de asociación, entre el diámetro (cm) y la velocidad del viento (m/s) con un 50.4%. De igual manera en el sector Oeste el diámetro de tallos maduros no presentan asociación significativa, el mayor grado de asociación se da entre el diámetro (cm) y la humedad % con un 7.3%, mientras que el crecimiento de diámetro en tallos juveniles presenta un mayor grado de asociación entre el diámetro (cm) y la velocidad del viento (m/s) con un 34.81%.

La velocidad del viento (m/s) influye más sobre el diámetro de tallos juveniles que de tallos maduros esto se debe a que los tallos juveniles se encuentran en pleno desarrollo es por eso que tanto en el lado Este como el Oeste los tallos juveniles presentan mayor influencia en el incremento en diámetro. La mayor influencia de la velocidad del viento se presenta en el lado Este de la isla.

**Cuadro 01.** Coeficiente de correlación de Pearson ( $r$ ) entre los parámetros ambientales y el diámetro (cm) de *Colletia spinosissima*, para ambos estadios maduro y juveniles en el hábitat Este y Oeste de la isla Lagarto, Lago Titicaca, Puno, 2014.

Variables	ESTE		OESTE	
	Tallo Maduro	Tallo Juvenil	Tallo Maduro	Tallo Juvenil
Diámetro y Longitud	0.66	0.58	0.56	0.67
Diámetro y Temperatura	-0.25	-0.20	0.17	0.16
Diámetro y Humedad	-0.29	-0.23	0.27	0.21
Diámetro y Velocidad. Viento	0.21	0.71	0.13	0.59



**Figura 06.** Coeficiente de correlación entre diámetro (cm) y longitud (cm) de a) tallos maduros- lado Este ( $r=0.66$ ,  $n=75$ ), b) tallos maduro- lado Oeste ( $r=0.58$ ,  $n=100$ ); c) tallos juveniles-lado Este ( $r=0.56$ ,  $n=75$ ); d) tallos juveniles-lado Oeste ( $r=0.67$ ,  $n=100$ ).

En la figura 06, los resultados indican que en el lado Este, existe mayor grado de asociación entre diámetro (cm) y longitud (cm) del tallo maduro de Corona de cristo, siendo ( $r = 0.66$ ) un 43.5%, lo cual indica que mientras el diámetro (cm) incrementa también se incrementa la longitud (cm). En cambio en tallos juveniles el mayor grado de asociación se presenta en el lado Oeste con una correlación de ( $r= 0.67$ ) un 45% en comparación con el lado Este.

De igual manera se realizó el coeficiente de correlación entre el diámetro (cm) y longitud (cm), para tallos juveniles, en el lado Este, también existe grado de afinidad entre el diámetro (cm) y longitud (cm), es  $r=0.58$ ; lo que se considera como afinidad moderada, lo que indica que en tallos juveniles, el incremento de diámetro (cm) y el crecimiento en longitud se incrementa de manera moderada. A diferencia de los tallos maduros, los tallos juveniles presentan mayor grado de afinidad en ambos lados de la isla. Estudios realizados por Frintts (2001) señalan que los anillos de crecimiento (diámetro) contienen información sobre las condiciones climáticas que en el pasado afectaron al crecimiento de los árboles.

Asimismo se realizó el coeficiente de correlación entre los parámetros ambientales (temperatura, humedad y velocidad del viento); diámetro (cm) y longitud (cm) de tallos juveniles y maduros de Corona de cristo.

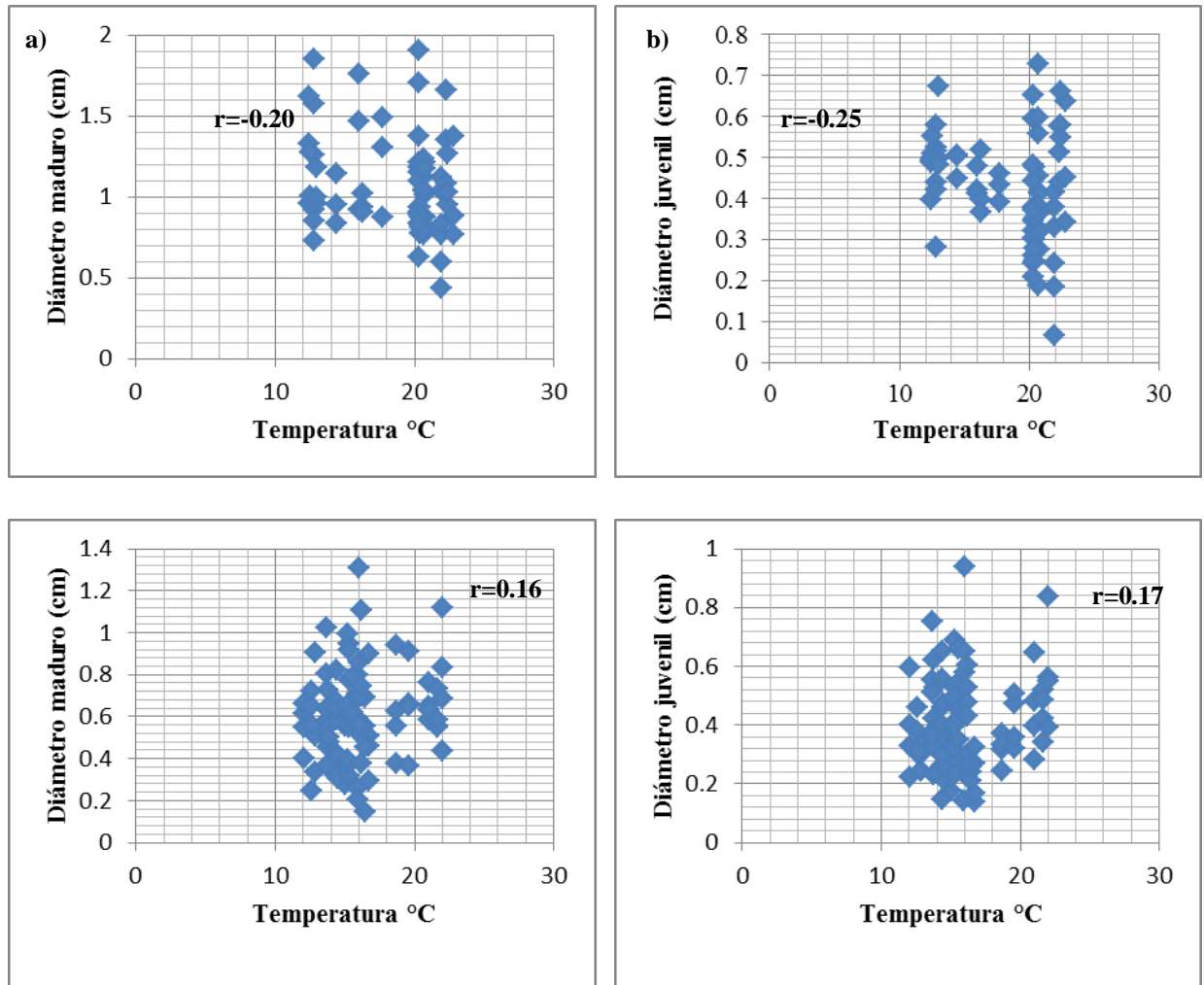
#### **a. 1. Temperatura °C**

Los resultados del Cuadro 01, indican que el sector Este presenta mayor influencia en el diámetro (cm) de Corona de cristo, la afinidad entre el diámetro (cm) y la temperatura (°C), en tallos maduros es ( $r = -0.25$ ), apenas 6.3% de afinidad y en tallos juveniles ( $r=-0.20$ ) un 4% de afinidad, casi nula, ambos presentan correlación negativa, lo que indica que a menor temperatura, mayor será el crecimiento del diámetro de Corona de cristo. Estas características, puede darse porque Corona de cristo es una especie leñosa por lo tanto su crecimiento es lento, ya que si la temperatura aumenta se alteran los procesos fisiológicos al producirse una desnaturalización de las enzimas y desorganización de algunas estructuras celulares (Fernández & Jhosnton, 2006), además porque es una especie tolerante a temperaturas bajas debido a la adaptación en respuesta a cambios en su ambiente.

Para el lado Oeste el grado de afinidad entre tallos maduros y temperatura es ( $r = 0.17$ ); 3% de afinidad y en tallos juveniles ( $r=0.16$ ), 2.5% de afinidad. Estudios similares realizados en la isla del Sol ubicada en Bolivia, indican que los parámetros climáticos controlan el crecimiento de *P. tarapacana*, presentando tolerancia a temperaturas bajas menores a los 12 °C (Argollo *et al.* 2004).

Asimismo un estudio realizado por, Srur *et al.* (2008) presenta el grado de afinidad entre el crecimiento de *Nothofagus pumilio* y la temperatura °C, en tres pisos altitudinales del continente en el piso altitudinal inferior (760 m de altitud) la correlación fue negativa ( $r= -0.41$ ,  $n=173$ ), en el bosque medio (950 m de altitud) no se registran relación significativa entre el crecimiento y la temperatura °C y en el bosque superior (1100 m de altitud) el crecimiento está relacionado fuertemente con la temperatura °C ( $r= 0.67$ ,  $n =78$ ), además indica que el aumento de la temperatura favorece en forma directa el crecimiento, incrementando los procesos de conductancia estomática y tasa fotosintética.

Sin embargo Camarero *et al.* (1996) midieron mensualmente el aumento de anchura del anillo de *Pinus uncinata* y *Pinus sylvestris* e indican que la temperatura °C es la condición climática que presenta mayor influencia sobre el crecimiento en grosor de árboles. La tasa media de crecimiento fue 0.04 mm/día, las mayores tasas de crecimiento se encontraron a temperaturas mayores a los 10°C.



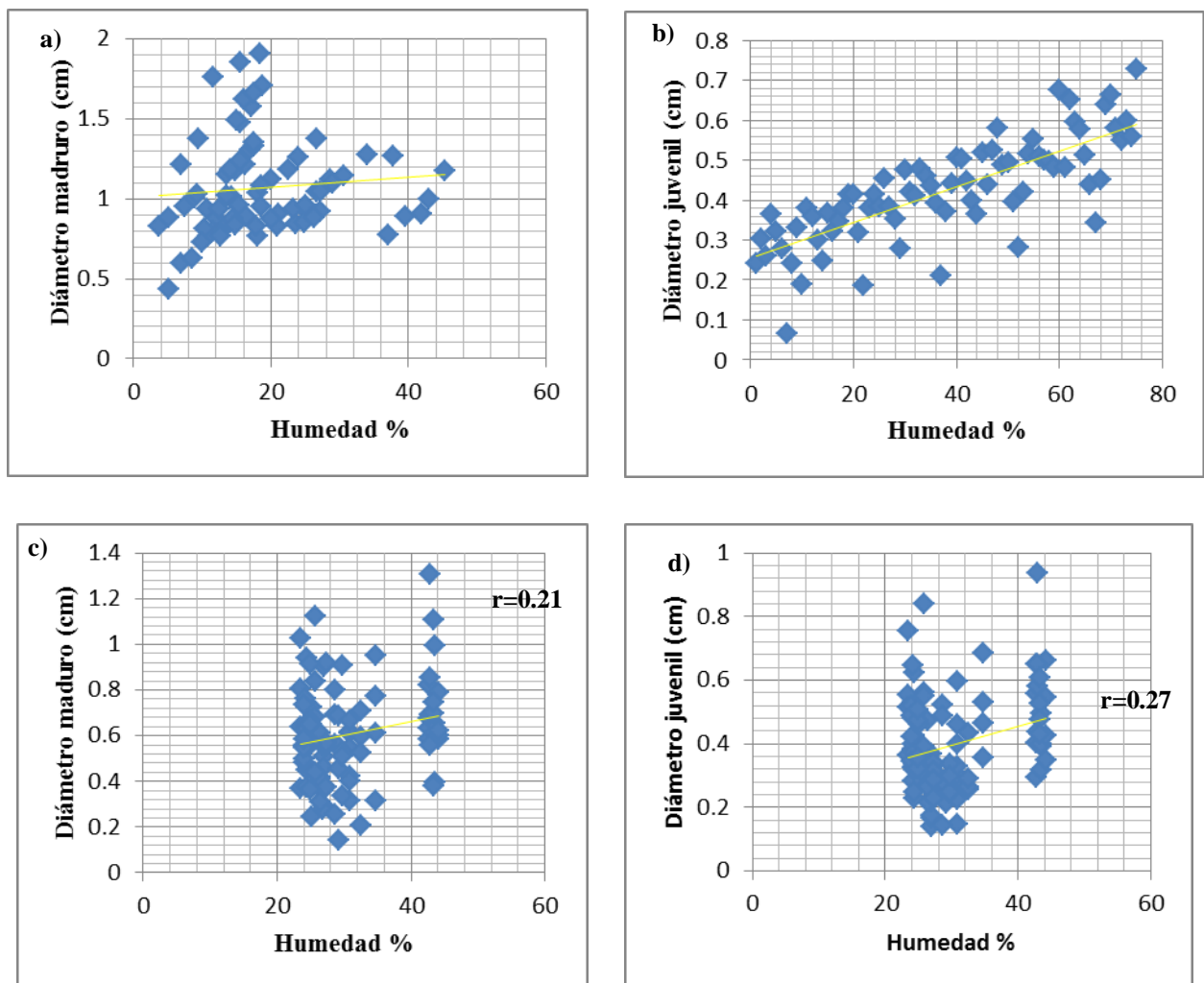
**Figura 07.** Coeficiente de correlación entre diámetro (cm) y temperatura °C en a) tallos maduros- lado Este ( $r = -0.20$ ,  $n = 75$ ), b) tallos juveniles- lado Este ( $r = -0.25$ ,  $n = 75$ ); C) tallos maduros-lado Oeste ( $r = 0.16$ ,  $n = 100$ ); D) tallos juveniles-lado Oeste ( $r = 0.17$ ,  $n = 100$ ).

Tal como se muestra en la Figura 07, en el sector Este el mayor crecimiento en diámetro (cm) tanto en tallos maduros como juveniles se presenta entre 10-15°C, temperaturas relativamente bajas, en cuanto al sector Oeste el mayor crecimiento en diámetro (cm) tanto para tallos maduros y juveniles se da ente los 20-25°C. La temperatura es un factor que determina la adaptación de las especies a diferentes localidades dado que altera diversas funciones vitales. Llancabure (2012) realizó la relación del crecimiento en diámetro y la temperatura de *Nothafagus betuloides*, especie longeva de los bosques de la isla Navarino, región Magallanes, presentando una correlacion negativa ( $r = -0.46$ ), esto se da debido que su crecimiento es lento y puede soportar temperaturas moderadamente bajas.

### a. 2. Humedad ambiental %

De igual manera se analizó el grado de afinidad entre el incremento del diámetro (cm) y la humedad ambiental (%). Para tallos maduros en el sector Este, el grado de afinidad es ( $r=-0.29$ ), 8.4%, para tallos juveniles el grado de afinidad se da en un ( $r= -0.23$ ), 5% presentando asociación baja, la humedad casi no presenta influencia sobre el incremento del diámetro (cm) del tallo maduro y juvenil en Corona de cristo en el lado Este de la isla.

La influencia de la humedad ambiental (%) en el sector Oeste en tallos maduros presenta un grado de afinidad de ( $r=0.17$ ), apenas 7% y para tallos juveniles ( $r=0.16$ ) 4%. La humedad en ambos sectores no presenta una afinidad significativa esto se debe a que en lugares de Puna que se encuentran sometidos a alta radiación solar el crecimiento de las plantas se ve dificultado por las variaciones extremas y la humedad del aire es menor a 5%; lo que hace que la superficie de transpiración constituye una protección frente a las altas temperaturas, el viento y la alta evaporación (Emck *et al.* 2006).



**Figura 08.** Coeficiente de correlación entre diámetro (cm) y humedad ambiental (%) en a) tallos maduros- lado Este ( $r= -0.23$ ,  $n=75$ ), b) tallos juveniles- lado Este ( $r= -0.24$ ,  $n=75$ ); c) tallos maduros-lado Oeste ( $r=0.21$ ,  $n=100$ ); d) tallos juveniles-lado Oeste ( $r= 0.27$ ,  $n=100$ ).

La figura 08, nos muestra que en el sector Este para tallos maduros el mayor incremento del diámetro (cm) se da al 40% de humedad, mientras que los tallos juveniles aumentan su diámetro entre los 60-80% de humedad. En el sector Oeste para tallos maduros generalmente se mantiene el incremento del diámetro (cm) en 40% de humedad de la misma manera se presenta en tallos juveniles. La humedad (%) no presenta influencia en ningún estadio juvenil y maduro en ambos sectores de la isla Este y Oeste.

Cáceres & Rada (2011) estudiaron a la especie leñosa *Vaccinium meridionales*, para determinar el grado de asociación que presentan la humedad relativa donde el promedio del aire fue significativamente menor durante la época seca ( $53,6+2,5$  %) que con



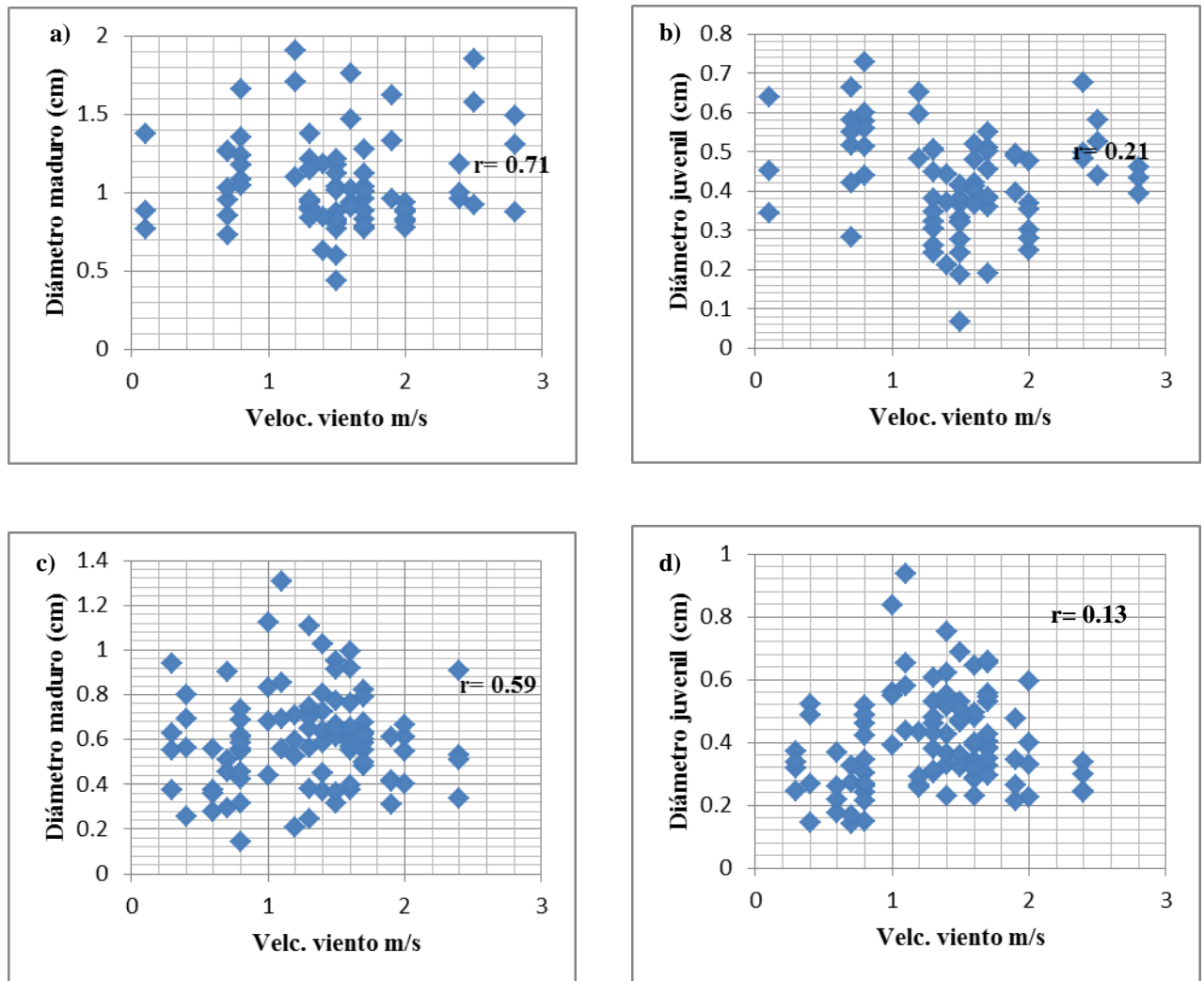
respecto a la húmeda (80,7+1,2 %), debido a la tasa de humedad alta se observó por parte de la especie un mayor control estomático, reduciéndose así las tasas de transpiración.

### a. 3. Velocidad del viento m/s

De igual manera, se analizó el grado de afinidad entre el incremento en diámetro (cm) y velocidad del viento (m/s), para tallos maduros en el sector Este, el grado de afinidad es ( $r=0.21$ ) 4%; mientras que el grado de afinidad entre el viento (m/s) y el diámetro de tallos juveniles es de ( $r= 0.71$ ), 50.4% de afinidad. Para el sector Oeste el grado de afinidad es en tallos maduros es ( $r=0.13$ ), mientras que para tallos juveniles ( $r=0.59$ ), 34%.

La velocidad del viento influye más en el sector Este que en el Oeste, esto se debe porque en el lado Este los vientos son más fuertes debido a que se encuentra hacia el lado donde se encuentra el Lago Titicaca, mientras que el lado Oeste se encuentra hacia el continente no se produce corrientes de viento fuertes. Es probable que este factor sea el condicionante para determinar la variabilidad del tamaño de Corona de cristo, lo cual indica que a vientos más fuertes mayor diámetro de tallo juveniles. Pedroso *et al.* (2010) señala que la heterogeneidad ambiental puede estar asociada a un aumento de la variabilidad fenotípica de las características vegetativas y reproductivas de las plantas.

Grace & Russel (1981) realizaron el estudio del efecto del viento en *Festuca arundinacea*, la cual se cultivó a dos niveles del viento alta y baja, el experimento se realizó 8 días el primero con niveles bajos de viento 14 m/s y el segundo a alta velocidad del viento 37 m/s donde la tasa de transpiración fue mayor en la velocidad del viento superior, tanto de día como de noche, las diferencias en las tasas de transpiración reflejan diferencias en las conductas aerodinámicas y de la hoja.



**Figura 09.** Coeficiente de correlación entre diámetro (cm) y velocidad del viento (m/s) en a) tallos maduros- lado Este ( $r = 0.71$ ,  $n = 75$ ), b) tallos maduro- lado Este ( $r = 0.21$ ,  $n = 75$ ); c) tallos juveniles- lado Oeste ( $r = 0.59$ ,  $n = 100$ ); d) tallos juveniles- lado Oeste ( $r = 0.13$ ,  $n = 100$ ).

La figura 09, indica que el mayor grado de afinidad se presenta entre tallos juveniles y la velocidad del viento en ambos sectores, el crecimiento radial del tallo causado por el viento es usualmente asimétrico (Kin & Francois, 1999), los vientos influyen sobre las plantas de manera directa e indirecta, y sus efectos sobre el crecimiento y desarrollo varía según su duración y velocidad.

## B. Influencia de los parámetros ambientales en el crecimiento en longitud (cm) de Corona de cristo

De igual manera se analizó el grado de afinidad entre la longitud (cm) y los parámetros ambientales, para ver la relación de los factores ambientales que determinan el crecimiento, deberían tenerse en cuenta los factores microambientales y aquellos que no siguen un patrón estacional de variación, como Corona de cristo es una planta leñosa posee características de algunos árboles. Lo que indica que durante los primeros estadios, el crecimiento suele tener una dinámica exponencial y suele reflejar diferencias significativas entre especies.

**Cuadro 02.** Coeficiente de correlación de Pearson (r) entre los parámetros ambientales y crecimiento en longitud (cm) de *Colletia spinosissima*, para ambos estadios maduro y juveniles en el hábitat Este y Oeste de la isla Lagarto, Lago Titicaca, Puno, 2014.

Variables	ESTE		OESTE	
	Tallo Maduro	Tallo Juvenil	Tallo Maduro	Tallo Juvenil
Longitud y Diámetro	0.66	0.58	0.56	0.67
Longitud y Temperatura	0.42	0.54	0.14	0.28
Longitud y Humedad	0.34	0.47	0.19	0.14
Longitud y Velocidad Viento	0.71	0.48	0.64	0.84

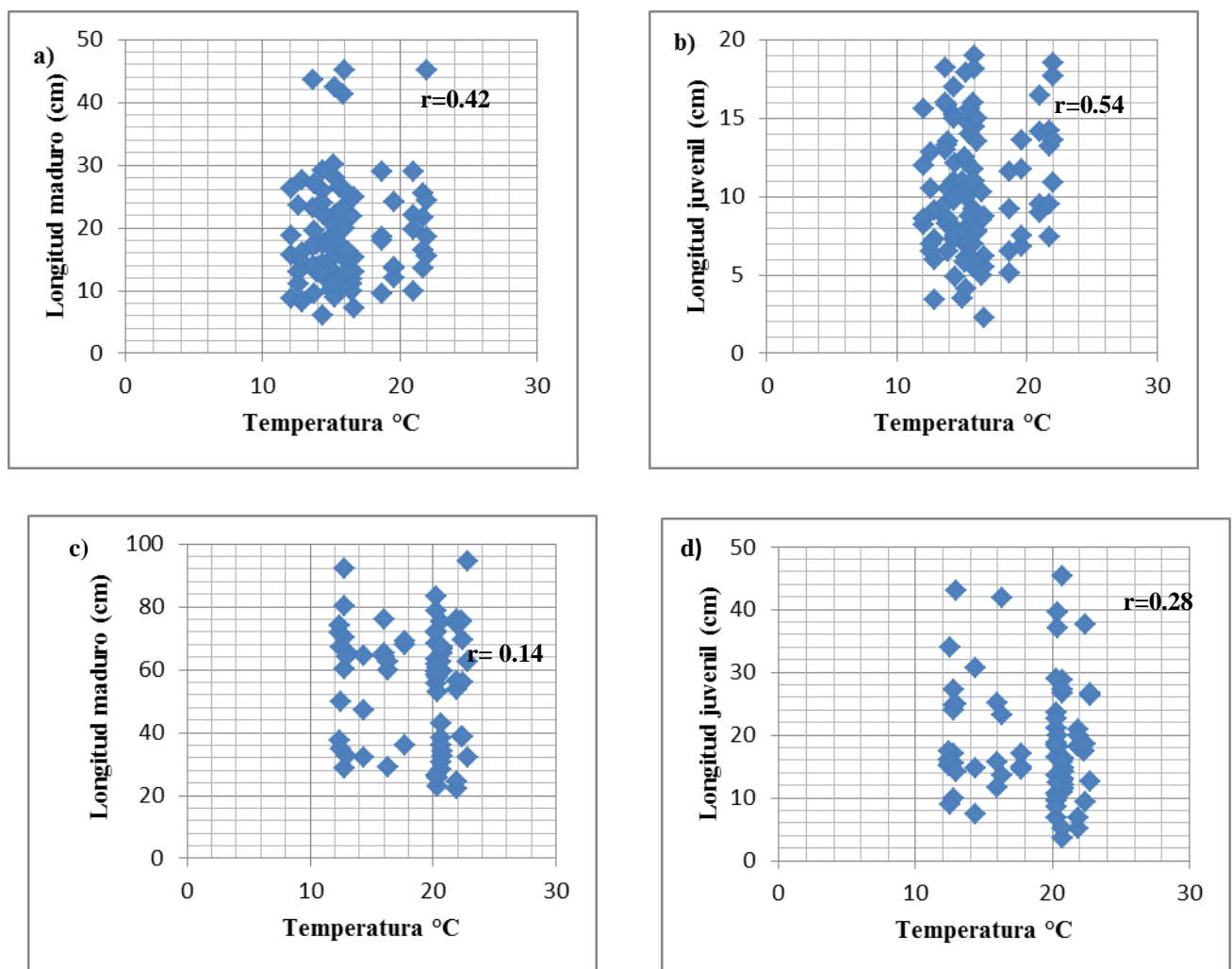
De acuerdo al Cuadro 02, los resultados del coeficiente de correlación, indican el grado de influencia de los parámetros ambientales (temperatura, humedad, velocidad del viento) en el crecimiento en longitud (cm) de tallos maduros y juveniles en ambos sectores Este y Oeste de la isla Lagarto.

### b.1. Temperatura °C

De igual manera los resultados de la afinidad entre el crecimiento en longitud (cm) de Corona de cristo y la temperatura °C, en el lado Este el grado de afinidad de la temperatura (°C) sobre el crecimiento en longitud (cm) en tallos maduros es (r= 0.42) 18% de afinidad, en tallos juveniles el grado de afinidad es (r=0.54) 29% de afinidad la temperatura presenta mayor influencia en el crecimiento en longitud (cm) en

comparación al incremento de diámetro (cm) de Corona de cristo. En el lado Oeste el grado de afinidad de la temperatura en tallos maduros es de ( $r= 0.14$ ) la afinidad que presenta es casi nula, para tallos juveniles el grado de afinidad es ( $r= 0.28$ ) 4% de afinidad, indica que no existe relación en el crecimiento en longitud con la temperatura ambiental. Schmelter (2002) en su evaluación en el crecimiento de *Discaria trinervis* (Rhamnaceae) indica su crecimiento se retarda debido a temperaturas bajas.

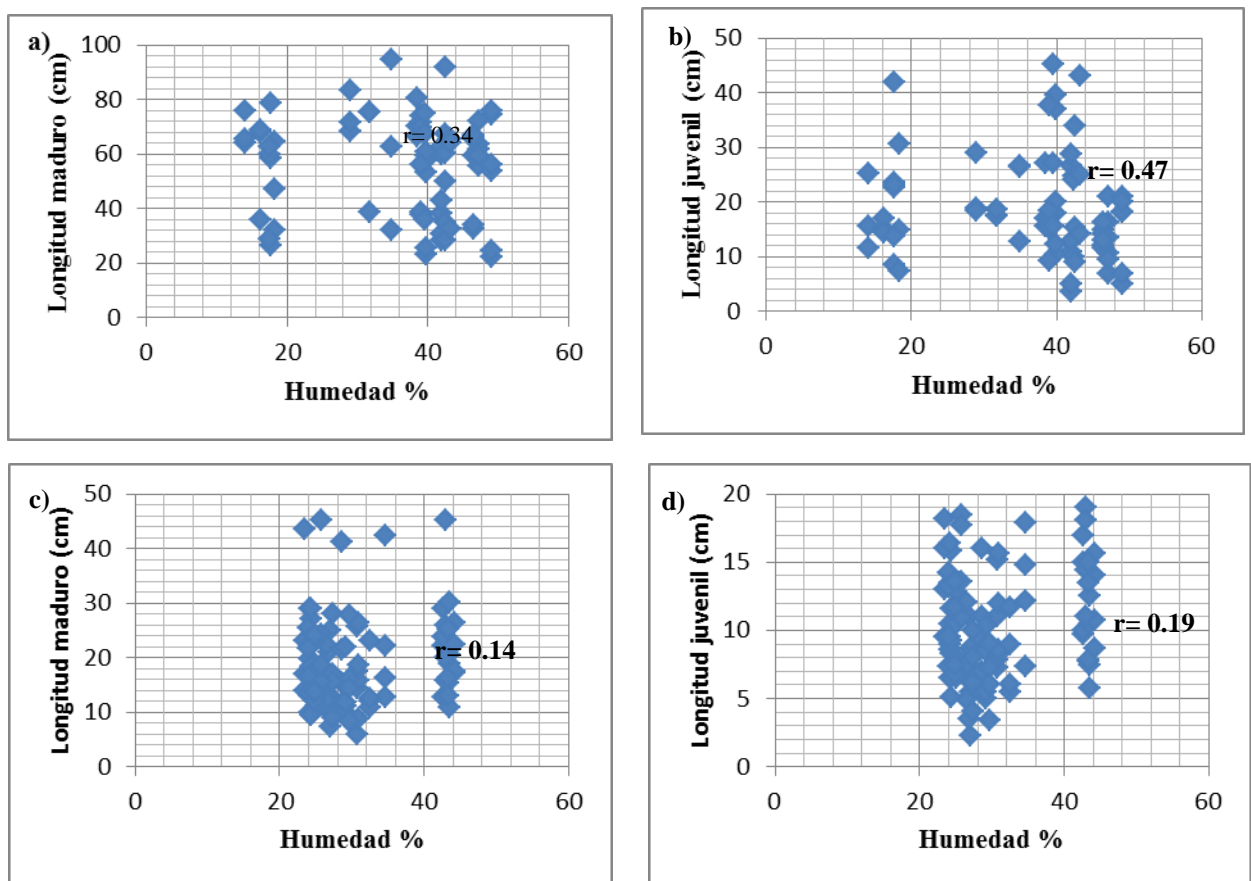
Tal como se muestra en la Figura 10, ambos sectores presentan crecimiento de longitud tanto en tallos maduros y juveniles en temperatura de 18-20°C.



**Figura 10.** Coeficiente de correlación entre la longitud (cm) y temperatura °C en a) tallos maduros- lado Este ( $r= 0.42$ ,  $n=75$ ), b) tallos juvenil- lado Este ( $r=0.54$ ,  $n=75$ ); c) tallos maduro-lado Oeste ( $r= 0.14$ ,  $n=100$ ); d) tallos juveniles-lado Oeste ( $r= 0.28$ ,  $n=100$ ).

## b.2. Humedad ambiental %

Los resultado del Cuadro 02, también muestran el coeficiente de correlación entre la longitud (cm) y humedad (%), en el lado Este el grado de afinidad que existe en tallos maduros es ( $r=0.34$ ), la asociación es de un 12% relativamente moderada, en el lado Oeste en grado de afinidad que presenta a longitud del tallo maduro con la humedad (%), es de ( $r= 0.19$ ) 4%, presentando correlación baja, casi no influye la humedad en el crecimiento en longitud en tallo maduro de Corona de cristo del sector Oeste. Para tallos juvenil el grado de afinidad entre la longitud (cm) y humedad (%), en el lado Este es de ( $r= 0.47$ ), 22 % de afinidad para lado Oeste la relación es de ( $r= 0.14$ ), presenta una correlación positiva pero baja.



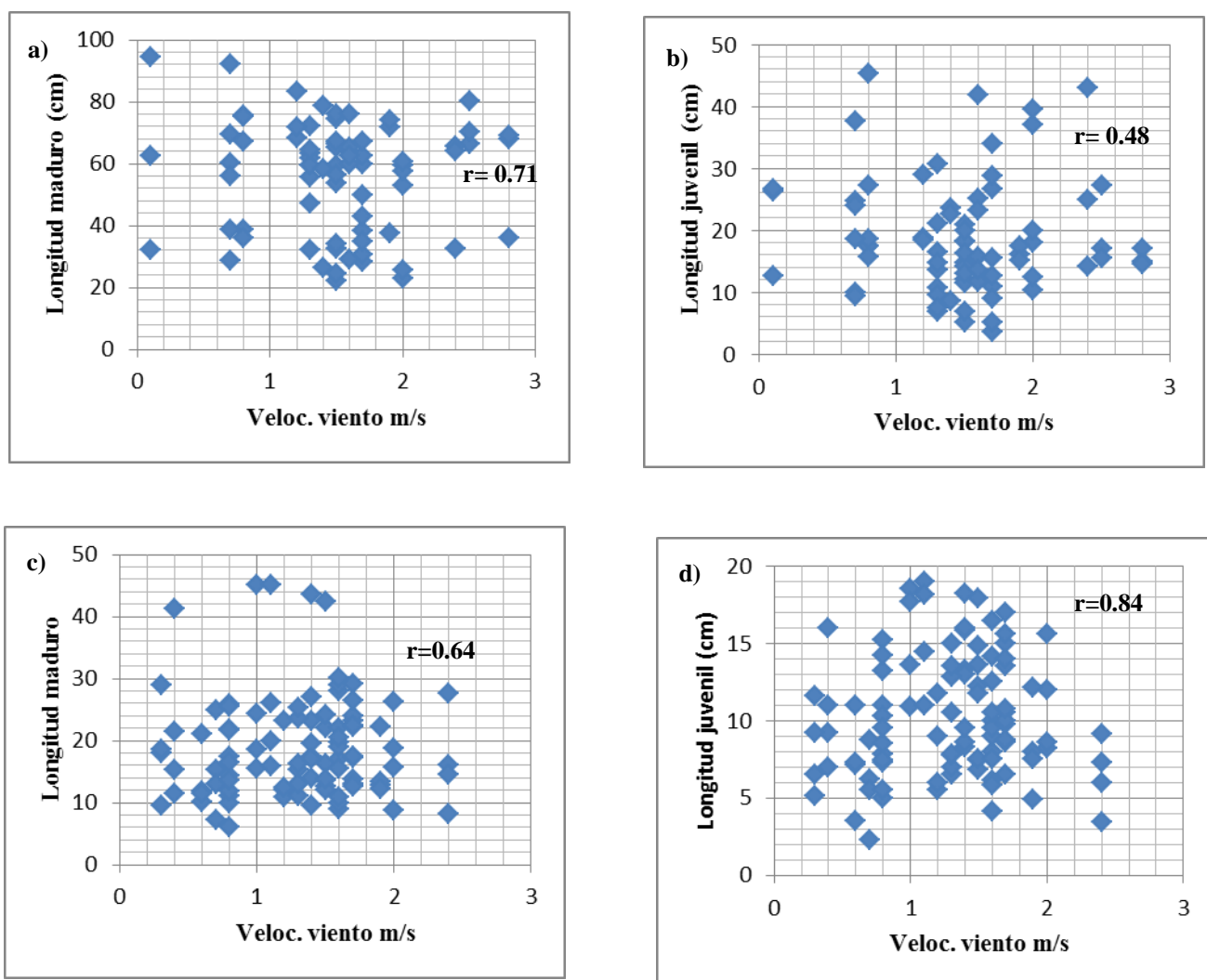
**Figura 11.** Coeficiente de correlación entre diámetro (cm) y humedad ambiental (%) en a) tallos maduros- lado Este ( $r= 0.34$ ,  $n=75$ ), b) tallos juvenil- lado Este ( $r= 0.47$ ,  $n=75$ ); c) tallos maduro-lado Oeste ( $r= 0.14$ ,  $n=100$ ); d) tallos juveniles-lado Oeste ( $r= 0.19$ ,  $n=100$ ).

En la figura 11 se puede apreciar que el mayor crecimiento se presenta en el sector Este en tallos juveniles a mayor humedad % mayor será el crecimiento en longitud (cm) presentando mayor crecimiento a 40% de humedad.

### **b. 3. Velocidad del viento (m/s)**

También se analizó el coeficiente de correlación entre la longitud (cm) y la velocidad del viento (m/s), para tallos maduros en el lado Este, el grado de afinidad que presenta la longitud con la velocidad del viento (m/s) es ( $r=0.71$ ) 50.5 %; y para tallo juvenil el coeficiente de relación es ( $r= 0.48$ ) 23%. Para el lado Oeste, para tallos maduros el grado de afinidad es de ( $r=0.64$ ) 40%, presentan un grado de influencia moderado, en tallo juvenil el grado de afinidad es ( $r= 0.84$ ) 70.56%. Retuerto & Woodward (1992) también estudiaron los efectos del viento sobre la asignación de crecimiento y biomasa de *Sinapis alba*, examinaron como las diferentes velocidades del viento y las interacciones entre edad de la planta y el viento afectan el crecimiento y la distribución de la biomasa, la velocidad media durante el fotoperiodo de 2,2 m/s y 6,0 m/s; se midió por un anemómetro; el ventilador de los túneles estaba encendido durante 8 h durante el período de luz ( 08 a.m.-5 p.m., con un período de 1h de calma en el medio), donde cuando los vientos eran pequeños el crecimiento era más lento.

En la figura 12 se presenta la afinidad que presenta la longitud (cm) con la velocidad del viento en ambos sectores y en ambos estadios tallos juveniles como adultos. La mayor afinidad en la longitud del tallo juvenil lo que indica que mientras la velocidad del viento se incrementa entonces influye en el crecimiento de la longitud del tallo juvenil en el sector Oeste.



**Figura 12.** Coeficiente de correlación entre diámetro (cm) y velocidad del viento (m/s) en a) tallos maduros- lado Este ( $r= 0.0.71$ ,  $n=75$ ), b) tallos juveniles- lado Este ( $r= 0.48$ ,  $n=75$ ); c) tallos maduros-lado Oeste ( $r=0.64$ ,  $n=100$ ); d) tallos juveniles-lado Oeste ( $r= 0.84$ ,  $n=100$ ).

**Cuadro 03.** Dirección del viento en ambos sectores de Este y Oeste en los meses de estudio de la isla Lagarto, Lago Titicaca, Puno, 2014.

Meses/ Sectores	Este	%	Oeste	%
Junio	E-O	20%	N-S	20%
Julio	N-S	20%	N-S	20%
Agosto	E-O	20%	E-O	20%
Septiembre	N-S	20%	E-O	20%
Octubre	N-S	20%	E-O	20%

Asimismo se analizó la influencia de la dirección del viento, en el lado Este el 60% muestra que la dirección del viento es predominante de Norte-Sur, mientras que el 40% lo dirección del viento es 40% en comparación al lado Oeste la dirección de viento prevalece de Este y Oeste.

Los parámetros ambientales presentan influencia en el crecimiento de Corona de cristo, esta influencia estadísticamente no es significativa ya que los valores de correlación son moderadamente bajos, los parámetros de mayor influencia es la temperatura y la velocidad del viento, esto se da debido a la biogeografía de la isla Lagarto y el Lago Titicaca la isla recibe fuertes viento en el lado Este y el lago funciona como un termo regulador. Asimismo Pimienta *et al.*(2202), indica que la temperatura influye más que otras variables ambientales en el crecimiento de plantas, realizaron un estudio evaluando el crecimiento de ramas de Pitayo *Stenocereus queretaroensis*, en México y la relación con la temperatura °C, el crecimiento de ramas presento una duración de 150 días y mostro la forma de una curva sigmoideal simple, cuando la temperatura se redujo el crecimiento vegetativo disminuyo gradualmente, crecimiento mostro una relación negativa con las temperaturas promedio mensual máxima y mínima ( $r = -075$  y  $r = -0.83$ ;  $P \leq 0.05$ , respectivamente).

Además Roig & Boninsegna (1991), identificaron las variables climáticas que controlan el crecimiento de *Pilgerodendron uviferum*, en el ecosistema insular de Chiloe, así como el ritmo anual del crecimiento radial y en altura de su tallo principal, los resultados indican que la precipitación estival como la variable climática que más influye sobre el crecimiento radial. Ambos sitios presentan pequeños valores de crecimiento radial anual, alcanzando un promedio de 0,51 mm/año en Santa Lucía y



0,44 mm/año en Piuchue. La relación diámetro/edad y área basal/edad alcanzan valores de correlación superiores a  $r= 0,60$ , el máximo valor de crecimiento radial medio anual es alcanzado a los 110 años en el sitio Santa Lucía y a los 5 años en Piuchue. Finalmente, se determinó en 5,8 cm/año la tasa de crecimiento en altura en el sitio Santa Lucía.

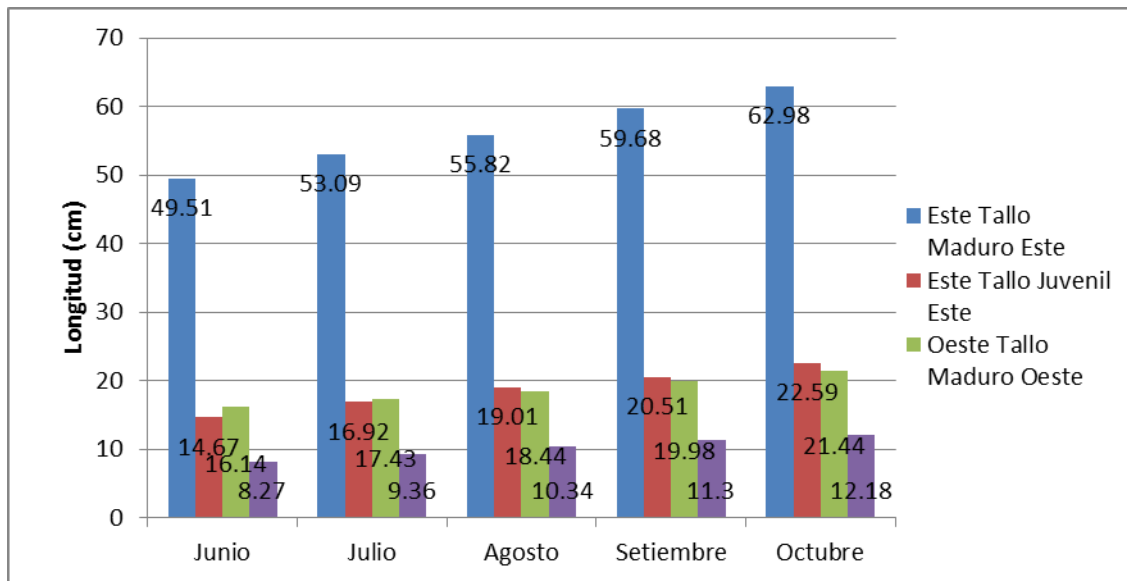
### C. Comparación del crecimiento en longitud (cm) y diámetro (cm) de Corona de cristo entre ambos sectores Este y Oeste de la isla Lagarto.

En cuanto al crecimiento en longitud (cm) y diámetro (cm) de Corona de cristo, en tallos maduros se registró el mayor crecimiento en el mes de octubre en el lado Este de la isla y el menor crecimiento en el mes de junio en el lado Oeste. Asimismo para tallo juvenil el máximo crecimiento se registró en el mes de octubre también en el lado Este y el menor en el mes de junio para el lado Oeste (Cuadro 04). Septiembre y octubre son los meses donde se registran los mayores datos de crecimiento; siendo el mes de octubre donde se inició la precipitaciones pluvial en la isla. Mendan & Basilio (2001) en su evaluación en Argentina registran en los meses de Agosto y Septiembre el mayor crecimiento y floración de Corona de cristo, y el menor crecimiento se registró entre los meses de marzo y junio.

#### c. 1. Crecimiento en longitud (cm)

**Cuadro 04.** Promedio del crecimiento en longitud (cm) de *Colletia spinosissima* en dos hábitats y estadios de desarrollo, en la isla Lagarto, Lago Titicaca, Puno 2014.

Hábitat	Este		Oeste	
	Tallo Maduro	Tallo Juvenil	Tallo Maduro	Tallo Juvenil
Junio	49.51	14.67	16.14	8.27
Julio	53.09	16.92	17.43	9.36
Agosto	55.82	19.01	18.44	10.34
Setiembre	59.68	20.51	19.98	11.3
Octubre	62.98	22.59	21.44	12.18



**Figura 13.** Crecimiento en longitud (cm) de *Colletia spinosissima* según meses en la isla Lagarto, Lago Titicaca, Puno, 2014.

Los resultados muestran los promedios de crecimiento en longitud (cm) de los estadios de tallos de Corona de cristo en dos hábitats y 5 meses de estudio, en el lado Este para el tallo maduro, el menor crecimiento se observó en el mes de Junio con 49.51 cm y el máximo en el mes de Octubre con 62.98 cm; para tallo juvenil el menor crecimiento se obtuvo en el mes de Junio con 14.67 cm y el máximo en el mes de Octubre con 22.59 cm. Para el lado Oeste de la isla Lagarto, en ramas maduras el menor crecimiento se observó en el mes de Junio con 16.14 cm y el máximo en el mes de Octubre con 21.44 cm; para ramas juveniles el menor crecimiento se obtuvo en el mes de Junio con 8.27 cm y el máximo en el mes de Octubre con 12.18 cm. Tortosa y Novara (1992) indican que el desarrollo de *C. spinosissima* se da en lugares extremos con pocos nutrientes, sobre rocas, entre los 2.000 y 4.000 msnm, siendo el caso de la isla Lagarto un hábitat rocoso que se encuentra compuesto por piedra caliza. También en la isla Baleares Galmes *et al.* (2009) identifico que plantas endémicas de las islas habitan ambientes rocosos, con elevado estrés y baja competencia interespecífica.

Por otra parte estudios realizados por Reynel (1988) en Ministerio de Agricultura indican que *C. spinosissima*, habita en ambientes con pocos nutrientes; pudiendo llegar a medir 1-1.50 m de altura y 0.3-0.4 cm de diámetro para las ramas terminales juveniles. Tortosa *et al.* (1996) en un estudio realizado en Argentina indica que la tribu Colletieae, pueden llegar a medir hasta 8 m de altura. Sin embargo de acuerdo a las mediciones

realizadas en el lado Oeste de la isla Lagarto se encuentran individuos de tamaño pequeño de Corona de cristo menores de 50 cm de altura; al contrario del lado Este de la isla donde pueden sobrepasar los 3 m de altura. Asimismo Mendan & Basilio (2001) registraron mediciones de 3 m de altura en las provincias de Buenos Aires y Córdoba.

Los resultados bioestadísticos de ANDEVA, evaluamos si existe diferencia en el crecimiento en ambos lados de la isla, en tallos juveniles si existe diferencia significativa del crecimiento en longitud (cm) en ambos lados Este y Oeste de la isla Lagarto ( $F_{C(0.05)} = 63.68$ ; G.L=1,  $p=0.001$ ,  $n= 175$ ); en tallos maduros también existe diferencia significativa en el crecimiento en longitud (cm) en tallos maduros de ambos lados Este y Oeste de la isla Lagarto ( $F_{C(0.05)} = 352.55$ ; G.L=1,  $p=0.001$ ,  $n=175$ ). Es decir que las mediciones realizadas en tallos maduros y juveniles; tanto en lado Este y Oeste de la isla muestra diferencia en el crecimiento en longitud. Sin embargo Lamas & Rozas (2007) no encontraron diferencia significativa entre *Pinus pinaster* en la isla de Cortegada.

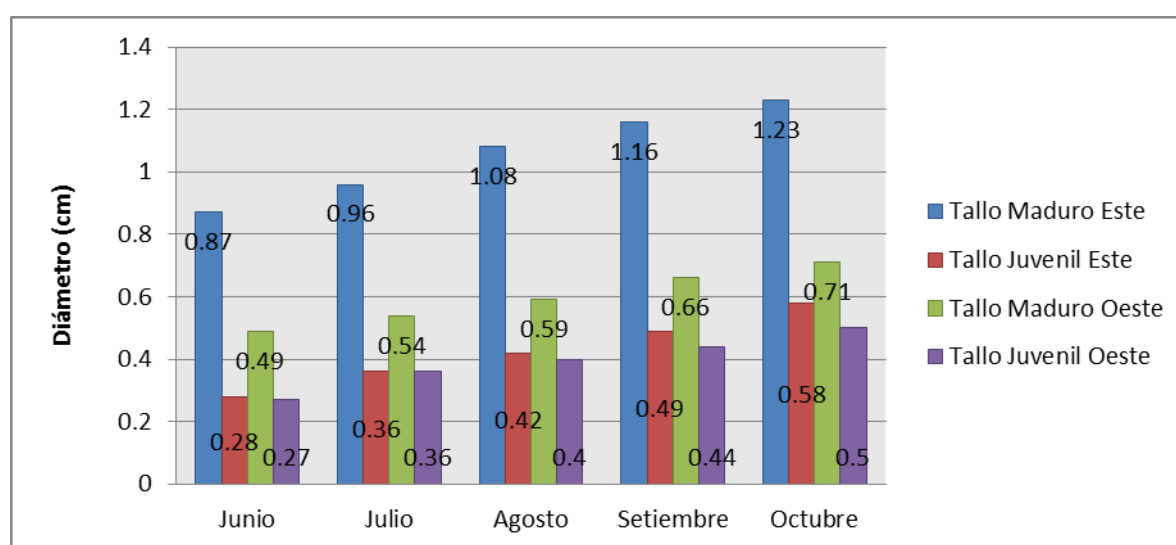
Fernández & Morici (2002) indican que las islas se caracterizan por presentar cambio de tamaño en los individuos que ahí habitan. Asimismo según Rodríguez & Cardoso (2009) realizan una investigación en Sao Paulo, Brasil indican que la frecuencia y el tamaño de los poros, de la tribu Colletieae así como la longitud de elementos vasculares, están aparentemente relacionados con el hábito de crecimiento. Además Camayo *et al* (2003), en una evaluación del cafeto identifico que la mayor influencia del clima estuvo relacionada a la longitud (cm).

## b. 2. Crecimiento en diámetro (cm)

**Cuadro 05.** Promedio del diámetro (cm) de *Colletia spinosissima* en dos hábitats y estadios de desarrollo, en la isla Lagarto, Lago Titicaca, Puno, 2014.

Hábitat	Este		Oeste	
Mes/Estadio	Tallo Maduro	Tallo Juvenil	Tallo Maduro	Tallo Juvenil
Junio	0.87	0.28	0.49	0.27
Julio	0.96	0.36	0.54	0.36
Agosto	1.08	0.42	0.59	0.40
Setiembre	1.16	0.49	0.66	0.44
Octubre	1.23	0.58	0.71	0.50

Los resultados muestran el promedio del diámetro (mm) de dos estadios de tallo de Corona de cristo en dos hábitats, en el Este en tallos maduros el menor crecimiento se observó en el mes de Junio con 0.87 cm y el máximo en el mes de Octubre con 1.23 cm; para tallos juveniles el menor crecimiento se obtuvo en el mes de Junio con 0.28 cm y el máximo en el mes de Octubre con 0,58 cm. Para el hábitat Oeste de la isla Lagarto, en ramas maduras el menor crecimiento en diámetro se observó en el mes de Junio con 0.49 cm y el máximo en el mes de Octubre con 0.71 cm; para tallos juveniles el menor crecimiento se obtuvo en el mes de Junio con 0.27 cm y el máximo en el mes de Octubre con 0.50.



**Figura 14.** Crecimiento en diámetro (cm) de *Colletia spinosissima* según meses en la isla Lagarto, Lago Titicaca, Puno, 2014.

Para el diámetro de corona de cristo los resultados bioestadísticos de ANDEVA, muestran que en el tallos juveniles de corona de cristo; no existe diferencia significativa entre el diámetro en tallo juvenil de ambos lados Este y Oeste de la isla Lagarto ( $F_{C(0.05)} = 2.65$ ; G.L= 1  $p = 0.11$ ,  $n = 175$ ), pero los resultados de diámetro para tallos maduros, indican que si existe diferencia significativa del diámetro en tallo maduro de ambos lados Este y Oeste de la isla Lagarto ( $F_{C(0.05)} = 136.6$ ; G.L=1.  $p = 0.001$ ,  $n = 175$ ). Asimismo Martínez & Villarte (2009) evaluaron el crecimiento de *Polylepis besseriincarum*, en la isla del Sol (Bolivia), donde censaron 150 plantas, y midieron el crecimiento de plantas juveniles y maduras donde el crecimiento por mes fue de 2 cm de diámetro fue muy baja (24 individuos), y las plantas adultas con diámetro mayor a 32

cm fueron más frecuentes con 54 individuos la dominancia de plantas fue en individuos de tamaño mediano con diámetros entre 4 y 16 cm (78 individuos).

El engrosamiento periódico y concéntrico de troncos y ramas es un hecho biológico Genova (2000) manifiesta en gran parte de los árboles y otras leñosas que habitan en climas estacionales y permite que se acumule y conserve información de carácter variable y temporal, de manera que las oscilaciones de los anillos de crecimiento (y, en ocasiones, también otro tipo de marcas o señales) constituyen un registro de los diferentes acontecimientos que han ido sucediendo en la historia vital de cada ejemplar

De acuerdo a los resultados de ANDEVA a las diferencia significativas en el crecimiento y diámetro de corona de cristo; puede deberse debido a que estas serían especies insulares, Lara *et al* (2008) indica que las islas son ecosistemas insulares y las especies se han establecido, adaptado y evolucionado en forma diferente a las especies del continente.

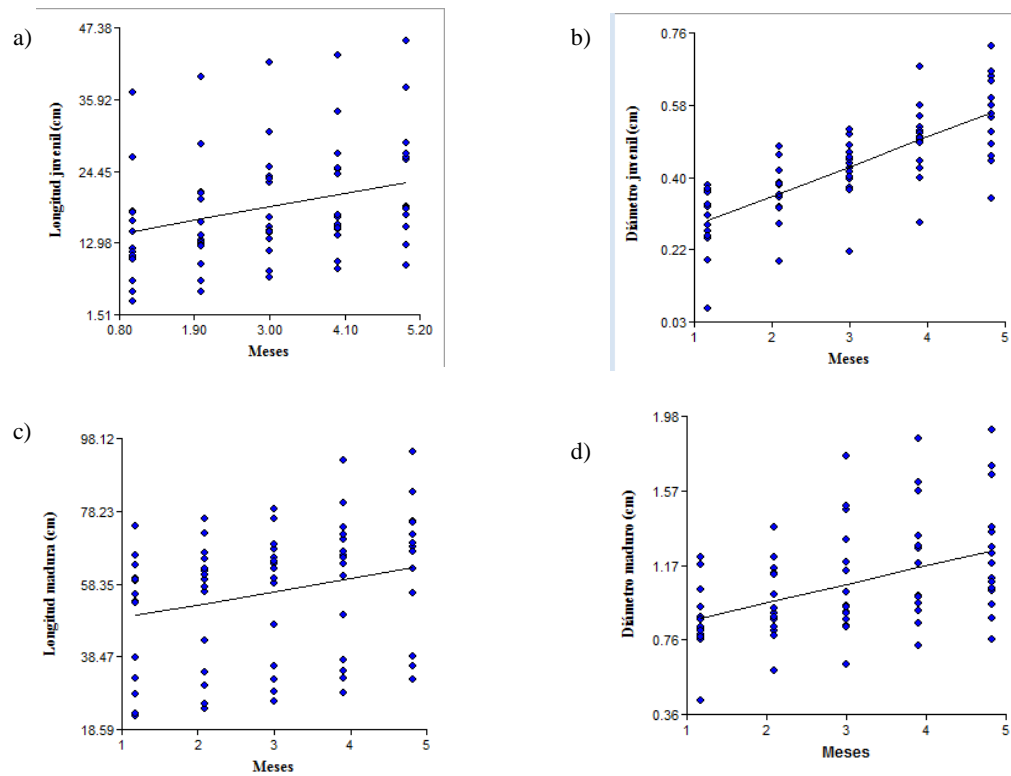
Del mismo modo Meiri *et al.* (2008) menciona que la “Regla de la Isla” presenta la característica que los individuos de una misma especie son más grandes y los otros más pequeños. También Mayol (2010) señala que a la variabilidad de tamaño de una misma especie se conoce como gigantismo y enanismo, por la adaptabilidad de estos ecosistemas insulares. Por los resultados obtenidos y lo que sugieren autores antes mencionados, es posible que la isla Lagarto presente la característica conocida como la regla de la isla.

#### D. Crecimiento de longitud (cm) y diámetro (cm) de Corona de cristo en relación al tiempo (regresión lineal)

Para inferir sobre el crecimiento de longitud (cm) y diámetro (cm) de Corona de cristo, en relación al tiempo, se realizó la prueba bioestadística de Regresión Lineal, los resultados para el lado Este; indican que la relación que existe entre los meses con el diámetro (cm) del tallo juvenil es del ( $r^2=0.58$ ); donde  $a= 0.22$  y  $b=0.07$ , la ecuación de regresión es  $Y= 0.22 + 0.07 x$ , calculado para 365 días (1 año) el diámetro del tallo juvenil se incrementa a 25.77 cm. Los resultados entre los meses con el crecimiento en longitud (cm) del tallo juvenil del lado Este de la isla lagarto, presenta una relación del ( $r^2=0.09$ ); donde  $a= 12.91$  y  $b=1.94$ , entonces la ecuación de regresión es  $Y= 12.91+1.94x$ , calculado para 365 días (1 año) la longitud del tallo juvenil se incrementa a 7.19 m.

La relación que existe entre los meses con el crecimiento en longitud (cm) del tallo maduro es una relación del ( $r^2=0.07$ ); donde  $a= 46.48$  y  $b= 3.97$ , la ecuación de regresión es  $Y= 46.48 + 3.97 X$ , calculado para 365 días (1 año), la longitud del tallo maduro, se incrementa 14.95 m y la relación que existe entre los meses con el diámetro (cm) del tallo maduro, presenta una relación del ( $r^2=0.19$ ); donde  $a= 0.79$  y  $b= 0.09$ , entonces la ecuación de regresión es  $Y= 0.79 +0.09X$ , calculado para 365 días (1 año) el diámetro del tallo maduro se incrementa a 33.64 cm.

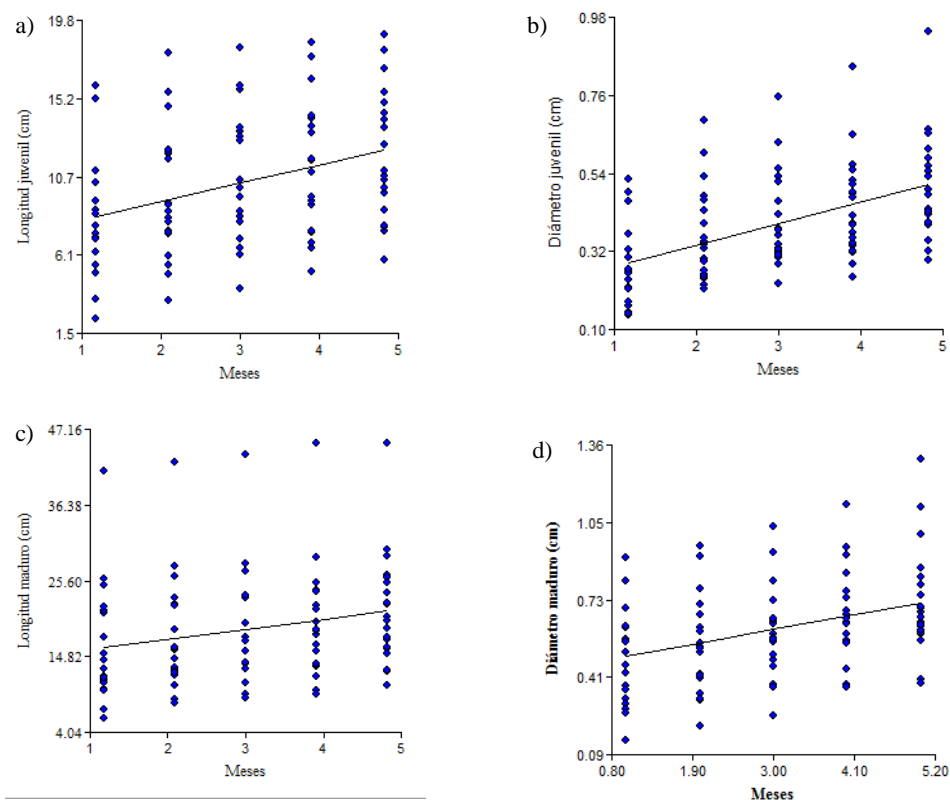
Olmos *et al* (2013) en su investigación realizaron predicciones climáticas para el periodo 2080-2099 en la Península Ibérica pronostican un aumento de la temperatura de 3°C, comparada con la etapa 1980-2000, estos cambios pueden reducir el crecimiento y afectar a los rasgos funcionales de la planta, para evaluar los efectos se aplicó dos niveles de riesgo 100% y 15% y dos temperaturas control y 2.5°C, sobre plantas de 12 especies leñosas.



**Figura 15.** Regresión lineal entre el crecimiento en longitud (cm), diámetro (cm) entre los meses de estudio (tiempo, n=5) del hábitat Este de la isla Lagarto; a) Longitud juvenil ( $r^2=0.09$ , n=75); b) Diámetro juvenil ( $r^2=0.58$ , n=75); c) Longitud maduro ( $r^2=0.07$ , n=75) y d) Diámetro maduro ( $r^2=0.19$ , n=75).

En el lado Oeste, la relación que existe entre los meses con el crecimiento en longitud (cm) del tallo juvenil, presenta una relación del ( $r^2=0.13$ ); donde  $a= 7.36$  y  $b=0.98$ , la ecuación de regresión es  $Y= 7.36+0.98X$ , calculado para 365 días (1 año) la longitud del tallo juvenil, se incrementa 3.70 m y la relación que existe entre los meses con el diámetro (cm) del tallo juvenil del lado Oeste de la isla lagarto, presenta una relación del ( $r^2=0.26$ ); donde  $a= 0.23$  y  $b=0.05$ , la ecuación de regresión es  $Y= 0.23 +0.05X$ , calculado para 365 días (1 año) el diámetro del tallo juvenil se incrementa a 18.48 cm. También Brassiolo & Pokorny (2000) analizaron el crecimiento en altura y diámetro de *Schinopsis quebracho-colorado* el número de años que necesitan las plantas jóvenes para alcanzar los 2 m de altura, es un mínimo de 4 años con un coeficiente de variación del 25%.

En tallos maduros; la relación que existe entre los meses con el longitud (cm), presenta una relación del ( $r^2=0.05$ ); donde  $a= 14.74$  y  $b=1.31$ , presentando la ecuación de regresión,  $Y= 14.74+1.31X$ , calculado para en 365 días (1 año) la longitud del tallo maduro, se incrementa en un 4.92 m y la relación que existe entre los meses con el diámetro (cm) del tallo maduro del lado Oeste de la isla Lagarto, presenta una relación del ( $r^2=0.15$ ); donde  $a= 0.43$  y  $b=0.06$ , la ecuación de regresión es  $Y= 0.43+0.06X$ , entonces en 365 días (1 año), el diámetro del tallo maduro, se incrementa en 18.48 cm. Además Gómez et al. (1986) utilizaron la ecuaciones de regresión entre peso y diámetro del tallo en cuatro especies arbóreas o arbustivas (*Arbustus unedo*, *Pistacia terebinthus*, *Quercus ilex* y *Q. suber*), las variaciones en el diámetro y el peso de las ramas se encuentran relacionados en un 60 a 80 %.



**Figura 16:** Regresión lineal entre el crecimiento en longitud (cm), diámetro (cm) entre los meses de estudio (tiempo,  $n=5$ ) del hábitat Oeste de la isla Lagarto; a) Longitud juvenil ( $r^2= 0.13$ ,  $n=100$ ); b) Diámetro juvenil ( $r^2= 0.26$ ,  $n=100$ ); c) Longitud maduro ( $r^2= 0.05$ ,  $n=100$ ) y d) Diámetro maduro ( $r^2= 0.15$ ,  $n=100$ ).



**4.2. Determinar la diferencia de los parámetros ambientales como temperatura, humedad, velocidad del viento y dirección del viento en los sectores Este y Oeste de la Isla Lagarto en el Lago Titicaca-Puno.**

**A. Temperatura (°C)**

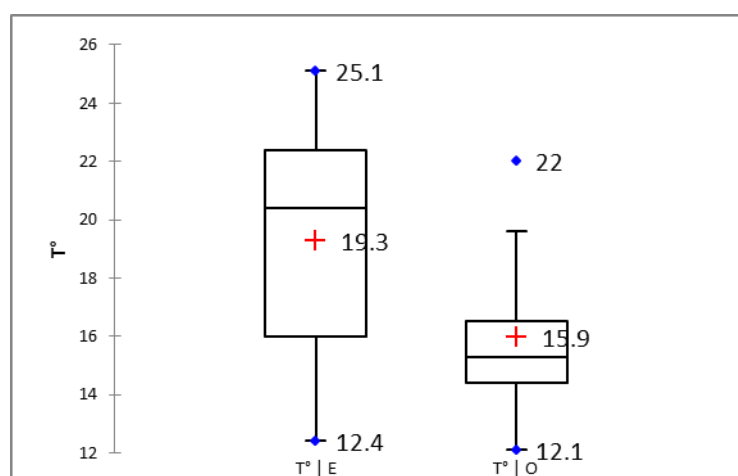
El promedio de temperatura (°C) en el lado Este, fue 19.3 °C y para el lado Oeste el promedio fue 15.9 °C. El MINAM (2010) indica que el clima es el principal responsable del desarrollo y distribución de las plantas. Asimismo Holdridge 1947, considera que la temperatura, la precipitación y la humedad ambiental son los factores climáticos fundamentales que condicionan las formaciones vegetales.

Además Otto *et al* (2005), evaluaron la estructura y dinámica de *Sabina Canaria* en las islas Archipiélago, concluyendo que el crecimiento, estructura y vitalidad de la planta depende en gran parte de las condiciones ambientales.

**Cuadro 06.** Temperatura ambiental (°C) en dos hábitats y meses, en la isla Lagarto, Lago Titicaca, Puno, 2014.

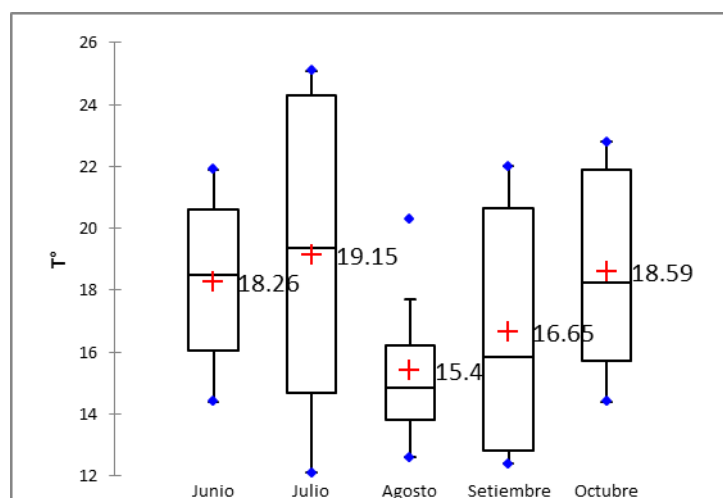
Hábitat / Mes	Promedio de T°
<b>ESTE</b>	<b>19.3</b>
Junio	20.82
Julio	24.16
Agosto	16.94
Setiembre	12.7
Octubre	21.7
<b>OESTE</b>	<b>15.9</b>
Junio	15.7
Julio	14.14
Agosto	13.86
Setiembre	20.6
Octubre	15.48

Los promedios de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) en ambos lados Este y Oeste, la mayor temperatura se registró en el lado Este con  $19.3^{\circ}\text{C}$ , mientras que la menor temperatura se registró en el lado Oeste con  $15.9^{\circ}\text{C}$ . De igual manera para el lado Este el mes que registro mayor temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) fue el mes de julio con  $24.16^{\circ}\text{C}$  y el mínimo en el mes de septiembre con  $12.7^{\circ}\text{C}$ . Para el lado Oeste el mes que se registró mayor temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) en el mes de Septiembre con  $20.6^{\circ}\text{C}$  y el mínimo en el mes de Agosto con  $13.86^{\circ}\text{C}$ . Sangil *et al* (2011), indica que la temperatura, influye de forma directa sobre la vegetación de Islas Canarias. Sin embargo. Olmo *et al.* (2013) sugieren que el incremento de temperatura no ejerce efecto significativo sobre el crecimiento de las especies leñosas.



**Figura 17.** Temperatura ambiental ( $^{\circ}\text{C}$ ) según hábitats en la isla Lagarto, Lago Titicaca, Puno, 2014.

En la figura 17 se observa que en el lado Este el promedio de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) fue de  $19.3^{\circ}\text{C}$  y en el lado Oeste el promedio obtenido fue de  $15.9^{\circ}\text{C}$ , se observa una mayor variación en la zona Este con valores que van desde  $12.4$  hasta  $25.1^{\circ}\text{C}$  mientras que en la zona Oeste la variación fue desde  $12.09$  hasta  $22^{\circ}\text{C}$ . Estudios realizados por Kriticos *et al.* (2003) indican que *Acacia nilotica*, es intolerante a las heladas, crece en zonas donde la temperatura media mensual del mes más frío es de  $16^{\circ}\text{C}$  y puede soportar temperaturas de hasta  $50^{\circ}\text{C}$ .



**Figura 18.** Temperatura ambiental (°C) según meses en la isla Lagarto, Lago Titicaca, Puno, 2014.

Se observa que el promedio de temperatura (°C) fue de 18.26 °C en el mes de Junio, de 19.15 en Julio, 15.4 en Agosto, 16.65 en Setiembre y de 18.59 en Octubre. En el mes de Julio se observó la mayor temperatura (°C) y en el mes de Agosto el menor temperatura (°C).

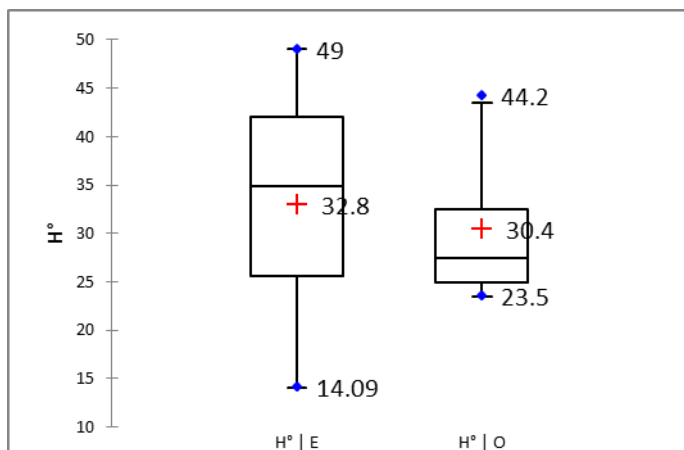
Los resultados bioestadísticos de ANDEVA, para contrastar la hipótesis planteada que los parámetros ambientales, temperatura, humedad, velocidad del viento y dirección del viento, serán diferentes en el sector Este en comparación con el sector Oeste. Los resultados bioestadísticos de ANDEVA, para temperatura °C indica que si existe diferencia significativa entre la temperatura de ambos lados Este y Oeste de la isla Lagarto ( $F_{C(0.05)} = 9.16$ ; G.L=1,  $p=0.0040$ ). Genova (2000) señala que la temperatura constituye un factor limitante en cuanto al crecimiento de plantas leñosas.

**B. Humedad ambiental (%)**

**Cuadro 07.** Humedad (%) en dos hábitats y meses, en la isla Lagarto, Lago Titicaca, Puno, 2014.

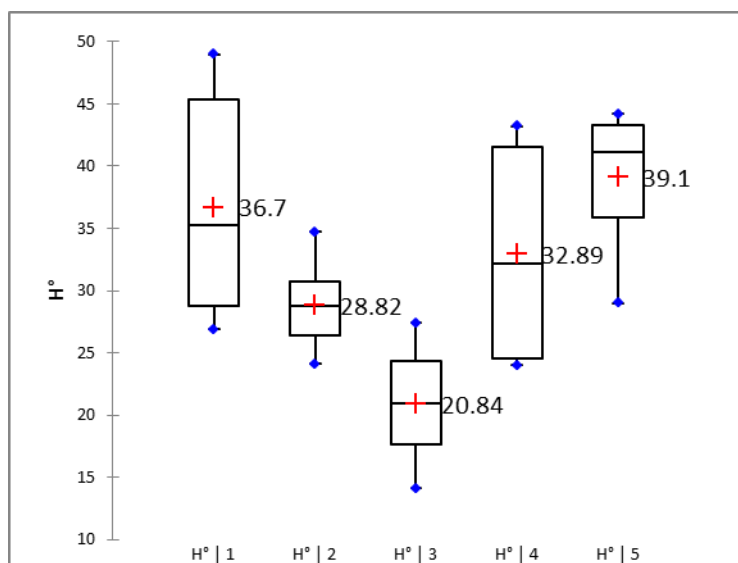
Hábitat / Mes	Promedio de H°
<b>ESTE</b>	<b>32.8</b>
Junio	44.9
Julio	26.8
Agosto	16.7
Setiembre	41.1
Octubre	34.8
<b>OESTE</b>	<b>30.5</b>
Junio	28.5
Julio	30.8
Agosto	24.9
Setiembre	24.6
Octubre	43.4

De acuerdo al Cuadro 07, se muestran los promedios de humedad ambiental (%) en ambos lados Este y Oeste, la mayor humedad ambiental (%), se registró en el lado Este con 32.8%, mientras que la menor humedad ambiental (%), se registró en el lado Oeste con 30.45%. Asimismo para el lado Este el mes que registro mayor humedad ambiental (%) fue el mes de Junio con 44.9 % y el mínimo en el mes de Agosto con 16.78 %. Para el lado Oeste el mes que se registró mayor humedad ambiental (%) fue en el mes de Octubre con 43.3% y el mínimo en el mes de Setiembre con 24.6%.



**Figura 19.** Humedad ambiental (%) según hábitats en la isla Lagarto, Lago Titicaca, Puno 2014.

Se observa que en el hábitat Este el promedio de humedad fue de 32.89 % y en el lado Oeste el promedio obtenido fue de 30.45%, se observa una mayor variación en la zona Este con valores que van desde 14.1 hasta 49% mientras que en la zona Oeste la variación fue desde 23.5 hasta 44.2%.



**Figura 20.** Humedad ambiental (%) según meses en la isla Lagarto, Lago Titicaca, Puno, 2014.

Se observa que el promedio de humedad fue de 36.7% en el mes de Junio, de 28.82 en Julio, 20.84 en Agosto, 32.89 en Setiembre y de 39.1 en Octubre. En el mes de Octubre se observó la mayor humedad y en el mes de Agosto el menor contenido de humedad.

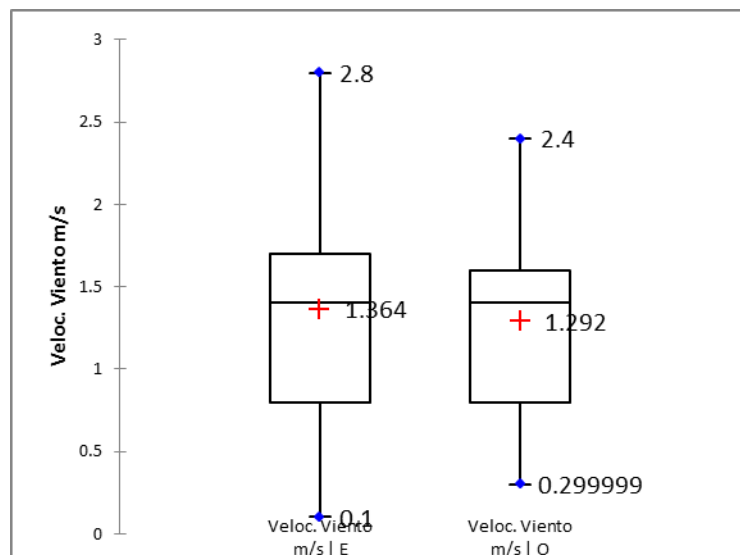
Los resultados bioestadísticos de ANDEVA, para humedad ambiental (%) indican que no existe diferencia significativa entre la velocidad del viento de ambos lados Este y Oeste de la isla Lagarto ( $F_{C(0.05)}=0.22$ ; G.L=1,  $p=0.64$ ).

### C. Velocidad del viento (m/s)

**Cuadro 08.** Velocidad del viento m/s en dos hábitats y meses, en la isla Lagarto, Lago Titicaca, Puno, 2014.

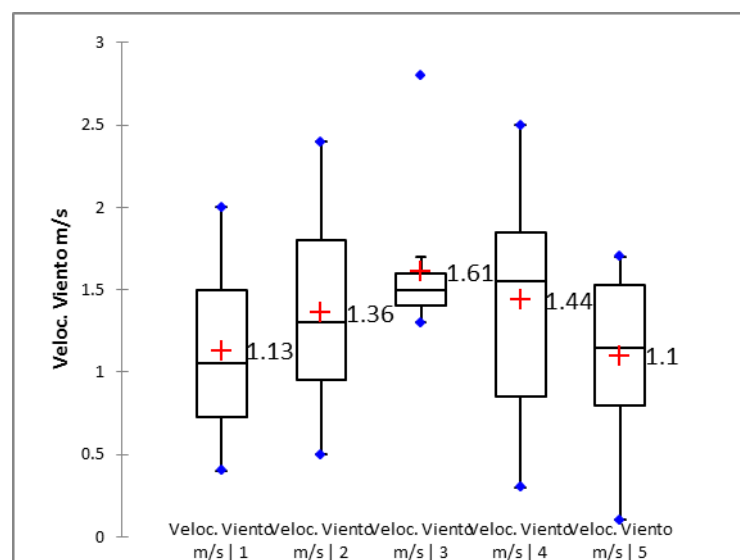
Hábitat / Mes	Promedio Veloc. Viento m/s
<b>ESTE</b>	<b>1.3</b>
Junio	1.6
Julio	0.92
Agosto	1.74
Setiembre	1.84
Octubre	0.72
<b>OESTE</b>	<b>1.2</b>
Junio	0.66
Julio	1.8
Agosto	1.48
Setiembre	1.04
Octubre	1.48

Los promedios de velocidad del viento (m/s) en ambos lados Este y Oeste, la mayor velocidad del viento (m/s), se registró en el lado Este con 1.84 m/s, mientras que la menor velocidad del viento (m/s), se registró en el lado Oeste con 0.66 m/s. Asimismo para el lado Este el mes que registro mayor velocidad del viento (m/s), fue el mes de Setiembre con 1.84 m/s y el mínimo en el mes de Octubre con 0.72 m/s. Para el lado Oeste el mes que registró mayor velocidad del viento fue en el mes de agosto con 1.48 m/s y el mínimo en el mes de junio con 0.66 m/s.



**Figura 21.** Velocidad del viento (m/s) según hábitats en la isla Lagarto, Lago Titicaca, Puno, 2014.

Se observa que en el hábitat Este el promedio de velocidad del viento fue de 1.36 m/s similar al obtenido en el hábitat Oeste con promedio de 1.29 m/s, se observa una mayor variación en la zona Este con valores que van desde 0.1 hasta 2.8 m/s mientras que en la zona Oeste la variación fue desde 0.29 hasta 2.4 m/s. Un estudio realizado por Viedma (2002) en las islas Baleares donde fue el N con sus máximos direccionales con 21,1% y 36,1%. En el periodo comprendido entre mayo y agosto, los rumbos predominantes son N y S, seguidos del E, aunque imperan los vientos del tercer cuadrante, S y SW.



**Figura 22.** Velocidad del viento (m/s) según meses en la isla Lagarto, Lago Titicaca, Puno, 2014.

Se observa que el promedio de velocidad del viento fue 1.13 m/s en el mes de Junio, de 1.36 en Julio, 1.61 en Agosto, 1.44 en Setiembre y de 1.1 en Octubre. En el mes de agosto se observó la mayor velocidad de viento y en el mes de octubre la menor velocidad.

Los resultados bioestadísticos de ANDEVA, para velocidad del viento (m/s); indican que no existe diferencia significativa entre la velocidad del viento de ambos lados Este y Oeste de la isla Lagarto ( $F_{C(0.05)}=0.19$ ; G.L=1,  $p=0.66$ ,  $n=50$ ).



## V.- CONCLUSIONES

### 5.1 Analizar los parámetros ambientales como temperatura, humedad, velocidad del viento y dirección del viento que influyen en el crecimiento en longitud y diámetro del tallo de Corona de cristo en la isla Lagarto en el Lago Titicaca-Puno.

- a. La influencia de los parámetros ambientales (temperatura, humedad, velocidad del viento y dirección del viento) en el crecimiento en diámetro (cm) de Corona de cristo en el sector Este indica que los parámetros ambientales presentan más influencia en el incremento en diámetro (cm) de tallos juveniles, siendo la velocidad del viento (m/s) la que presenta mayor asociación con el diámetro (cm) de tallo de Corona de cristo, con un ( $r=0.71$ ) 50 % de asociación y para tallos maduros la humedad ambiental (%) presenta mayor asociación con el diámetro (cm) con apenas un 8% no es significativa. En el sector Oeste también los tallos juveniles presentan mayor asociación con los parámetros ambientales, la mayor asociación se da entre el diámetro de tallo juvenil y la velocidad del viento (m/s) ( $r= 0.59$ ), 34% de asociación.
- b. La influencia de los parámetros ambientales (temperatura, humedad, velocidad del viento y dirección del viento) en el crecimiento en longitud (cm) de Corona de cristo, indica que los tallos juveniles presentan mayor asociación con los parámetros ambientales (temperatura, humedad, velocidad del viento) en ambos sectores de la isla Lagarto; en el sector Este la mayor asociación se da entre la longitud (cm) y temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) de tallos juveniles con ( $r= 0.54$ ) 30% de asociación, mientras que en tallos maduros la mayor asociación se da entre la longitud (cm) y velocidad del viento (m/s) con ( $r=0.71$ ) 50% de asociación. En el sector Oeste la mayor asociación tanto en tallos juveniles como maduros se presenta entre la longitud y la velocidad del viento (m/s) con una asociación de ( $r= 0,84$  y  $r=0.61$ ) respectivamente con un 70 % se asociación en tallos juveniles y 40% en tallos maduros.
- c. En cuanto a la diferencia del crecimiento existe diferencia significativa ( $p= 0.001$ ) entre el crecimiento de la longitud (cm) de tallos maduros y juveniles del sector Este y Oeste.

- d. La diferencia del diámetro (cm) de tallos juveniles de ambos sectores Este y Oeste no presenta diferencia significativa ( $p= 0.11$ ), pero los resultados de diámetro para tallos maduros, indican que si existe diferencia significativa del diámetro en tallo maduro de ambos sectores Este y Oeste de la isla Lagarto ( $p=0.001$ ).
- e. El análisis de regresión lineal indica que en el sector Este, en tallos juveniles el diámetro durante los 5 meses de estudio se incrementó 0.22 cm mientras que la longitud tuvo un crecimiento de 12.91 cm. En tallos maduros el diámetro se incrementó 0.79 cm y la longitud 46.48 cm.
- f. En el sector Oeste el crecimiento en tallos juveniles durante los meses de estudio el diámetro 0.23 cm y longitud 7.36, en tallos maduros el crecimiento en diámetro fue 0.43 cm mientras que la longitud 14.74 cm.

**5.2. Determinar la diferencia de los parámetros ambientales como temperatura, humedad, velocidad del viento y dirección del viento entre los sectores Este y Oeste de la Isla Lagarto en el Lago Titicaca-Puno.**

- a. Existe diferencia significativa de la temperatura °C ( $p=0.0040$ ), en cambio tanto en humedad ambiental (%) y velocidad del viento no existe diferencia significativamente ( $p=0.64$  y  $p=0.66$ ) respectivamente entre ambos sectores de la isla Este y Oeste.

## VI. RECOMENDACIONES

- a. Se recomienda ampliar la toma de datos de los parámetros ambientales, midiendo los datos diariamente como una estación metereológica durante los meses que se evaluara el crecimiento de Corona de cristo, en la isla Lagarto, Lago Titicaca, Puno.
- b. Además, se debe realizar análisis de suelos de ambos sectores Este y Oeste para determinar si los factores físicos del suelo son los responsables de la variabilidad de tamaño de Corona de cristo, en la isla Lagarto, Lago Titicaca, Puno.
- c. Realizar la comparación de diversidad de flora en ambos sectores Este y Oeste ya que cada sector presenta diferentes características biológicas propio de un ecosistema insular.
- d. Realizar la comparación del crecimiento de Corona de cristo, entre la isla Lagarto y el continente ya que también el continente presenta esta especie.
- e. Evaluar las características insulares que presenta la isla tanto en flora como en fauna ya que habitan lagartos, roedores, y las aves realizan su anidación en la isla.

**VII.- LITERATURA CITADA**

- ALVARADO, M; JURADO, E & ROCHA, A. 2002. El cambio climático y la fenología de las plantas Ciencia UANL. Vol. 4. 493-502.
- ARGOLLO, J.; SOLIZ, C. & VILLALBA, R. 2004. Potencialidad dendrocronológica de *Polylepis tarapacana* en los Andes centrales de Bolivia. Ecol. Bolivia. Vol. 39(1), 5-24.
- BERNARD, N.; RICHARD, T. W. 1999. Ciencias ambientales: Ecología y desarrollo sostenible. 6ta edición. Edit. Printice hall. 979 pp.
- BRASILIO, M. & POKORNY, B. 2000. Crecimiento de plantas jóvenes de quebracho Colorado santiagueño. Quebracho 8: 64-69.
- BROW, J. & LOMOLINO, M. 2001. Concluding gremarks: Historical perspective and the future of island biogeography theory. Global ecology and biogeography. Vol (9). 87-92 pp.
- CÁCEDA, D. F & ROSSEL, F. J. 1994. Flora medicinal nativa y cosmovisión campesina en comunidades de Puno. Editorial Universitaria. Puno-Perú. 148 pp.
- CÁCERES, Y & RADA, F. 2011. How does the woody species *Vaccinium meridionale* respond to temperature in its altitudinal limit of distribution in the tropical andes. Ecotrópicos 24(1): 80-91.
- CAMAYO V., CHAVES C., ARCILA P. & JARAMILLO R. 2003. Desarrollo floral del cafeto y su relación con las condiciones climáticas de Chinchina-Caldas. Cenicafé. 54(1). 355-49 pp.
- CAMARERO, J.; GUERRERO, J.; GUTIÉRREZ, E. 1996. Anillo de crecimiento de *Pinus uncinata* R. y *Pinus sylvestris* L. en un gradiente altitudinal de los Pirineos Centrales. Rev. Pirineos. 3-24 pp.

- CASTILLO, E.F. 2001. Agro metereología. Editorial Mundi-Prensas Madrid-España. 517pp.
- CHARLES, C.D.; ENDRESS, K.P. & BAUM.A.D. 2008. The evolution of floral gigantism. *Plant biology*. Vol 11, 49-57.
- CONDORI, R.E. 2009. Sistemática de Fanerógamas. Edición Biología Puno-Perú. 430pp.
- COLLANTES, A.F. 2010. Fauna y comunidades faunísticas. Facultad de Biología. Universidad de Murcia. 133 pp.
- EMCK, P.; MOREIRA, A. & RICHTER, M. 2006. El clima y sus efectos en la vegetación. Botánica económica de los Andes Centrales. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz. 11-36pp
- ESQUIVEL, M.J 2001. Observatorio del desarrollo sostenible agencia Canaria de desarrollo sostenible y cambio climático. Periódico del museo Elder. 2 pp.
- FERNÁNDEZ, N.R. 1992. Flora del Bajío y de las regiones adyacentes. Escuela de Ciencias Biológicas México. 68 pp.
- FERNÁNDEZ, G. & JOHNSTO, M. 2006. Crecimiento y temperatura. Fisiología vegetal. Universidad de la Serena Chile.
- FERNÁNDEZ, P. J. & MORICI, C. 2002. Ecología insular. Editorial Asoc. Española de Ecología Terrestre. 438 pp.
- GALMES, J.; CONESA, M.; CIFRE, J.; GULIAS, J.; MEDRANO, H.; RIBAS, M.; FLEXAS, J. 2009. Ecofisiología de las plantas endémicas de las Islas Baleares en el contexto Mediterráneo. *Ecosistemas* 19(1). 10-23.
- GIANOLI, E. 2004. Plasticidad fenotípica adaptativa en plantas. EUV (Valparaiso). 13-25.
- GRACE, J & RUSSEL, G. 1982. The effect of wind and a reduced supply of water on the growth and water relations of *Festuca arundinacea* Schred. *Ann. Bot.* 49. 217-225 pp.

- GÓMEZ, A., ANDRADA, T.; MEDINA, M. & MARTÍNEZ, A. 1985. Relaciones entre diámetro del tallo y peso de las ramas en cuatro especies leñosas mediterráneas. *Rev. Zoo.* Vol. (35) 132. 149-154.
- GRANT, P. R. 1998. Patterson islands and microevolution. En: Grant, P. R. (Ed.). *Evolution on islands.* Oxford University Press. Oxford. 1-17 pp.
- GUTIÉRREZ, D. 2002. Metapoblaciones: Un pilar básico en la biología de conservación. *Ecosistemas.* Vol. 11(1). 1-3.
- GUTIÉRREZ, F. I. & CANALES, G. A. 2012. Evaluación comparativa de la diversidad silvestre entre la isla Taquile y cerro Chiani en relación a la altitud, Puno, Perú. *Ecol. Apl.* Vol 11(2). 39-46.
- HALFFTER, G. 1994. Biodiversidad. *Butll. Hist. Nat.* Vol. 62.5-14 pp.
- INRENA, 1994. Mapa Ecológico del Perú. Lima-Perú 220 pp.
- KELLERMAN, J.; MEDAN, D; AEGASEN, L. & HILGER, H. 2005. Rehabilitation of the South American genus *Ochetophila* Poepp. Ex Endl. (Rhamnaceae: Colletieae). *New Zealand Journal of Botany*, 43:4, 865-869.
- KIN, A. & FRANCOIS, L. 1999. Efectos del viento sobre plantas. *Rev. Chile.* 99.107.
- KRITICOS, D. J.; SUTHERST, R.W.; BROWN, J.R.; ADKINS, S.W. & MAYWALD, G.F. 2003. Climate change and the potential distribution of an invasive alien plant: *Acacia nilotica ssp. indica* in Australia. *Applied Ecology.* Vol. 51(1). 59-65.
- LARA, L. R.; ARREOLA, L.A.; CALDERÓN, A. L. CAMACHO, I.V. & LANZA, E.G. 2008. Los ecosistemas insulares y epicontinentales, en México. *Conocimiento actual de la biodiversidad.* Vol. (1). 109-134 pp.
- LAMAS, S & ROZAS, V 2007. Crecimiento radial de las principales especies arbóreas de la isla de Cortegada (Parque Nacional de las Islas Atlánticas) en relación con la historia y el clima. *INIA* 16(1). 3-14.
- LEVIN, D.A. 2009. Flowering- time plasticity facilitates niche shifts in adjacent populations. *Rev. New Phytologist.* 183: 661-666.

- LLANCABURE, J. J. 2011. Relaciones entre el crecimiento de *Nothofagus betuloides* y el clima local y de gran escala en bosques subantárticos de la Isla Navarino. . Tesis presentada para optar el grado de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional. Austral- Chile. 35pp.
- LOMOLINO, 2005. Bodysize evolution in insular vertebrates: Generality of the island rule. *Biogeography*. 32. 1683-1699.
- LOSOS, J. & RICKLEFS, R. 2009. Adaptation and diversification islands. *Rev. Nature* Vol. (9).830-836.
- MACARTHUR, R. & WILSON, E. 1967. The theory of island biogeography. Princeton Univ. Press.
- MAHERALO, H. CARUSO, M. & SHERRARD, E. 2009. The adaptive significance of ontogenetic changes in physiology: a test in *Avena barbata*. *Rev. New Phytologist* 183:908-918.
- MANTILLA, .J. & OLAZÁBAL, O. 2004. Plantas medicinales de nuestra tierra madre. 2da edición. Editorial EIPLAM Cusco-Perú. 147 pp.
- MARINO, C. H. 2004. Plasticidad fenotípica adaptativa en plantas. *Fisiología en Plantas*. 13-25 pp.
- MARTÍNEZ, O. & VILLARTE, F. 2009. Estructura dasométrica de las plantas de un parche de *Polylepis besseriincarum* y avifauna asociada en la isla del Sol (Lago Titicaca, La Paz- Bolivia). *Ecología en Bolivia* Vol. 44(1).36-49.
- MATAMOROS, R. J. & MARTÍNEZ, M. D. 2001. La plasticidad de las plantas. *Rev. Elementos* 41. 39-43 pp.
- MAYOL, J. 2010. La extinción en áreas insulares. *CONAMA* 10. 69-78 pp.
- MEDAN, D. & BASILIO, A. 2001. Reproductive biology of *Colletia spinosissima* (Rhamnaceae) in Argentina. *Rev. Pl Syst Evol* 229: 79-89.
- MEIRI, S.; COOPER, N & PURVIS, A. 2008. The island rule: made to be broken. *Proc. R. Soc.* Vol. 3(75).141-148.

- MIYAKAWA, S. V. 2004. Guía para estudiar patrones de distribución de especies amazónicas. Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana. 93 pp.
- OLMO, V, ARENDONK. V & POORTER, L. 2013. Efecto de la sequía y el incremento de temperatura sobre el crecimiento y otros rasgos funcionales de 12 especies leñosas mediterráneas. Congreso de Ciencias Forestales.
- OTTO, R.; SCAHFFNER, S.; MEUWLY, P.; KRUSI, B.; DELGADO, J.; ARÉVALO, J. & FERNÁNDEZ, P. J. 2005. Ecología, estructura y dinámica de las poblaciones de las sabinas canarias (*Juniperus turbinata spp.*) en Tenerife y la Gomera. Arid Environ. Vol. (65), 156–178.
- PATTERSON, B. & ATMAR, W. 1986. Nested subsets and the structure of insular mammalian faunas and archipelagos. Biological Journal of the Linnean Society 28. 65-82 pp.
- PEDROSO, H; ROCHA, L. & LOMONACO, C. 2010. Variación fenotípica de las plantas del Cerrado (Sabana brasileña) frente a la heterogeneidad ambiental. Rev. Ecosistemas (19). 24-36.
- PIMIENTA, E; ROBLES, C & PIMIENTA E. 2002 Crecimiento primario en plantas silvestres de Pitayo (*Stenocereus queretaroensis*) y su relación con temperatura, lluvia y micorrizas. Rev. Fitotec. Vol.25 (2). 219-222.
- POZO, C. & BOUSQUETS, LI. 2002. La teoría del equilibrio insular en biogeografía y conservación. Rev. Acad. Colomb. Cienc. 26(100). 321-339 pp.
- RAVEN, H.P.; EVERT, F.R. & EICHHORN, E.S. 1992. Biología de las plantas. Editorial Reverte. S.A. Barcelona- España. 402 pp.
- RETUERTO, R. & WOODWARD, I. 1992. Effects of wind speed on the growth and biomass allocation of white mustard *Sinapis alba* L. Oecología 92. 113-123.
- REYNEL, R.C. 1988. Plantas para leña en el Sur-Occidente de Puno. Proyecto árbol andino. 164 pp.
- RICKLEFS, E.R. 2001. Invitación a la Ecología: La economía de la naturaleza. 4ta edición. Editorial Médica Panamericana Madrid- España. 692 pp.



- RITA, L.J & PAYERAS, C.T. 2006. Biodiversidad de las plantas vasculares de las islas Baleares. Orsis. Vol. 21, 41-58.
- RODRÍGUEZ S & CARDOSO J. 2009. Estudios anatómicos em Rhamnaceae consideracoes taxonómicas, ecológicas e evolutivas. Balduinia. 13-23.
- ROIG, F. & BONINSEGNA, J. Estudios sobre el crecimiento radial, basal, en altura y de las condiciones climáticas que afectan el desarrollo de *Pilgerodendro uviferum*. Rev. Chilena de Historia Natural (64): 53-63.
- ROQUE, E.J. & RAMÍREZ, K.E. 2008. Flora vascular y vegetación de la laguna de Parinacochas y alrededores (Ayacucho, Perú). Rev. Perú. Biol.. Vol. 15(1). 61-72.
- RUSSELL, E.J.; WILD, A. 1992. Condiciones del suelo y desarrollo de las plantas según Russell. Editorial Mundi- Prensa Madrid- España. 1045 pp.
- SANGIL, C.; SANSÓN, M. & CARRILLO, A. 2001. La vegetación sublitoral de sustratos rocosos en El Hierro (islas Canarias): relación entre variables ambientales y estructura de las comunidades de macro algas. Vieraea. Vol. 39. 167-182.
- SCHMELTER, A. 2002. La influencia de la temperatura en el crecimiento de *Discaria trinervis* en la cordillera mendocina. IANIGLA. 31-39.
- SENAMHI, 2013. Boletín meteorológico Puno. 18 pp
- SEONEZ, C. M. 1998. Ingeniería Medioambiental aplicada a la reconversión industrial y a la restauración de paisajes industriales degradados. Editorial Mundi-Prensa Madrid- España. 478 pp.
- SITTEP, ZIEGLER, H.; EHRENDORFER, F & BRESINSKY, A. 1994. Tratado de Botánica. 33ra Edición castellana. Ediciones Omega S.A. Barcelona- España. 835 pp.
- SRUR, A.; VILLALBA, R.; VILLAGRA, P. & HERTEL, D. 2008. Influencia de las variaciones en el clima y en la concentración de CO<sub>2</sub> sobre el crecimiento de *Nothofagus pumilio* en la Patagonia. Rev. Chilena de Historia Natural. Vol. (81). 239-256 pp.

- SULTAN, S.E. 1987. Evolutionary implications of phenotypic plasticity in plants. *Evolutionary Biology* 21:127-178 pp.
- TORTOSA, R.D 1995. Rhamnaceae. Flora Fanerogámica Argentina. ProFlora-CONICET, Córdoba.
- TORTOSA, R.; BADARACCO, G 1986. Hibridación entre *Condalia buxifolia* y *C. microphylla* (Rhamnaceae). *Kurtziana*. 118: 46-67.
- TORTOSA, D.R. & NOVORA, J.L. 1992. Aportes botánicos de Salta. Facultad de Ciencias Naturales-Argentina. 21 pp.
- TRAVESET, A. 1999. La importancia de los mutualismos para la conservación de la biodiversidad en ecosistemas insulares. *Rev. Chilena de Historia Natural*. Vol. 72, 527-538.
- TRAVESET, A. 2002. Consecuencias de la ruptura de mutualismos planta-animal para la distribución de especies vegetales en las Islas Baleares plant species in the Balearic Islands, 117–126. *Rev. Chilena de Historia Natural*. Vol. 72, 597-538.
- VIEDMA, M.M. 2002. El ritmo estacional del viento en el arco mediterráneo español e islas Baleares. *Papeles de Geografía*. Vol. 35, 171-192.
- VIDAL, J. 1938. *Curso de Botánica*. Editorial Bruño. Lima-Perú. 548 pp.
- WEIER, E.; STOCKING, R. & BARBOUR, M. 1983. *Botánica*. 5ta edición. Editorial Limusa, México. 942 pp.

# ANEXOS

ANEXO 1

**Cuadro 09:** Datos del crecimiento en longitud (cm) y diámetro (mm) de Corona de cristo, del sector Oeste de la isla Lagarto, Lago Titicaca, Puno 2014.

Planta	Lado de la isla	MADURA		JUVENIL		MADURA		JUVENIL		MADURA		JUVENIL									
		Longitud (cm)	Diámetro (mm)	Longitud (cm)	Diámetro (mm)	Longitud (cm)	Diámetro (mm)	Longitud (cm)	Diámetro (mm)	Longitud (cm)	Diámetro (mm)	Longitud (cm)	Diámetro (mm)								
1	Oeste	14.3	6.09	11	4.61	15.7	6.12	12	5.95	17.5	6.34	13.3	6.23	19.8	6.51	14.1	6.46	22.2	6.75	15	6.51
2	Oeste	25.8	6.15	15.2	2.62	26.3	6.65	15.6	3.28	27	7.26	15.8	3.29	28.9	7.62	16.4	3.98	29.1	8.2	17	4.02
3	Oeste	6	3.17	7.3	1.47	8.7	4.03	8.2	2.24	9.5	4.52	8.3	2.30	10	5.84	9	2.84	12.7	5.85	9.7	2.96
4	Oeste	17.5	4.25	7.8	3.02	18.7	5.47	8.6	3.99	19.6	5.82	8.6	4.24	22	6.33	9.5	4.80	23.9	6.34	10	5.57
5	Oeste	15.3	5.10	8.7	3.25	16	5.31	9.1	3.37	17	5.50	10	3.40	18	5.53	11.6	3.73	18.9	6.14	12.5	3.92
6	Oeste	13	9.01	2.3	2.7	14.5	9.06	3.4	2.42	15.5	9.20	4.1	3.15	18.5	9.42	5.1	3.18	20.5	9.94	5.8	4
7	Oeste	25	4.58	6.2	1.40	27.7	5.08	7.3	2.46	28.01	5.66	8	2.85	28.9	6.29	9.2	3.35	30.1	6.56	10.5	4.94
8	Oeste	7.3	2.95	5.5	1.67	8.2	3.37	6	2.99	9	3.74	6.1	2.30	9.5	3.77	6.5	2.46	10.8	3.97	7.5	3.19
9	Oeste	10.1	2.76	7.1	1.76	12.8	3.09	8	2.15	13.7	5.54	10.5	3.24	16.5	5.57	13.2	3.43	17.3	5.87	14	3.49
10	Oeste	11.9	5.56	7.3	2.18	13.3	6.10	7.5	3.46	17.5	6.25	8.6	3.79	21.6	7.36	9.5	4.21	22.5	7.89	10.7	4.24
11	Oeste	21	3.73	11	3.67	22.3	4.17	12.1	4.74	23.2	4.80	13.5	5.3	25.4	5.47	14.2	5.19	26.4	6.02	15.6	6.60
12	Oeste	11.4	3.56	3.5	2.60	12.3	4.14	4.9	2.64	13	5	6.5	3.83	13.5	5.85	7.4	4.87	17.5	6.20	8.7	5.45
13	Oeste	41.2	8.01	16	5.21	42.5	9.49	17.9	6.87	43.5	10.26	18.2	7.53	45.2	11.21	18.5	8.38	45.2	13.07	19	9.37
14	Oeste	21.4	5.64	11	4.86	22.12	6.11	12.2	5.30	23.2	6.41	13	5.52	24.3	6.83	13.6	5.61	26	6.92	14.4	6.51
15	Oeste	11.5	6.93	7	2.67	12.7	7.74	7.4	3.56	14	8.05	9.5	3.63	15.5	8.35	10.9	3.92	15.9	8.55	11	4.36
16	Oeste	15.3	2.58	9.2	1.43	16.2	3.16	14.8	4.65	17	3.67	16	5.13	18.6	4.39	17.7	5.49	20	5.6	18.1	5.80
17	Oeste	11	1.45	8.5	2.39	12.1	2.06	9	2.55	13	2.47	10.5	3.8	13.6	3.65	11.7	4.72	15.3	3.79	13.5	5.28
18	Oeste	10	5.54	5	2.12	10.8	5.93	5.5	2.65	11	6.50	6.5	3.03	12	6.63	6.8	3.22	12.9	6.96	7.7	4.78
19	Oeste	21.9	6.89	10.3	2.58	23.2	7.08	11.7	4.33	23.6	7.24	12.8	4.61	24.1	9.11	13.6	5.06	25.3	11.08	15	6.06
20	Oeste	11.8	4.54	5.5	2.68	12.5	5.26	6	2.90	13	5.64	7	3.09	13.7	6.51	7.5	3.58	16.2	7.44	7.8	4.31

ANEXO 2

**Cuadro 10:** Datos del crecimiento en longitud (cm) y diámetro (mm) de Corona de cristo, del sector Este de la isla Lagarto, Lago Titicaca, Puno 2014.

Planta	Lado de la isla	MADURA		JUVENIL		MADURA		JUVENIL		MADURA		JUVENIL									
		Longitud (cm)	Diámetro (mm)	Longitud (cm)	Diámetro (mm)	Longitud (cm)	Diámetro (mm)	Longitud (cm)	Diámetro (mm)	Longitud (cm)	Diámetro (mm)	Longitud (cm)	Diámetro (mm)								
1	Este	59.3	9.38	10.6	2.43	61.7	11.50	13.5	3.22	64	14.70	15.6	4.21	66.3	15.74	17.1	4.40	68.4	17.04	18.8	4.81
2	Este	63.4	12.11	6.9	3.02	72.3	13.72	9.5	3.47	76	17.59	11.6	4.12	80.4	18.54	15.5	5.24	83.5	19.04	18.4	6.52
3	Este	55.6	8.9	16.4	2.61	59.5	9.05	21.1	3.79	65.4	9.17	25.2	4.78	70.4	9.23	27.2	5.8	71.8	11	28.9	5.96
4	Este	59.5	8.7	12.1	3.65	65.3	10.11	14.2	4.15	68	14.91	15	4.60	71.8	16.19	16	4.89	75.5	16.58	17.5	5.77
5	Este	66.2	11.7	14.8	3.23	67	12.1	16.2	4.13	69	13.08	17	4.34	73.9	13.28	17.5	4.95	75.2	13.49	17.5	5.13
6	Este	32.4	7.95	11.5	2.77	34.1	8.15	13	3.19	36	8.75	14.5	3.92	37.6	9.58	15.1	3.97	38.6	10.79	18.6	4.40
7	Este	22.2	4.32	5.1	0.67	24.4	5.94	6.9	1.85	26.3	6.26	8.5	2.1	28.5	7.31	10	2.83	32.3	7.66	12.7	3.44
8	Este	53.5	7.67	18.1	2.43	56.2	8.3	20.9	3.80	58.4	8.39	23.6	3.72	60.4	8.5	24.8	4.2	62.6	8.82	26.3	4.52
9	Este	74.3	10.35	18.1	3.30	76	11.23	20	4.15	78.8	11.83	22.6	4.43	92	12.6	24	5.15	94.5	13.74	26.6	6.38
10	Este	38.2	7.64	10.9	1.88	42.8	7.85	12.7	3.83	47.3	8.32	14.8	5.06	50	9.6	15.4	5.51	55.9	9.52	18.5	6.63
11	Este	60	10.39	26.7	3.79	62.6	11.2	28.7	4.54	64.4	11.40	30.6	5.04	67.2	12.7	34	5.1	69.5	12.67	37.7	5.8
12	Este	28.4	8.28	3.6	3.60	30.7	8.78	5.1	3.82	32.3	9.51	7.4	4.48	34.7	10.02	8.9	5	38.5	10.31	9.3	5.48
13	Este	53.1	8.31	17.9	3.01	57.5	8.73	20	3.52	60	9.38	23.2	3.98	65.5	9.60	25	4.97	75.1	10.44	27.2	5.98
14	Este	23	8.12	10.3	2.49	25.6	9.36	12.4	2.80	28.9	10.22	13.6	3.66	32.5	11.8	14.1	4.83	36	12.32	15.6	5.58
15	Este	59.6	7.77	37	3.69	60.7	8.88	39.6	4.75	62.5	9.07	41.9	5.19	64	9.96	43	6.75	67.3	11.76	45.3	7.28

## ANEXO 3

**Fotografías de la isla Lagarto de ambos sectores Este y Oeste.**



**Figura 23.** Isla Lagarto, ubicada en el Lago Titicaca, Distrito de Capachica, Provincia Puno 2014.



**Figura 24.** Sector Este de la Isla Lagarto, ubicada en el Lago Titicaca, Distrito de Capachica, Provincia Puno 2014.



**Figura 25.** Sector Oeste de la Isla Lagarto, ubicada en el Lago Titicaca, Distrito de Capachica, Provincia Puno 2014.



**Figura 26.** Crecimiento de *Colletia spinosissima* en el sector Este de la Isla Lagarto, ubicada en el Lago Titicaca, Distrito de Capachica, Provincia Puno 2014.



**Figura 27.** Crecimiento de *Colletia spinosissima* en el sector Oeste de la Isla Lagarto, ubicada en el Lago Titicaca, Distrito de Capachica, Provincia Puno 2014.