

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



**DIVERSIDAD DE ESPECIES DE FLORA
SILVESTRE EN LA ISLA LAGARTO DEL LAGO
TITICACA-PUNO**

TESIS

PRESENTADO POR:

**Br. MARIA DE GUADALUPE CCALLOMAMANI
HILASACA**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

LICENCIADA EN BIOLOGÍA

PUNO - PERÚ

2016



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA

**DIVERSIDAD DE ESPECIES DE FLORA SILVESTRE EN LA
ISLA LAGARTO DEL LAGO TITICACA-PUNO**

TESIS

PRESENTADO POR:

Br. MARIA DE GUADALUPE CCALLOMAMANI HILASACA
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
LICENCIADA EN BIOLOGÍA

APROBADO POR EL JURADO REVISOR, CONFORMADO POR:

PRESIDENTE DEL JURADO:
M.Sc. Belisario MANTILLA MENDOZA

PRIMER MIEMBRO :
M.Sc. María Isabel VALLENAS GAONA

SEGUNDO MIEMBRO :
Mg. Jesús MIRANDA MAMANI

DIRECTOR DE TESIS :
Dr. Ángel CANALES GUTIÉRREZ

ASESOR DE TESIS :
Mg. Ivon Rocío GUTIERREZ FLORES

ÁREA : ECOLOGÍA
TEMA : DIVERSIDAD BIOLÓGICA

DEDICATORIA

A mi papá, Mariano de la Candelaria CCallomamani Flores quien con su ejemplo de vida e inmenso amor, supo guiarme en el camino de la vida. Tú eres el dueño de mis éxitos.

A mi padre Pablo Esmael CCallomamani CCallomamani que me enseñaste a luchar por mis sueños y nunca darme por vencida aun cuando todo esté en contra.

A mi madre, Albina Hilasaca Mamani, por enseñarme lo importante que es tener la familia unida, por confiar en mí.

A mi hermanito Juan diego, mi motivo de superación.

Gracias DIOS por haberme otorgado una familia maravillosa.

“Dos cosas que me llaman la atención: la inteligencia de la bestia y la bestialidad de los hombres” Flora Tristán

AGRADECIMIENTOS

- Agradezco fundamentalmente a la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Altiplano y a todos sus docentes, por haberme impartido conocimiento para mi desarrollo profesional.
- Mi sincero agradecimiento al P. Roberto Hoffmann por su confianza y apoyo, que contribuyó en mi formación académica.
- Al Dr. Ángel Canales Gutiérrez, por su orientación y apoyo durante la ejecución de mi proyecto de tesis.
- Agradezco especialmente a mi asesora Mg. Ivon Rocío Gutiérrez Flores, por su orientación y exigencia en mi proyecto de tesis.
- A mis jurados que con las mejores intenciones supieron corregir y guiar para la presentación de mi proyecto de tesis.
- A mis amigas Jubiza Ramos, Nurya Ortiz y Sofía Amaro que contribuyeron en mi formación personal y profesional.
- A todos mis amigos (os) que me apoyaron incondicionalmente durante la realización de mi proyecto de tesis y en mi etapa universitaria.

INDICE

RESUMEN.....	9
I. INTRODUCCION.....	10
II. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA.....	11
2.1 ANTECEDENTES.....	11
2.2 MARCO TEÓRICO.....	13
2.2.1. Teoría de islas.....	13
2.2.2. Estructura y composición de islas.....	13
2.2.3 Biodiversidad de islas.....	13
2.2.4 Parámetros ambientales.....	14
2.3 MARCO CONCEPTUAL.....	17
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	19
3.1 AREA DE ESTUDIO.....	19
3.2 TIPO DE ESTUDIO.....	20
3.3 POBLACIÓN DE MUESTRA.....	20
3.4 METODOLOGIA.....	21
2.1.4. Diseño de muestras o experimento.....	21
2.1.5. De laboratorio.....	24
2.1.6. Método estadístico (análisis de dato).....	24
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	26
V. CONCLUSIONES.....	43
VI. RECOMENDACIONES.....	44
VII. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.....	45
VIII. ANEXO.....	52

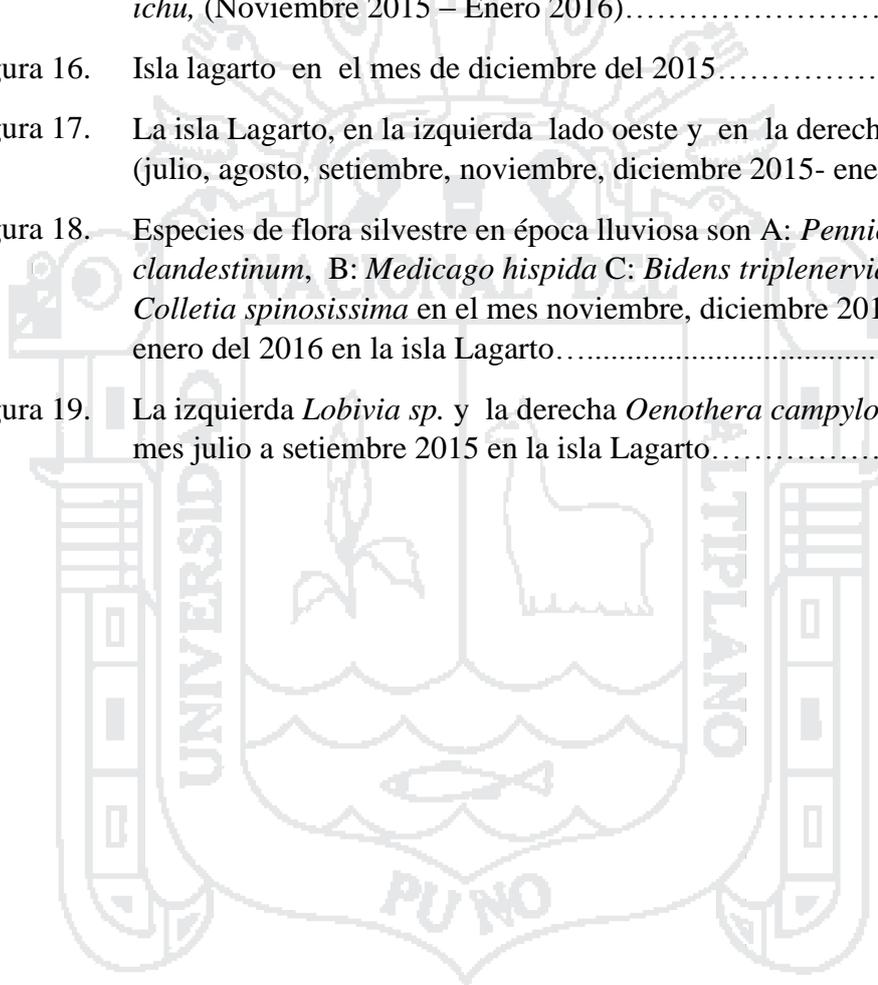
INDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 01. Índices de biodiversidad alfa.....	15
Cuadro 02. Temperatura ambiental (°C) en la época (lluviosa y seca) y en el lados (este y oeste) y meses, en la isla Lagarto, Lago Titicaca, Puno- 2016.....	37
Cuadro 03. Temperatura ambiental (°C) según meses, en la isla Lagarto, lago Titicaca, Puno-2016.....	38
Cuadro 04. Humedad ambiental (%) en la época (lluviosa y seca), en el lados (este y oeste) en la isla Lagarto, lago Titicaca, Puno- 2016.....	39
Cuadro 05. Humedad ambiental (%) según meses, en la isla Lagarto, lago Titicaca, Puno-2016.....	40
Cuadro 06. Velocidad del viento (m/s) en la época (lluviosa y seca), en el lados (Este y Oeste), en la isla Lagarto, Lago Titicaca, Puno-2016.....	41
Cuadro 07. Velocidad del viento (m/s) según los meses, en la isla Lagarto, Lago Titicaca, Puno- 2016.....	42
Cuadro 08. Riqueza específica de flora silvestre en la isla Lagarto, 2015 durante la evaluación en el mes de julio a enero del 2016.....	52
Cuadro 09. Riqueza específica de flora silvestre en la isla Lagarto, en la época seca y época lluviosa, durante la evaluación en el mes de julio del 2015 a enero del 2016.....	53
Cuadro 10. Riqueza específica y diversidad (media ± E.E) de flora silvestre en la isla Lagarto según época (lluviosa y seca), durante la evaluación en el mes de julio del 2015 a enero del 2016.....	54
Cuadro 11. Riqueza específica y diversidad (media ± E.E) de flora silvestre en la isla Lagarto según orientación (oeste y este), durante la evaluación en el mes de julio del 2015 a enero del 2016.....	54

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 01. Ubicación de la zona de estudio, donde se puede apreciar la distancia del continente con la isla Lagarto, Capachica, Puno (julio, 2015)....	19
Figura 02. Ubicación de los cuadrantes, en el lado este y oeste, los cuadrantes de color amarillo fueron evaluados y los de color blanco no fueron evaluados, debido al difícil acceso hacia ellos, en la isla Lagarto Capachica, Puno (julio, 2015).....	20
Figura 03. Método de los cuadrantes, en el lado este y oeste de la isla Lagarto Capachica, Puno (diciembre, 2015).....	22
Figura 04. Identificación de flora silvestre con el método de cuadrantes, isla Lagarto Capachica, Puno (diciembre, 2015).....	22
Figura 05. Equipo multifuncional (KESTREL/ 4000NV Pocket Weather tracker), en la isla Lagarto Capachica, Puno (julio, 2015).....	23
Figura 06. Distribución de especies según familias en época lluviosa (noviembre, diciembre 2015- enero del 2016) y época seca (julio, agosto y setiembre del 2015) en la isla Lagarto.....	27
Figura 07. Riqueza específica de flora silvestre en época lluviosa (noviembre, diciembre 2015- enero del 2016) y época seca (julio, agosto y setiembre del 2015) en la isla Lagarto.....	27
Figura 08. Especies de flora silvestre en época lluviosa son A: <i>Rumex crispus</i> , B: <i>Ageratina gilbertii</i> C: <i>Bidens andicola</i> y D: <i>Colletia spinosissima</i> en el mes noviembre, diciembre 2015 y enero del 2016 en la isla lagarto.....	28
Figura 09. Riqueza específica de flora silvestre en lado Este y Oeste de la isla lagarto en el mes de julio-2015 hasta enero- 2016).....	30
Figura 10. Índices de Simpson y Shannon de flora silvestre en época lluviosa (noviembre, diciembre 2015- enero del 2016) y época seca (julio, agosto y setiembre del 2015) en la isla Lagarto.....	31
Figura 11. Especies dominantes de flora silvestre en época lluviosa en la isla Lagarto. A la izquierda se muestra <i>Cassia latipelata</i> y a la derecha <i>Malva sp.</i> (Noviembre 2015 – enero 2016).....	33
Figura 12. Especies de flora silvestre isla lagarto en época lluvioso: A la izquierda <i>Hieracium sp.</i> , se muestra y a la derecha <i>Verbena litoralis</i> , (noviembre 2015 – enero 2016).....	34

Figura 13.	Especies dominantes de flora silvestre en época seca en la isla Lagarto. A la izquierda <i>Gnaphalium sp.</i> , se muestra y a la derecha <i>Paronychia andina</i> , (Noviembre 2015–Enero 2016).....	34
Figura 14.	Análisis de contraste de diversidad de flora silvestre, para encontrar diferencia en el lado este y oeste de la isla Lagarto.....	35
Figura 15.	Especies dominantes de flora silvestre en el lado este de isla Lagarto. A la izquierda <i>Colletia spinosissima</i> , se muestra y a la derecha <i>Stipa ichu</i> , (Noviembre 2015 – Enero 2016).....	36
Figura 16.	Isla lagarto en el mes de diciembre del 2015.....	55
Figura 17.	La isla Lagarto, en la izquierda lado oeste y en la derecha lado este (julio, agosto, setiembre, noviembre, diciembre 2015- enero del 2016).	55
Figura 18.	Especies de flora silvestre en época lluviosa son A: <i>Pennicetum clandestinum</i> , B: <i>Medicago hispida</i> C: <i>Bidens triplenervia</i> y D: <i>Colletia spinosissima</i> en el mes noviembre, diciembre 2015 y enero del 2016 en la isla Lagarto.....	56
Figura 19.	La izquierda <i>Lobivia sp.</i> y la derecha <i>Oenothera campylocalyx</i> en el mes julio a setiembre 2015 en la isla Lagarto.....	56



RESUMEN

La investigación se realizó en la isla Lagarto, ubicada en el lago Titicaca, cerca al centro poblado de Cotos del distrito de Capachica, provincia de Puno, región de Puno entre los meses de julio, agosto, setiembre, noviembre, diciembre del 2015 y enero del 2016. Los objetivos fueron: 1) evaluar la diversidad de especies de flora silvestre en relación a la orientación (este y oeste) y a la época (lluviosa y seca), 2) evaluar los parámetros ambientales (temperatura ambiental, humedad y velocidad de viento) en relación a la orientación (este y oeste) y a la época (lluviosa y seca), en la isla Lagarto. Se aplicó el método de cuadrantes aleatorios. En cada cuadrante se contabilizó la abundancia de individuos por cada especie. Se utilizaron los índices de Simpson y Shannon para la estimación de la diversidad, los mismos que fueron calculados con el software Past. Los datos se analizaron con la prueba de Mann Whitney en el software Infostat. Se registró un total de 41 especies pertenecientes a 18 familias. Se encontró mayor riqueza específica en el lado oeste ($P < 0.0001$) y en la época lluviosa ($P = 0.0433$). Se encontró mayor diversidad de especies en el lado oeste y en la época lluviosa, tanto con el índice de Simpson ($P < 0.05$), como con el índice de Shannon ($P < 0.05$). En la época lluviosa, la humedad fue significativamente mayor con respecto a la época seca ($P < 0.0001$), pero en la temperatura ambiental y velocidad de viento no existe diferencias significativas ($P = 0.18$, $P = 0.05$ respectivamente). Considerando la orientación, no se encontró diferencias significativas en los parámetros ambientales (temperatura ambiental: $P = 0.51$, humedad: $P = 0.51$ y velocidad del viento: $P = 0.47$). Se concluye que existe mayor diversidad de flora silvestre en la época lluviosa y en el sector oeste de la isla.

Palabras clave: diversidad de flora silvestre, época lluviosa, época seca, isla, orientación Este, orientación Oeste.

I. INTRODUCCIÓN

La isla es considerada un excelente laboratorio natural para el estudio de la evolución de especies y su reducido tamaño facilita la observación de la diversidad de especies que existen en la isla. Son fuentes naturales de evolución de flora y fauna. En el lago Titicaca se presentan diferentes islas de diversas áreas, siendo una de ellas la isla Lagarto, que está situado en el distrito de Capachica en el centro poblado de Cotos, donde se desarrollan una mayor diversidad de flora. A si mismo coexiste fauna silvestre, como aves acuáticas como (*Anas puna*) y lagartijas (*Liolaemus sp*)

Existen factores que influyen en el desarrollo o variación de diversidad de la flora silvestre como son: temperatura, precipitación, radiación solar, humedad, velocidad de viento y altitud. Estos factores influyen a que algunas especies se desarrollen más que otras, debido a su alta adaptación a las condiciones de su medio. Por otra parte, los fenómenos biológicos muchas veces se manifiestan con variaciones en el desarrollo. Estas variaciones se asemejan con el gigantismo y enanismo (FERNÁNDEZ & MORICI, 2008). En la isla lagarto, según MORALES (2014) los parámetros ambientales (temperatura, humedad y velocidad de viento) influyen en el crecimiento de la *Colletia spinosissima* y dominancia en otras especies, debido a su rápida adaptación a las condiciones de su hábitat.

Los objetivos del estudio fueron: 1) evaluar la diversidad de especies de flora silvestre en relación a la orientación (este y oeste) y a la época (lluviosa y seca), 2) evaluar los parámetros ambientales (temperatura ambiental, humedad y velocidad de viento) en relación a la orientación (este y oeste) y a la época (lluviosa y seca), en la isla Lagarto.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. ANTECEDENTES

En trabajos realizados sobre plantas vasculares en las islas, RITA & PAYARAS (2016), identificó que en la islas Baleares la flora autóctona asciende a 1729 taxones, con una proporción de 4.7 géneros por familia y 3 taxones por género. Del mismo modo en estudios realizados en la isla Baleares, PODDA *et al.* (2010) indica que se registró 10 especies nuevas en comparación con la isla Cerdeña, contabilizando 360 y 531 especies respectivamente, en la isla Canarias. YOCKTENG & CAVELIER (1998), la riqueza del bosque de la isla Gorgona en el índice de diversidad de Shannon fue inferior en relación a los bosques colombianos y ecuatorianos en las tierras bajas del continente. Además, GALMES *et al.* (2009), determino que en el ecosistema de las plantas endémicas habitan preferentemente en ambientes rocosos, con elevado grado de estrés y baja competencia interespecifica, especies endémicas como *Crepistri assi*, *Lysimachia minoricensis*, *Digitalis minor*, presentando una elevada capacidad de adaptación a las condiciones ambientales. Referido a las condiciones ambientales OLMO *et al.* (2013) encontraron que las variables como temperatura y sequía influyen de forma directa sobre la vegetación sublitoral de sustratos rocosos en la isla Canarias.

Según el inventario realizado por VALERIO *et al.* (2013), sobre flora vascular, en la isla Margarita (Venezuela), durante los meses de marzo a mayo y de octubre a diciembre de 2008, registraron 98 especies distribuidas en 43 familias, siendo la flora dominante *Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa*, detectando que la alteración de la flora podría estar relacionada con las actividades antropogénicas. Igualmente, según el inventario realizado por VARGAS (2002) indica que, en la isla Providencia (Colombia), registró la presencia de 76 especies con un promedio de 294 ind/m², siendo la especie con mayor población *Juncus balticus* y la de menor tamaño poblacional *Eupatorium gilbertii*. TRUSTY (2006), indica que en la flora vascular de la isla Coco (Costa Rica), la precipitación tan alta e inusual, ha favorecido el desarrollo de una gran diversidad en pteridófitos, encontrando que de 42% de la flora vascular nativa está formada por helechos y que el 50% de las especies endémicas de esta isla pertenecen a este grupo de plantas.

Diversos estudios demuestran que la temporada de lluvias empieza en el mes de setiembre hasta marzo y la temporada de seca empieza en el mes de abril hasta octubre (CESEL, 2013; CENEPRED, 2015; ROQUE *et al* 2008).

FERNANDEZ (2008), indica que la flora marina del Parque Nacional de isla del Coco, en Costa Rica, la diversidad de macroalgas de la isla del Coco se identificó un total de 29 especies. Las algas con mayor cobertura y mayor distribución alrededor de la isla fueron *Cladophora sp.*, *Dictyota sp.*, *Polysiphonia sp.*, y las algas calcáreas (41% de cobertura en algunos sitios).

CALLE (2007), identificó que en la zona seca existe mayor diversidad de especies forrajeras, encontrando que los índices de diversidad, Shannon y Simpson, en la zona seca son 54.9% y 59.2% respectivamente, mientras que en la zona húmeda es 40.6% y 40.6% respectivamente. De la misma manera, MARTÍNEZ *et al.* (2014), identificó que en Otoño obtuvo mayor producción de forraje, dado que es una época de transición hacia una época seca. Por otro lado, según las investigaciones realizadas por FERREYRA *et al.* (1998) encontraron que la zona Este presenta mayor cantidad de especies, mientras que BARAJAS (2015) encontró que la zona de mayor diversidad pero con menor equidad fue la zona Oeste.

Estudios realizados en cuerpos de agua dulces indican que presentan características similares, CONDORI *et al.* (2002) mencionan que la isla Taquile presenta un total de 23 familias y 56 especies. Así también, GUTIÉRREZ & CANALES (2012) mencionan que en la isla Taquile y el cerro Chiani, de la península de Chucuito del lago Titicaca, Puno, identificaron 118 especies pertenecientes a 45 familias. Pero ARTETA (2008), en su estudio de etnobotánica de plantas vasculares en el Centro Poblado Llachón, Distrito Capachica, Puno, reportó 154 especies agrupadas en 131 géneros y 58 familias. MORALES (2014), en la comparación del desarrollo de *Colletia spinosissima* (Corona de Cristo) en la isla Lagarto en el Lago Titicaca, que la influencia de los parámetros ambientales (Temperatura, humedad, velocidad de viento y dirección de viento) en el crecimiento de longitud (cm) de tallos juveniles y tallos maduros, pero no en el crecimiento del diámetro (cm) de tallos juveniles.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Teoría de islas

Según, FERNÁNDEZ & PALACIOS (2004) la isla se refiere a una extensión de tierra firme de tamaño variable, que está rodeada por aguas y se localiza en ríos, lagos, mares y océanos. Para KREFT *et al.* (2008), las islas reales representan el 5% de la superficie terrestre, en las cuales se encuentran cerca de 70000 especies de plantas vasculares endémicas, producto de la evolución en estos territorios aislados y con la ausencia de intercambio de flujos genéticos externos (MONTOYA, 2007). MOIRA (2012), sostiene que el número de especies sobre una isla depende del equilibrio entre la inmigración de nuevas especies y la extinción de las especies presentes. Las tasas de extinción depende del tamaño de la isla y de su distancia respecto al continente, puede construirse un diagrama de equilibrio general. En cuanto a la variable del tamaño de la isla, éste se ve reflejado en relación al tamaño y variedad de especies, en las islas de menor tamaño, la posibilidad de extinción es superior a la que se presenta en islas de mayor tamaño, y la variedad de especies también es superior (RODRÍGUEZ, 2010).

2.2.2. Estructura y composición de islas

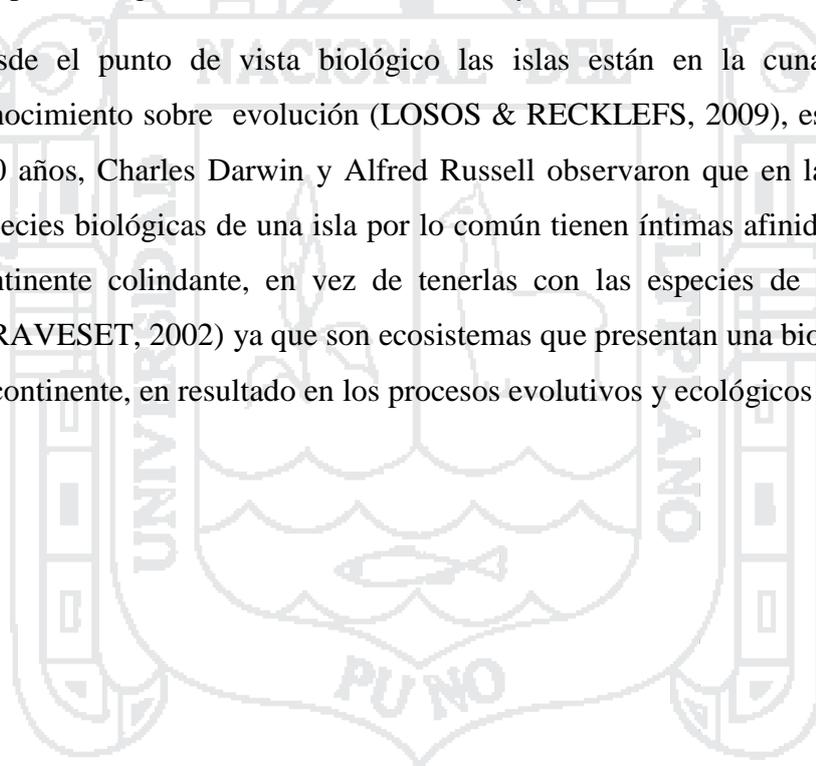
La estructura y composición de las comunidades vegetales que habitan en las islas, es multivariable. Cada sitio se puede describir por la abundancia de un conjunto de especies, cuyas proporciones cambian en función de las variables ambientales y sus interacciones. En la búsqueda de patrones que expliquen las variaciones en la diversidad, se propone que la cantidad de lluvia que se deposita en un lugar tiene poder predictivo con la cantidad de especies que se encuentran en un sitio (GENTRY, 1982). MONTOYA (2007), señala que la presencia de animales y plantas endémicas es producto de la evolución en estos territorios aislados y con la ausencia de intercambio de flujos genéticos externos, especialmente continentales.

2.2.3. Biodiversidad de islas

LLORENTE & MORRONE (2001), indican que los niveles de diversidad, es indudablemente el más estudiado. De hecho la mayoría de los textos de ecología dedican buena parte de sus secciones al análisis de la diversidad de especies a nivel local. Asimismo, los patrones de diversidad más conocidos en ecología geográfica y

biogeografía son; el gradiente latitudinal y altitudinal de riqueza de especies, se refieren a la diversidad alfa en el sentido amplio del término. MORENO (2001), indica que la diversidad *alfa* es la diversidad de una comunidad particular considerada homogénea y es la que posee más índices y métodos de medición desarrollados. Se suele distinguir entre los métodos que miden el número de especies existentes (riqueza específica) y los que miden la abundancia relativa de los individuos de cada especie (estructura). Entre los primeros se encuentran índices como el de Margalef o Menhinick, así como el método de rarefacción y otro tipo de métodos llamados no paramétricos. Para estimar la estructura, existen métodos paramétricos y no paramétricos, además de diversos índices entre los que se encuentran el de Shannon, Simpson, Berger-Parker, McIntosh, Pielou y Brillouin.

Desde el punto de vista biológico las islas están en la cuna de la historia de conocimiento sobre evolución (LOSOS & RECKLEFS, 2009), es así que desde hace 150 años, Charles Darwin y Alfred Russel observaron que en la isla Galápagos las especies biológicas de una isla por lo común tienen íntimas 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 en los procesos evolutivos y ecológicos (HALFFER, 1994).



Cuadro 01. Índices de biodiversidad alfa

RIQUEZA ESPECÍFICA	Índices	Riqueza de especies		
		Margalef		
		Menhinick		
		Alfa de Williams		
	Rarefacción			
	Funciones de acumulación	Logarítmica		
		Exponencial		
		De Clench		
	Métodos no paramétricos	Chao 2		
		Jackknife de 2º orden		
Jackknife de 1º orden				
Bootstrap				
ESTRUCTURA	Modelos paramétricos	Serie geométrica		
		Serie logarítmica		
		Distribución log-normal		
		Modelo de vara quebrada		
	Modelos no paramétricos	Chao 1		
		Estadística Q		
	Índices de abundancia proporcional	Índices de dominancia	Simpson	
			Serie de Hill	
			Berger-Parker	
			Mcintosh	
		Índices de equidad	Shannon-Wiener	
			Pielou	
	Brillouin			
	Bulla			
Equidad de Hill				
Alatalo				
Molinari				

Fuente: Moreno (2001)

El índice de diversidad está formado por dos componentes: el *número de especies* o riqueza de especie y la *abundancia* o equilibrio de especie (KREBS, 1999). El estudio de los patrones de diversidad involucran los factores climáticos, biogeográficos y ecológicos, así como los modelos estadísticos que intentan demostrar los patrones observados en la naturaleza, como la relación del números de especies y el área de distribuciones, no solo son resultados de procesos como la competencia o heterogeneidad ambiental, sino también del producto, de eventos aleatorios (RODRÍGUEZ *et al.* 2003). Para PRIMACK & ROS (2002), a nivel de especies, la biodiversidad comprende el abanico completo de organismos de la tierra, desde las bacterias y protistas hasta los reinos pluricelulares de las plantas, los animales y los hongos. A una escala más fina, la diversidad biológica comprende la variación (variabilidad) genética dentro de las especies, tanto entre

poblaciones separadas geográficamente, como entre individuos de una misma población. La diversidad biológica comprende también la variación dentro de las comunidades biológicas en las que habitan especies, los ecosistemas que existen en las comunidades, y las interacciones entre estos niveles. De otro lado SMITH & SMITH (2012), indican que la influencia del área (tamaño de la mancha) sobre la riqueza de las especies se tomó en cuenta por los primeros exploradores de la naturaleza y los biogeografía, quienes observaron que las grandes islas tienen más especies que las pequeñas. Además, ofrecen la ventaja de ser más numerosa que los continentes y océanos, la diversidad de condiciones geológicas, topográficas, climáticas y biológicas, criterios suficientes para observarlas en “experimentos naturales” que intentan probar hipótesis evolutivas (WHITTAKER, 1972).

2.2.4. Parámetros ambientales

Según, CENEPRED (2015) climáticamente el periodo de lluvias en el Perú se inicia en el mes de setiembre y culmina en abril del siguiente año, las mayores precipitaciones se presentan durante el periodo diciembre-marzo, debido a que los sistemas atmosféricos generadores de las precipitaciones, presentan sus mayores intensidades, su mejor configuración y una mayor persistencia de los sistemas; lo que ocasiona la recurrencia de las lluvias, en la costa norte, sierra y selva del Perú. El clima es el principal responsable del desarrollo y distribución de las plantas, por lo que el criterio climático es muy importante para delimitar espacio geográfico con determinadas características climáticas, especialmente relacionados a la humedad del suelo y la temperatura, en los cuales se desarrollan determinados tipos de vegetación (MINAM, 2010).

LEIVA (2001), indica que la riqueza de especies depende de la ubicación geográfica del sitio y las variaciones climáticas (temperatura, precipitación, disponibilidad de luz, etc.) que se presentan de un sitio a otro. Así, conforme aumenta la altitud y latitud disminuye la diversidad de especies. La diferencia entre islas, en cuanto a la condición ambiental, geología, topografía o climática, evidencian gran cantidad de factores del medio que son potencialmente determinante para la riqueza de especies. Los gradientes altitudinales permiten conocer cómo funcionan las comunidades a diferentes altitudes, debido a que en elevaciones menores existe mayor superficie potencial y a mayor altitud, la temperatura es menor y existe menor cubierta vegetal que las zonas bajas

(BROWN, 2001). El crecimiento de las plantas es un proceso fisiológico principalmente controlado por los niveles de luz, calor, humedad, nutrientes y estrés mecánico que incluye daños por tormentas, predación animal e intervención humana. Los niveles de luz pueden tener mucha influencia en la actividad hormonal, en la producción fotosintética y la temperatura de las hojas (CASTILLO, 1991).

2.3. MARCO CONCEPTUAL

Biogeografía de islas.- teoría que dice que el número de especies en una isla está determinando por el equilibrio entre la inmigración de nuevas especies y la extinción de especies ya presentes (ODUM, 2007).

Clima.- patrón general de condiciones atmosféricas o de temperie (tiempo), variaciones estacionales y extremos tempéricos en una región en un periodo largo (TYLER, 1994).

Diversidad.- El grupo de especies (poblaciones) que ocupan un área determinada e interactúan entre sí de manera directa o indirecta, se denomina comunidad. El número de especies de la comunidad define la riqueza en especie y la equitativita de especies, de qué modo los dividuos están distribuidos en cada especie (VILLAREAL *et al.*, 2006).

Dominancia.- cuando pocas especies, o sólo una, predominan dentro de una comunidad, se denominan dominantes. Las especies dominantes son las más numerosas (RODRÍGUEZ, 2010).

Isla.- las islas son pequeños laboratorios naturales donde las condiciones están más controladas, como un laboratorio artificial. Tiene áreas bien definidas, como precisos, relativamente simples y aislados. Al haber un numero alto de ellas en la tierra, se pueden seleccionar por sus características de área, grado de aislamiento, condiciones medioambiental (COLLANTES, 2010).

Ecosistema.- Comunidad de diferentes especies que interactúan entre sí y con los factores físicos y químicos que conforman su entorno no vivo (TYLER, 1994).

Especie.- Se denomina a cada uno de los grupos en que se dividen los organismos, es decir, la limitación de lo genérico en un ámbito morfológicamente concreto. Una

especie se define a menudo como grupo de organismo capaz de entrecruzar y de producir descendencia fértil (ODUM, 2007).

Hábitat.- Lugar donde una especie (comunidad) viven naturalmente y que por lo tanto reúne las características físicas biológicas (factores ambientales) necesarias para su reproducción y supervivencia (DAUBENMIRE, 1996).

Lago.- gran cuerpo natural de agua dulce estática que se forma cuando agua procedente de precipitación, escurrimientos superficiales y flujo de agua subterránea llena una depresión creada en la superficie de la tierra por glaciación, movimiento de la tierras, actividad volcánica o por un meteorito gigantesco (TYLER, 1994).

Parámetros ambientales.- son condiciones abióticas que se encuentra dentro de un hábitat de un organismo la cual tiene su punto óptimo y sus limitantes de tolerancia, de ahí se entiende que cualquier parámetro fuera de su margen causara tensión y limitara el crecimiento (BERNARD *et al.* 1999).

Plantas.- Organismos eucarióticos, en su mayor parte multicelulares, como algas (rojas, azules y verdes), musgos, helechos, flores, cactus, pastos frijol, trigo, árboles. Hacen uso de la fotosíntesis para producir nutrientes orgánicos para sí mismas y para los organismos que se alimentan de ellas. El agua y otros nutrientes inorgánicos se obtienen del suelo en el caso de las plantas terrestres, y del agua para las acuáticas (TYLER, 1994).

Suelo.- Mezcla compleja de minerales inorgánicos (arcilla, limo, guijarros y arena), materia orgánica en descomposición, agua, aire y organismo vivos (TYLER, 1994).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. ÁREA DE ESTUDIO

La investigación se efectuó en los meses de julio, agosto, setiembre, noviembre, diciembre del 2015 y enero del 2016 en la isla Lagarto, ubicada entre $15^{\circ}39'40.84$ latitud sur y $69^{\circ}46'48.57$ longitud oeste. Las características geográficas de la isla Lagarto son; área 5550.15 m^2 , perímetro de 498.23m , largo de 205.30m y ancho de 38.22m . Se localiza al noreste de Lago Titicaca, en el centro poblado de Cotos del distrito de Capachica, provincia de Puno, región de Puno (Figura 16).

La distancia entre la orilla del lago y la isla Lagarto es 458.19m . El ingreso hacia la isla es en bote a 20 minutos de la orilla. El clima en el distrito de Capachica es frío y húmedo con vientos permanentes, lluvias en verano y helada en invierno. La temperatura promedio anual es de 18.8°C (SENAMHI, 2015)

La isla Lagarto presenta cierta flora y fauna. En la fauna podemos apreciar algunos reptiles como lagartijas (*Liolaemus sp*) y aves como (*Anas puna*, *Rollandia mycroptera*, *Teristicus melanopis*, *Chroicocephalus serranus*). En cuanto a la flora existen diferentes especies.



Figura 01. Ubicación de la zona de estudio, donde se puede apreciar la distancia del continente con la Isla Lagarto.

3.2. TIPO DE ESTUDIO

El tipo de estudio que se ha realizado en la tesis fue experimental natural e inferencial.

3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

El estudio se realizó en la isla Lagarto ubicada al noreste del Lago Titicaca, la evaluación se realizó una vez al mes, en época seca y lluviosa, por un periodo de seis meses (julio, agosto, setiembre, noviembre, diciembre del 2015 y enero del 2016). Durante la evaluación se realizaron 12 muestreos en el lado Este y 12 muestreos en el lado Oeste de la isla (Figura 17), empleando el método de cuadrantes aleatorios de $2 \times 2 \text{m}^2$, distribuidos en toda la isla Lagarto (Figura 02).



Figura 02. Ubicación de los cuadrantes, en el lado este y oeste, los cuadrantes de color amarillo fueron evaluados y los de color blanco no fueron evaluados, debido al difícil acceso hacia ellos, en la isla Lagarto Capachica, Puno (julio, 2015).

3.4. METODOLOGÍA

3.4.1. Diseño de muestreo o experimento

Evaluar la diversidad de especies de flora silvestre en relación a la orientación (este y oeste) y a la época (lluviosa y seca) en la isla Lagarto.

Se utilizó el método de cuadrante aleatorio sistematizado para realizar el conteo e identificación de la flora silvestre. Para ello se empleó 4 estacas y un ovillo de pabilo cuyas dimensiones son de 2m x 2m, se evaluó 12 cuadrantes en el lado este y 12 cuadrantes en el lado oeste, siendo la separación entre cuadrantes 10m. La recolección de especies se realizó durante la época seca (julio, agosto y setiembre) y época lluviosa (noviembre, diciembre y enero 2016) (CENEPRED, 2015). Así mismo se procedió a identificar las especies y número de individuos por especies. Las especies que no han sido identificadas se fotografiaron y luego fueron extraídas con una tijera de podar, para luego colocarlas en bolsas herméticas debidamente etiquetadas. Seguidamente se elaboró una presa botánica con cartones y periódicos, luego se colocaron en micas para posteriormente identificarlas. Durante la evaluación se consideró a las especies dominantes y raras. Se consultó el Herbario Virtual on the TROPICOS® del Missouri Botanical Garden y las muestras Neotropicales de Herbario de The Field Museum. Asimismo se identificaron algunas especies mediante fotos de los siguientes trabajos de diferentes autores como: GUTIÉRREZ & CANALES (2012) Evaluación comparativa de la diversidad de flora silvestre entre la isla Taquile y el cerro Chiani en relación a la altitud, Puno, Perú; BELLIDO (2013) Diversidad de flora Silvestre en un gradiente altitudinal en la selva Alta de la Provincial de Carabaya, Puno; CONDORI (2011), Diversidad de flora silvestre en la Isla Taquile, Puno, Perú; CANALES & SARMIENTO (1991) Biodiversidad de flora silvestre en dos zonas del altiplano (Chucuito y chinchero) Puno, Perú; ARTETA (2008) Etnobotánica de plantas vasculares en el Centro Poblado Llachón, Distrito Capachica, Departamento Puno. De esta manera se clasificó taxonómicamente la flora silvestre, de acuerdo al sistema de clasificación de Cronquist (1988).



Figura 03. Método de los cuadrantes, en el lado este y oeste de la isla Lagarto Capachica, Puno (diciembre, 2015).



Figura 04. Identificación de flora silvestre con el método de cuadrantes, isla Lagarto Capachica, Puno (diciembre, 2015).

Evaluar los parámetros ambientales (temperatura ambiental, humedad y velocidad de viento) en relación a la orientación (este y oeste) y a la época (lluviosa y seca).

La evaluación de los parámetros ambientales se realizó en la isla Lagarto que está localizado en el centro Poblado de Cotos distrito de Capachica, provincia de Puno. Se registró los parámetros ambientales en una libreta de apuntes, para las coordenadas se utilizó el GPS (GARMIN/GPS map76). Para la humedad, temperatura y velocidad de viento se utilizó el equipo multifuncional (KESTREL/4000NV Pocket Weather tracker). El recorrido se realizó en forma de zigzag desde las 9:00h hasta las 15:00 horas. El registro se hizo cada dos horas, una vez por mes durante seis meses, tanto el lado este y oeste de la isla Lagarto. Los equipos multifuncionales utilizados fueron facilitados por la Facultad Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Altiplano, que fueron el GPS (GARMIN/GPS map76) y el instrumento de la velocidad de viento (KESTREL/4000NV Pocket Weather tracker).



Figura 05. Equipo multifuncional (KESTREL/ 4000NV Pocket Weather tracker), en la isla Lagarto Capachica, Puno (julio, 2015).

3.4.2. De laboratorio

Se recogió muestras representativas de suelo en el lado este y oeste de la isla Lagarto, las muestras de suelo se colocaron en bolsas herméticas debidamente etiquetadas para luego ser llevadas al laboratorio de suelos de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Altiplano.

3.4.3. Método Estadístico

Evaluar la diversidad de especies de flora silvestre en relación a la orientación (este y oeste) y a la época (lluviosa y seca)

Con los datos obtenidos de la composición florística en cada época (seca, lluvioso) y lado (este, oeste) de la isla Lagarto, se evaluó la diversidad de flora silvestre con los índices de Simpson, Shannon-Wiener (abundancia proporcional) y la riqueza específica que es el número de especies encontradas en el lugar. Para procesar los datos se utilizó el programa PAST. La prueba estadística utilizada fue de Mann Whitney. En programa de INFOSTAT versión 2016.

- **Índice de Simpson (Simpson_1-D).** Es una medida de *Diversidad* y se expresa como:

$$1 - D = \sum p_i^2$$

Dónde:

1-D= Índice de Simpson

p_i = Abundancia proporcional de la especie i , es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra (SMITH & SMITH, 2006).

- **Índice de Shannon-Wiener.**- El índice refleja la heterogeneidad de una comunidad sobre la base de dos factores: el número de especies presentes y su abundancia relativa.

$$H = - \sum_{i=1}^s p_i \log_2 p_i$$

Dónde:

H = Diversidad de especies.

P_i = Proporción del número de individuos de la especie i con respecto al total de individuos, obteniendo p_i de la división del número de individuos de una especie con la sumatoria del número total de individuos de todas las especies (PLA, 2006).

Evaluar los parámetros ambientales (temperatura ambiental, humedad y velocidad de viento) en relación a la orientación (este y oeste) y a la época (lluviosa y seca), en la isla Lagarto.

Los datos de campos recolectados fueron; temperatura, humedad y velocidad de viento, se tomó en cuenta la época (lluviosa y seca) como en el lado (este y oeste) de la isla Lagarto del lago Titicaca. Los datos se registraron en una libreta de apuntes cada dos horas durante el día, la dirección del viento se tomó de N-S y E-O.

La información recolectada se procesó en una hoja de Excel, para luego aplicar la prueba estadística de Mann Whitney. Para ello se utilizó el programa de INFOSTAT versión estudiantil 2016.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Evaluar la diversidad de especies de flora silvestre en relación a la orientación (este y oeste) y a la época (lluviosa y seca)

Se registró un total de 41 especies de flora silvestre pertenecientes a 18 familias, de las cuales 28 fueron registradas en la época lluviosa y 13 en la época seca. Las familias más abundantes fueron: Asteraceae, Verbenaceae, Poaceae, Apiaceae, Brassicaceae, Cactaceae y Polygonaceae. La riqueza de especies encontrada en la isla Lagarto es inferior a lo registrado en la isla Taquile, donde se registró 94 especies (GUTIÉRREZ & CANALES 2012). Esta gran diferencia de especies y familias es debido al área evaluada, puesto que la isla Lagarto tiene una área de 0.0056 Km² y la isla Taquile tiene 6km². Al respecto, SMITH & SMITH (2012), indican que las islas con mayor tamaño tienen más especies que las pequeñas, observando que la cantidad de las especies encontradas en las islas dependían del tamaño de la isla. Tal como cita SMITH & SMITH (2012), referido a la regla general dada por el zoogeógrafo, Philip Darlington: “en las islas, el aumento de 10 veces del área lleva a duplicar la cantidad de especies de flora y fauna”. Diversos estudios demuestran la relación entre el área de las islas y la diversidad de especies (RITA & PAYARES, 2006; PODDA *et al.* 2010, PORRA, 2012). La isla no solo presenta menos especies por unidad de superficies, sino que además, entre las presentes, existen notables ausencias taxonómicas a nivel de familias, órdenes e incluso phyla (FERNANDEZ & MORICI, 2008). En la evaluación etnobotánica de plantas vasculares en el Centro Poblado de Llachón, se reportan 154 especies agrupadas en 131 géneros y 58 familias, donde las familias con más de 4 especies representativas: Asteraceae con 28 spp. (18%), Fabaceae 11spp (7%), Poaceae, Lamiaceae y Solanaceae (ARTETA, 2008).

Las especies encontradas de flora silvestre en cada época y lado de la isla Lagarto se presenta en el Cuadro 08.

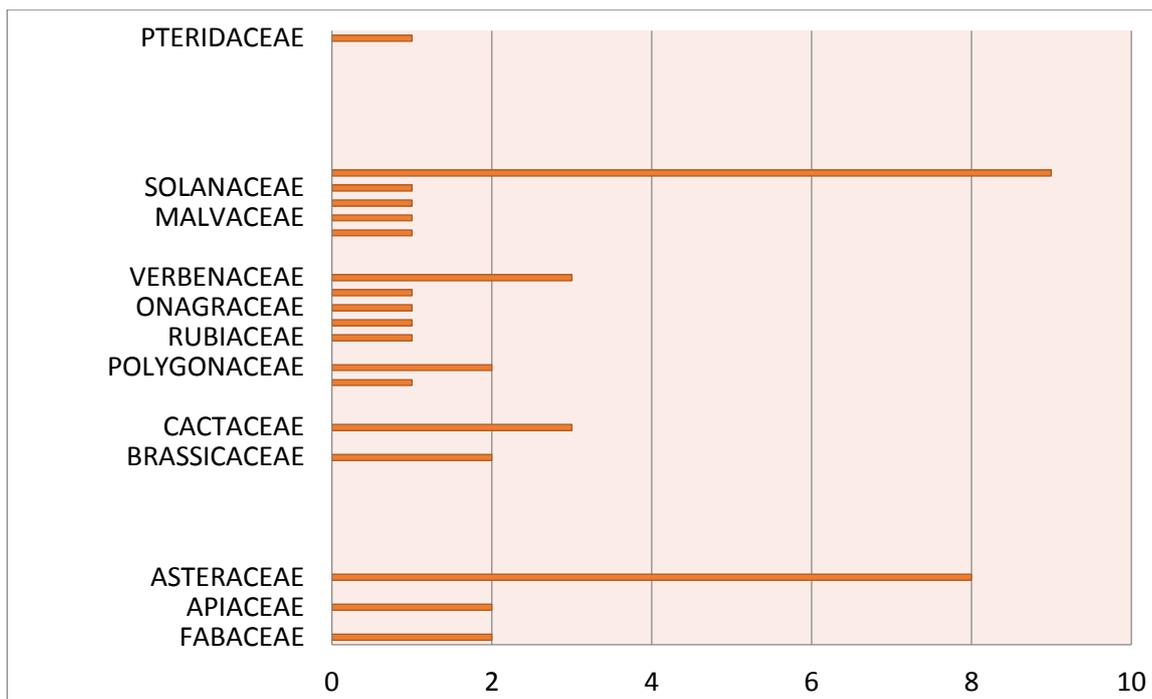


Figura 06. Distribución de especies según familias en época lluviosa (noviembre, diciembre 2015- enero del 2016) y época seca (julio, agosto y setiembre del 2015) en la isla Lagarto.

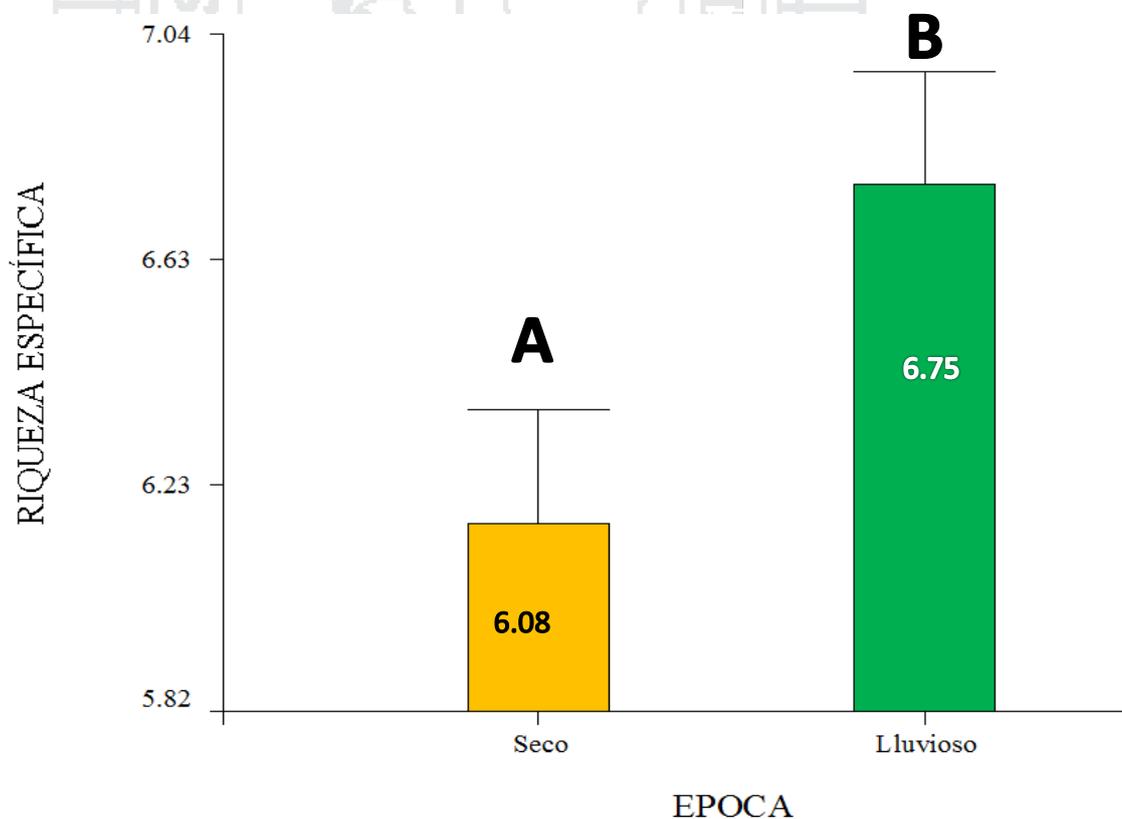


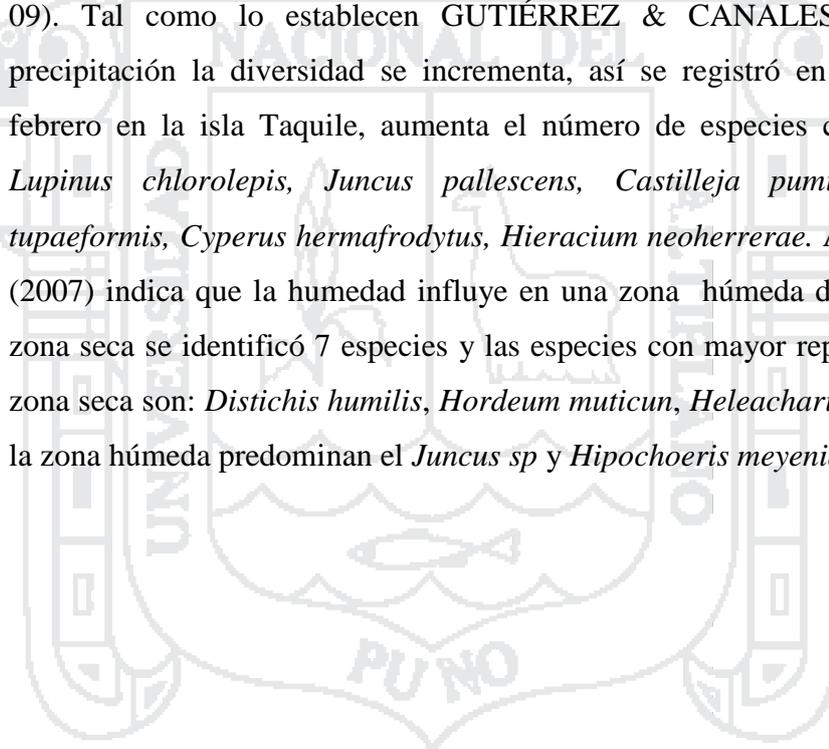
Figura 07. Riqueza específica de flora silvestre en época lluviosa (noviembre, diciembre 2015-enero del 2016) y época seca (julio, agosto y setiembre del 2015) en la isla Lagarto.

Se encontró una significativa mayor riqueza de especies de flora silvestre en la época lluviosa con respecto a la época seca ($W_{1,72} = 5718.5$; $P = 0.0433$) (Figura 07) y ANEXO (Cuadro 10). Es decir, durante los meses de noviembre, diciembre y enero de 2016 (CENEPRED, 2015), se incrementa la diversidad de la flora silvestre debido al incremento de la precipitación fluvial (175.4mm). Este mismo resultado, fue encontrado por GUTIÉRREZ & CANALES (2012) en la isla Taquile, YOCKTENG & CAVELIERL (1998) en la isla Gorgona y por TRUSTY (2006) en la isla del Coco, quienes precisan la influencia de la precipitación sobre la diversidad de especies. Contrariamente, GONZÁLEZ *et al* (1995), indican que en los bosques de la isla Providencia, existe especies leñosas, con valor significativo en bosques húmedos con 43 especies al compararlo con las Antillas Mayores que tienen 46 en los bosques secos. CONDORI *et al.* (2002) mencionan que la isla Taquile presenta elementos florísticos característicos, determinándose un total de 23 familias y 56 especies, dichas especies están agrupadas en 12 comunidades, que constituyen formaciones terrestres y acuáticas.



Figura 08. Especies de flora silvestre en época lluviosa son A: *Geranium*, B: *Ageratina gilbertii* C: *Bidens andicola* y D: *Colletia spinosissima* en el mes noviembre, diciembre 2015 y enero del 2016 en la isla Lagarto.

En la época lluviosa se registró 30 especies con mayor abundancia en comparación con la época seca que se registró 11 especies. Algunas de las especies con mayor dominancia en la época lluviosa fueron: *Geranium sessiliflorum*, *Ageratina gilbertii*, *Bidens andicola*, *Colletia spinosissima* (Figura 08), *Cassia latioptolata*, *Pennicetum clandestinum*, *Agrostis breviculmis*, *Muehlenbeckia volcanica*, *Lepidium chichicara*, *Daucus montanus*, *Verbena litoralis*, *Malva sp*, *Viguiera pflanzii*, *Poa annua*, *Verbena microphylla*, *Calamagrotis sp.*, *Sonchus oleraceus*, *Paronychia andina*, *Eragrostis sp.*, *Trifolium repens*, *Sonchus oleraceus*, (Cuadro 09). Tal como lo establecen GUTIÉRREZ & CANALES (2012), a mayor precipitación la diversidad se incrementa, así se registró en los meses enero y febrero en la isla Taquile, aumenta el número de especies como: *V. petflanssi*, *Lupinus chlorolepis*, *Juncus pallescens*, *Castilleja pumila*, *Siphocampylus tupaeformis*, *Cyperus hermafrodytus*, *Hieracium neoherrerae*. Al respecto, CALLE (2007) indica que la humedad influye en una zona húmeda de 10 especies, en la zona seca se identificó 7 especies y las especies con mayor representatividad en la zona seca son: *Distichis humilis*, *Hordeum muticun*, *Heleacharis albibracteata* y en la zona húmeda predominan el *Juncus sp* y *Hipochoeris meyeniana*.



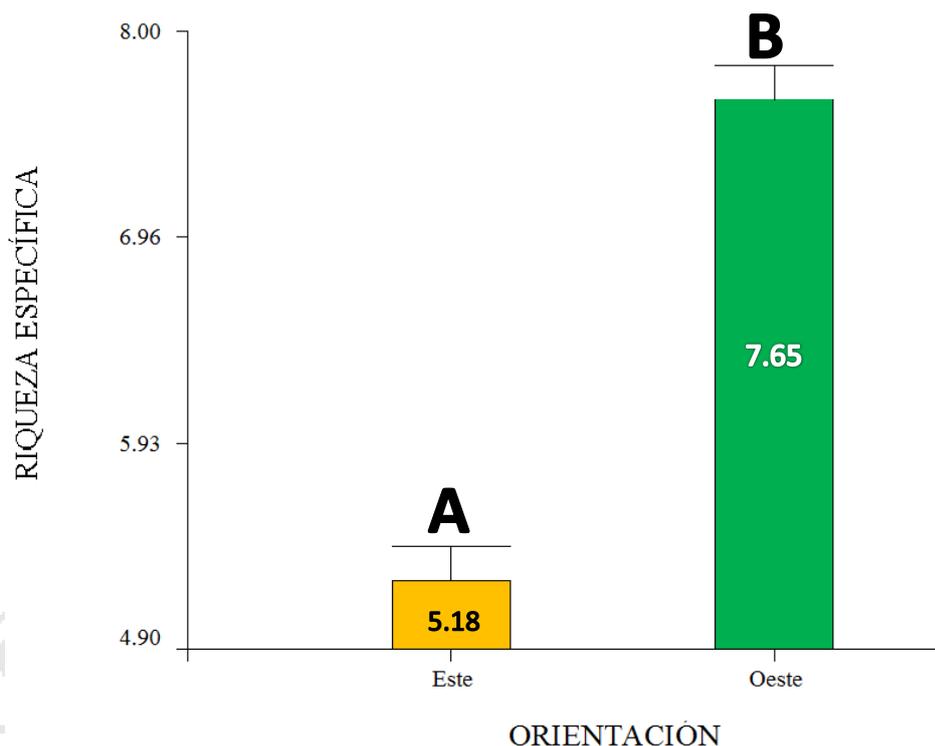


Figura 09. Riqueza específica de flora silvestre en lado Este y Oeste de la isla Lagarto en el mes de julio-2015 hasta enero- 2016).

Existe una significativa mayor riqueza de especies de flora silvestre en el lado oeste con respecto al lado este de la isla ($W_{1, 72} = 3266$; $P = < 0.0001$) (Figura 09). En el lado Oeste se registró 28 especies siendo las especies más frecuentes: *Trifolium repens*, *Taraxacum officinale*, *Malva sp*, *Lobivia sp*, *Verbena microphylla*, *Pennisetum clandestinum* y *Daucus montanus* (Figura 18) y en el lado Este se registró 13 especies como: *Bidens andicola*, *Stipa ichu*, *Ageratina gilbertii*, *Oenothera campylocalyx*, *Stipa obtusa* y *Cassia latiopeolata* (Cuadro 11). Al respecto, JIMÉNEZ *et al.* (2012), FERREYRA (1998), BARAJAS (2005), SANCHEZ (2012), también encontraron que la orientación afecta en la diversidad de especies de flora silvestre. De la misma manera, el presente estudio registró menor riqueza específica en el lado Este, debido a la morfología de la isla, como también de los parámetros ambientales de la isla Lagarto.

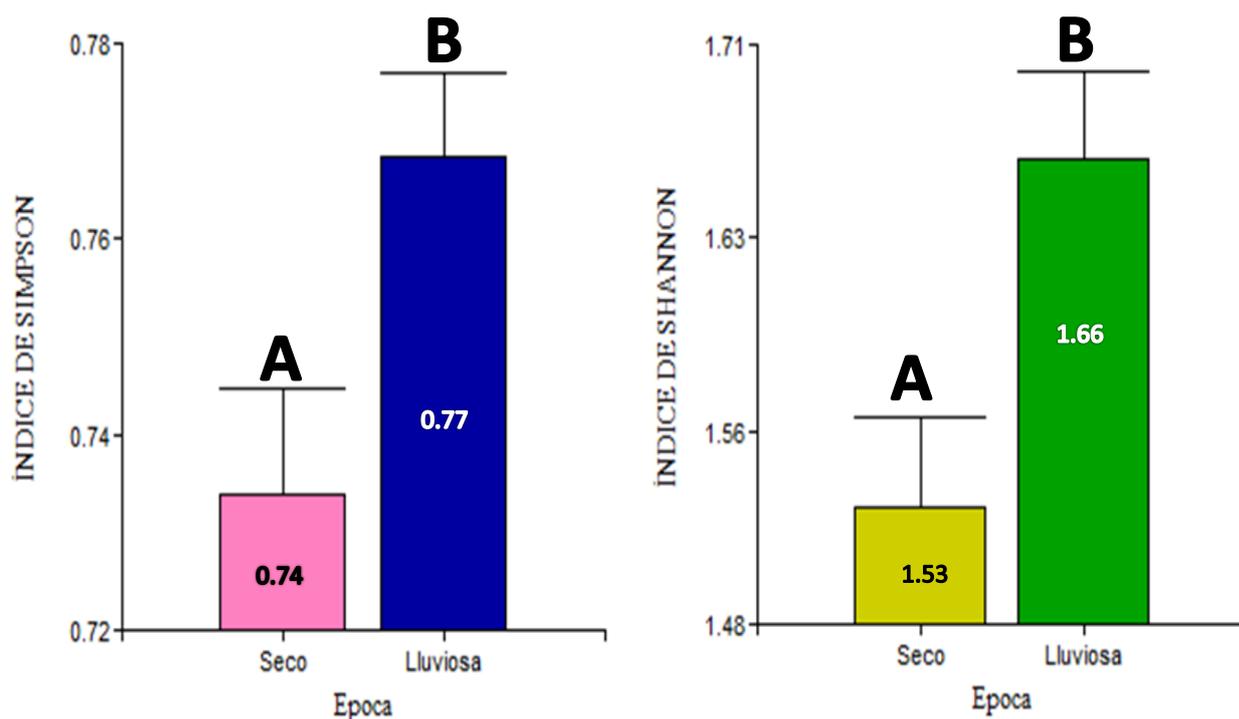


Figura 10. Índices de Simpson y Shannon de flora silvestre en época lluviosa (noviembre, diciembre 2015- enero del 2016) y época seca (julio, agosto y setiembre del 2015) en la isla Lagarto.

Se encontró una significativa mayor diversidad de especies de acuerdo al índice de Simpson ($W_{1, 72} = 5954.0$; $P = 0.0034$) y Shannon ($W_{1, 72} = 5937.0$; $P = 0.0042$) en la época lluviosa (Figura 10). En función de los datos podemos indicar que en la época lluviosa existe mayor diversidad de especies por lo tanto menor dominancia de especies. Esto puede deberse al aumento de precipitación en los meses de noviembre a enero. Por otro lado, en la época seca se registró menor diversidad pero mayor dominancia la especies como: *Colletia spinosissima*, *Bidens andicola*, *Stipa ichu*, *Stipa obtusa*, *Agrostis breviculmis*, *Eragrostis nigricans*, *Ageratina gilbertii* (Cuadro 10). Los resultados obtenidos en la isla Taquile por GUTIÉRREZ & CANALES (2012) mencionan que no existe diferencia en cuanto al índice Simpson encontrados en ambas zonas de evaluación aunque cabe resaltar que fue en la isla Taquile en el que se registró una menor diversidad y en consecuencia mayor dominancia de ciertas especies arbustivas como: *M. volcanica*, *C. ramosissima*, *T. repens*, *M. fastigiata*, *B. andicola*, *L. meyenni*, *P. clandestinum*, *A. pinnata*, *Poa sp.* Asimismo, CALLE (2007) menciona que el índice de Simpson en la zona húmeda, muestra valores elevados con respecto a la zona seca, donde existe mayor dominancia en algunas especies, mientras en la zona húmeda el valor del

índice es bajo. Así mismo, VALERIO *et al.* (2013) indican que en la laguna El Morro, las especies dominantes están constituidas principalmente por el mangle blanco (*Laguncularia recemosa*) y el mangle negro (*Avicennia germinans*), los cuales ocupan la mayor área en la zona litoral de la laguna, pero en la época seca se encontró las especies dominante como: *Conocarpus erectus*, *Heliotropium curassavicum*, *Sporobolus virginicus*, *Canavalia rosea* y *Scaevola plumieri*. Asimismo, el estudio realizado por, BELLIDO (2013) menciona que en la época seca existe baja diversidad de especies. Sin embargo, se encontró mayor dominancia en algunas especies como: *Cyperus sp.*, *Poa sp.*, *Noticastrum sp.*, *Pennisetum sp.*, y *Desmodium sp.* De la misma manera YOCKTENG & CAVELIER (1998) indican que con el índice de Simpson se obtuvo el valor más alto para la isla Gorgona, en comparación bosque de Cabo Corrientes. Esto muestra que la isla presenta un número mayor de especies dominantes que los bosques de Cabo Corrientes siendo uno de los bosques más húmedos y tropicales.

En un estudio similar al nuestro, realizado por CESEL (2013), indica que en la evaluación efectuada en los meses de enero, febrero, marzo y abril corresponde a la estación de lluvias, en la que un manto verde cubre casi toda la superficie a excepción de las rocas. Las especies más abundantes son: *Muhlenbergia peruviana*, *Muhlenbergia ligularis*, *Nasella mucronata*, *Cerastium danguyi*, *Distichia muscoides* y *Lachemilla pinnata*. Por otra parte MORA (2012), menciona que en la época lluviosa se registró una alta diversidad, con 21 especies, distribuidas en 20 géneros y 14 familias, ORELLANA (2009), indican que en los bosques de Valle de Sacta, encontró valores altos de diversidad según el índice de Shannon. Las familias con mayor porcentaje de diversidad en las parcelas son Fabaceae y Melastomataceae. Por otro lado, las familias que también mostraron un porcentaje alto de diversidad son: Sapotaceae, Lauraceae y Moraceae.



Figura 11. Especies dominantes de flora silvestre en época lluviosa en la isla Lagarto. A la izquierda se observa *Cassia latiopeolata* y a la derecha *Malva sp.* (Noviembre 2015 – enero 2016).

Las especies con mayor diversidad en la época lluviosa fueron: *Cassia latiopeolata*, *Malva sp.* (Figura 11), *Colletia spinosissima*, *Pennicetum clandestinum*, *Ageratina gilbertii*, *Geranium sessiliflorum*, *Muehlenbeckia volcánica*, *Trifolium repens*, *Lepidium chichicara* y *Taraxacum officinale*. MORENO (2001) indica que la biodiversidad está asociada a condiciones del hábitat (aislamiento y climas extremos), y heterogeneidad del hábitat. De este modo, diversos autores como PORRAS (2012), GONZÁLEZ *et al* (2013) y CALLE (2007) encuentran que la dominancia de especies cambia según las condiciones ambientales



Figura 12. Especies de flora silvestre isla Lagarto en época lluvioso: A la izquierda *Hieracium sp.*, y a la derecha *Verbena litoralis*, (noviembre 2015 – enero 2016).

Por otra parte, en la isla Lagarto, en época lluviosa (diciembre) las especies más abundantes fueron: *Hieracium sp.*, *Verbena litoralis* (figura 12), *Trifolium repens*, *Pennisetum clandestinum*, *Malva sp.*, *Bidens andicola*, *Oenothera campylocalyx*, *Calamagrotis sp.*, *Geranium sessiliflorum*, *Muehlenbeckia volcánica*, *Ageratina gilbertii* y *Taraxacum officinale* (Figura 18).



Figura 13. Especies dominantes de flora silvestre en época seca en la isla Lagarto. A la izquierda se observa *Gnaphalium sp.*, y a la derecha *Paronychia andina*, (Noviembre 2015 – Enero 2016).

En la época seca (agosto), las especies con mayor dominancia fueron: *Gnaphalium sp*, *Paronychia andina* (figura 13), *Stipa ichu*, *Stipa obtusa*, *Poa annua*, *Bidens andicola*, *Calamagrotis sp*, *Daucus montanus*, *Agrostis breviculmi*, *Paronychia andina*, *Festuca sp*, *Lepidium chichicara* y *Colletia spinosissima*. Esta baja diversidad puede deberse a la ausencia de la precipitación pluvial en los meses de julio, agosto y setiembre. Al respecto CESEL (2013), indica que el mes de Julio, se caracteriza por la ausencia de lluvias. En consecuencia las plantas, especialmente herbáceas la mayoría de estas se marchitan.

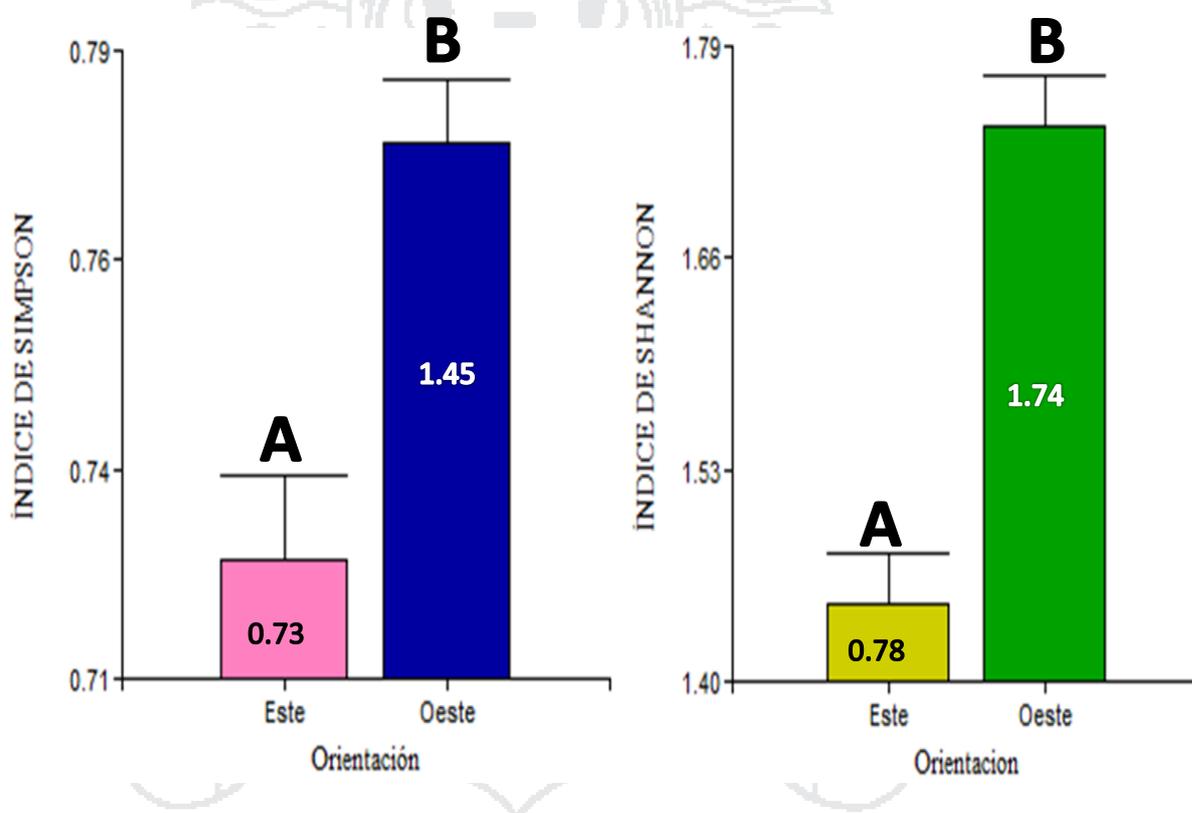


Figura 14. Análisis de contraste de diversidad de flora silvestre, para encontrar diferencia en el lado Este y Oeste de la isla Lagarto.

En el lado oeste, de la isla Lagarto, se encontró una significativa mayor diversidad de especies de acuerdo al índice de Simpson ($W_{1, 72} = 4180.0$; $P < 0.0001$) y Shannon ($W_{1, 72} = 3754.5$; $P < 0.0001$) (Figura 14) En el lado oeste de la isla existe mayor diversidad de especies pero menor dominancia, mientras que en el lado este de la isla la diversidad es menor (mayor dominancia) (Cuadro 11). Esto puede deberse a que el suelo está poco desarrollado en el lado este en comparación a lado oeste de la isla, por ser una zona rocosa y sin acceso. En el estudio realizado

por GALMES (2009) menciona que las plantas en la isla Baleares, habitan ambiente rocosos, con elevado grado de estrés y baja competencia interespecífica y las especies más dominantes en la isla son: *Crepis triasii*, *Lysimachia minoricensis* y *Digitalis minor*. Por otra GONZÁLEZ *et al.* (2013), nos indican que la isla Malpelo se caracteriza por ser una zona rocosa y presentar un suelo pobre en nutrientes. Por ello se desarrollado una comunidad vegetal muy diversa.

Según BARAJAS (2005), menciona que existe mayor diversidad de la flora en los campus Juruquilla, pero menor equidad en la comunidad vegetativa en la parte oeste en comparación con el este del campus. Contrariamente FERREYRA (1998), menciona que el sector este de Nahuel Huapi, que es la más árida, se encontró con 220 especies, en tanto que en el sector oeste de Nahuel Huapi 149 especies.



Figura 15. Especies dominantes de flora silvestre en el lado Este de isla Lagarto. A la izquierda *Colletia spinosissima* y a la derecha *Stipa ichu*, (julio 2015 – Enero 2016).

Por otra parte, en el lado este (setiembre) de la isla, las especies dominantes fueron: *Colletia spinosissima*, *Stipa ichu* (Figura 15), *festuca sp.*, *Daucus montanus*, *Verbena microphylla*, *Trifolium repens*, *Calamagrotis sp.*, *Poa annua*, *Ageratina gilbertii*, *Muehlenbeckia volcánica* y *Lobivia sp* (Figura 19). Por todo lo anteriormente señalado, se acepta la hipótesis planteada, de manera que existe mayor diversidad en la época lluviosa y en el lado oeste de la isla. Este resultado se debe principalmente a la precipitación pluvial que existe en la época lluviosa donde la diversidad de flora silvestre es mayor en el lado oeste debido a que presenta una topografía llana parcialmente rocosa

4.2. Evaluar los parámetros ambientales (temperatura ambiental, humedad y velocidad de viento) en relación a la orientación (este y oeste) y a la época (lluviosa y seca).

4.2.1. TEMPERATURA AMBIENTAL (°C)

En el lado este la temperatura fue de 16.12°C y en el lado oeste fue de 15.45°C, (Cuadro 03). BROW (2001) señala que el crecimiento de la planta es un proceso fisiológico, principalmente controlado por los niveles de la luz, calor, humedad, nutriente y estrés. Los factores ambientales como la humedad, temperatura ambiental y velocidad de viento influyen en la formación vegetativa.

BELLIDO (2013), nos indica que el 49% de la diversidad este influenciada por la temperatura ambiental, pudiendo existir otros factores como la humedad y radiación solar. Del mismo modo GUTIÉRREZ & CANALES (2012) mencionan que el 47% del incremento del número de especies y principalmente de los individuos se debe a la precipitación, habiendo factores como la humedad, temperatura, viento y sobre todo el efecto termorregulador del lago Titicaca que también influye.

Cuadro 02. Temperatura ambiental (°C) en la época (lluviosa y seca) y en el lados (Este y Oeste) y meses, en la isla Lagarto, lago Titicaca, Puno-2016.

CLASIFICACIÓN	GRUPO	N	MEDIA	DE	W	P
ÉPOCA	Lluviosa	36	16.4	3.82	1434	0.18
ÉPOCA	Seca	36	15.15	3.85		
ORIENTACIÓN	Oeste	36	15.45	3.02	1372	0.51
ORIENTACIÓN	Este	36	16.11	4.4		

No se encontró diferencia significativa en la temperatura (°C) considerando la época ($W_{1,36} = 1434$; $P = 0.18$) y la orientación ($W_{1,36} = 1372.00$; $P = 0.51$) (Cuadro 02). Por lo tanto, ambos factores, no influyen en la diversidad de especies de flora silvestre en la isla Lagarto. Contrariamente MORALES (2014), menciona que existe diferencia significativa de temperatura ($P=0.0040$), en ambos lados de la isla Lagarto. Sin embargo, se registró mayor temperatura en el lado este con 19.3°C y menor temperatura en el lado oeste con 15.9°C. Por otra parte, RULL *et al* (2005),

indican que la pérdida de hábitat es insignificante con un aumento de 1 °C, pero si va incrementando rápidamente a 2°C, y alcanza un máximo a los 4-5 °C. Esto nos indica que existe pérdida de hábitat. Un calentamiento de 5°C determinaría la pérdida de hábitat altitudinal de más del 70% de las especies. También SANGIL *et al* (2011), indican que la temperatura si influye de forma directa sobre la vegetación de la Isla Canarias.

Cuadro 03. Temperatura ambiental (°C) según meses, en la isla Lagarto, lago Titicaca, Puno-2016.

Hábitat/mes	TEMPERATURA AMBIENTAL (°C)					
	ESTE			OESTE		
	Promedio	Min	Max	Promedio	Min	Max
Julio	18.8	16.2	20.9	18.3	17.1	20.0
Agosto	17.7	14.4	19.1	13.8	10.9	15.7
Setiembre	10.3	7.7	12.3	12	10.4	13.1
Noviembre	11.8	11.2	13.4	13	11.2	13.7
Diciembre	20.1	14.4	25.5	18.8	16.7	20.5
Enero	16.12	12.93	19.17	15.45	13.28	17.05

La temperatura ambiental promedio en el mes de diciembre, registró un máximo valor promedio de 20.1°C, el mínimo se registró en el mes de setiembre con un promedio de 12 °C (Cuadro 03). Así como, SENAMHI (2015) nos indica que en el mes de diciembre el promedio máximo registrado fue de 19 y 21°C y la temperatura mínima en el mes de julio es de -4 y 11°C, porque durante este mes presentó, eventos de heladas en la estación de Capachica. Por otra parte, ALFARO (2007) señala que el registro de temperatura en el bimestre de marzo y abril del año es más cálido y las menores temperaturas se registraron durante el segundo semestre (julio-diciembre).

4.2.2. HUMEDAD AMBIENTAL (%)

El promedio del lado este es 15.1 y en el lado oeste es 16.6 en los seis meses de evaluación. La mayor humedad ambiental se registró en el lado este con 35.1% en el mes de enero, mientras que la menor humedad ambiental se registró en el lado con oeste 5.1% en el mes de julio (cuadro 04). KREBS (1986) indica que el agua sola o junto con la temperatura, son los factores físicos más importante que afectan a la ecología de las organizaciones terrestres. Las plantas se ven afectadas tanto por los niveles agua del suelo, como por la humedad del aire existente en los alrededores de la superficie.

Cuadro 04. Humedad ambiental (%) en la época (lluviosa y seca), en el lados (Este y Oeste) en la isla Lagarto, lago Titicaca, Puno-2016.

CLASIFICACIÓN	GRUPO	N	MEDIA	DE	W	P
ÉPOCA	Lluviosa	36	24.84	13.25	1910	<0.0001
ÉPOCA	Seca	36	6.86	2.24		
ORIENTACIÓN	Oeste	36	15.11	13.09	1255	0.51
ORIENTACIÓN	Este	36	16.59	13.2		

Se encontró un significativo mayor nivel de humedad en la época lluviosa con respecto a la época seca ($W_{1, 36}=1910$; $P<0.0001$). Sin embargo, no se encontró diferencia significativa en la humedad con respecto a la orientación ($W_{1, 36}=1255$; $P=0.51$) (Cuadro 04). Contrariamente MORALES (2014), indica que no encontró diferencia de la humedad ambiental entre el lado este y oeste de la isla. Esta diferencia de resultados probablemente se deba a la época de evaluación.

Cuadro 05. Humedad ambiental (%) según meses, en la isla Lagarto, Lago Titicaca, Puno-2016.

Hábitat/mes	HUMEDAD AMBIENTAL (%)					
	ESTE			OESTE		
	Promedio	Min	Max	Promedio	Min	Max
Julio	5.7	1.8	7.7	5.1	2.4	7.7
Agosto	7	4.5	9.2	7	3.8	12.0
Setiembre	8.1	6.7	8.8	8.3	7.8	8.9
Noviembre	9.5	8.7	10.5	9.9	9.4	10.5
Diciembre	25.9	1.8	39.6	34.4	30.7	39.3
Enero	35.1	23.8	48.5	34.3	23.4	43.9
Promedio	15.2	7.9	20.7	16.5	12.9	20.4

La humedad ambiental promedio en el mes de enero, registró un máximo valor promedio de 35.1%, el mínimo se registró en el mes de julio con un promedio de 5.1% (Cuadro 05). Al respecto, GUTIÉRREZ & CANALES (2012) menciona que el 57% del incremento de la diversidad de flora silvestre se debe a la precipitación, influyendo otros factores como la humedad, temperatura, radiación solar.

La humedad ambiental de cualquier lugar está determinada por la interrelación de dos factores: temperatura y precipitación (INRENA, 1995). Es la reguladora de la temperatura, ya que el aire húmedo mantiene equilibrio así mismo, la humedad influye en la transpiración de la planta, la sequedad del aire aumenta la transpiración y la humedad la disminuyen (VIDAL, 1938). Por otra parte, OTTO *et al.* (2005), en la isla archipiélago de Canaria, El Sabinar (*Juniperus turbinata*) de Tamargada (La Gomera) parece ser el más húmedo de las tres áreas estudiadas, respecto a los recursos hídricos disponibles para las plantas.

4.2.3. VELOCIDAD DE VIENTO (m/s)

La velocidad de viento promedio, en el lado este es 0.87 m/s y en el lado oeste es 1.2 m/s (Cuadro 07). Según ALFARO (2008), estos vientos transportan humedad y fuerzan el aire hacia una región de fuerte movimiento ascendente, la cual es llamada la Zona de Convergencia Inter-Tropical (ZCIT).

Cuadro 06. Velocidad de viento (m/s) en la época (lluviosa y seca), en el lados (Este y Oeste), en la isla Lagarto, lago Titicaca, Puno-2016.

CLASIFICACIÓN	GRUPO	N	MEDIA	DE	W	P
ÉPOCA	Lluviosa	36	0.87	0.76	1251	0.05
ÉPOCA	Seca	36	1.15	1.41		
ORIENTACIÓN	Oeste	36	1.16	0.43	1378	0.47
ORIENTACIÓN	Este	36	0.86	0.43		

El resultado estadístico indica que no existe diferencia significativa de la velocidad del viento según la época ($W_{1, 36} = 1251$; $P=0.05$) y según la orientación ($W_{1, 36} = 1378$; $P=0.47$). Por lo tanto, no influye en la diversidad de la flora silvestre. Contrariamente MORALES (2014), encontró que la velocidad del viento es mayor en el lado este debido a que se encuentra hacia el lado donde se encuentra el lago Titicaca, mientras que el lado Oeste se encuentra hacia el continente en donde no se produce corrientes de vientos fuertes. Es probable que este factor se ha condicionado para determinar la variación del tamaño de las especies. Por otra parte, GRACE & RUSSEL (1981) nos indica que el efecto del viento influye sobre el crecimiento de las plantas. En un estudio se determinó que la tasa de elongación foliar fue reducida marcadamente en presencia de fuertes vientos. De la misma manera, KIN & FRANCOIS (1999) mencionan que la velocidad de viento influye sobre las plantas de manera directa o indirecta. Sus efectos sobre el crecimiento y desarrollo varían según su duración y velocidad.

Cuadro 07. Velocidad de viento (m/s) según los meses, en la isla Lagarto, Lago Titicaca, Puno- 2016.

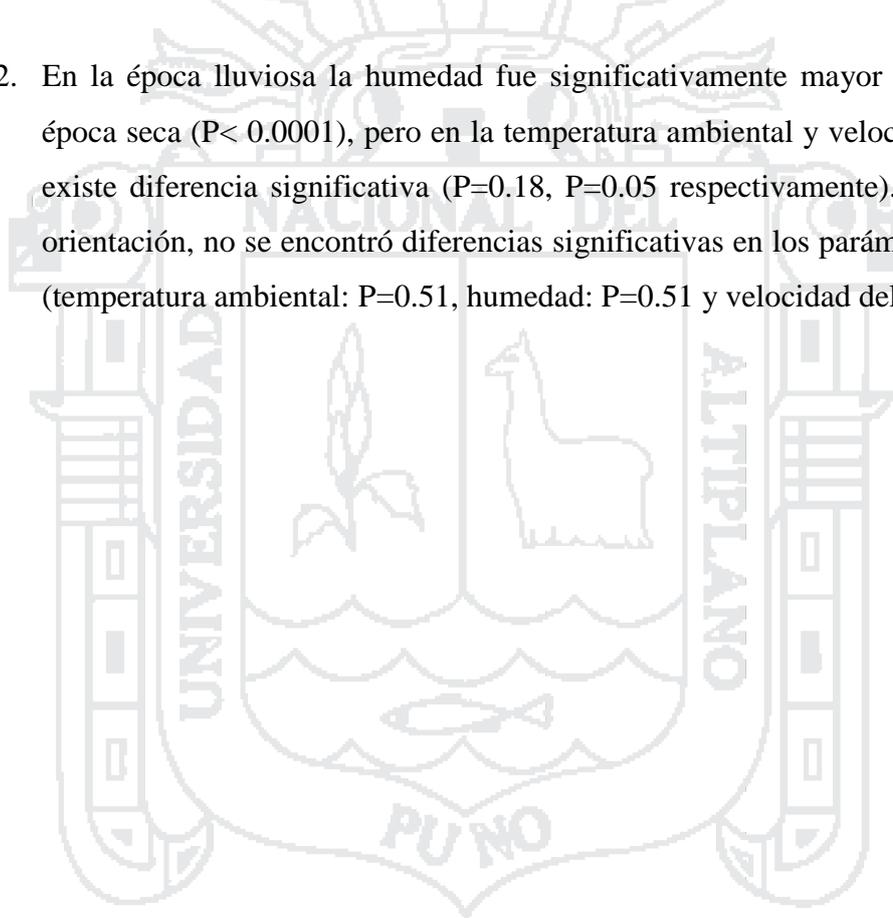
Hábitat/mes	VELOCIDAD DE VIENTO (m/s)					
	ESTE			OESTE		
	Promedio	Min	Max	Promedio	Min	Max
Julio	0.9	0.5	1.6	0.6	0.3	1.0
Agosto	1.05	0.6	1.7	3	0.5	8.1
Setiembre	0.7	0.1	1.5	0.7	0.1	1.5
Noviembre	0.9	0.5	1.5	0.6	0.1	1.0
Diciembre	0.75	0.4	1.4	0.95	0.0	4.0
Enero	0.9	0.4	1.8	1.2	0.0	2.7
Promedio	0.87	0.42	1.58	1.18	0.17	3.05

En general, velocidad promedio de vientos en el mes de enero fue el más alto con 1.2 m/s y el promedio mínimo fue en el mes de julio y noviembre con 0.6 m/s. Para el lado Este, el mes que registró mayor velocidad de viento fue en agosto con 1.05 m/s y el mínimo en el mes de setiembre con 0.7 m/s. Para el lado Oeste el mes que registró mayor velocidad de viento fue el mes de enero con 1.2 m/s y el mínimo el mes de julio con 0.6 m/s (Cuadro 07).

De lo anteriormente señalado, se rechaza parcialmente la hipótesis planteada, ya que no se encontró diferencias significativas de los parámetros evaluados considerando la época o la orientación, excepto para el caso de la humedad en la isla Lagarto.

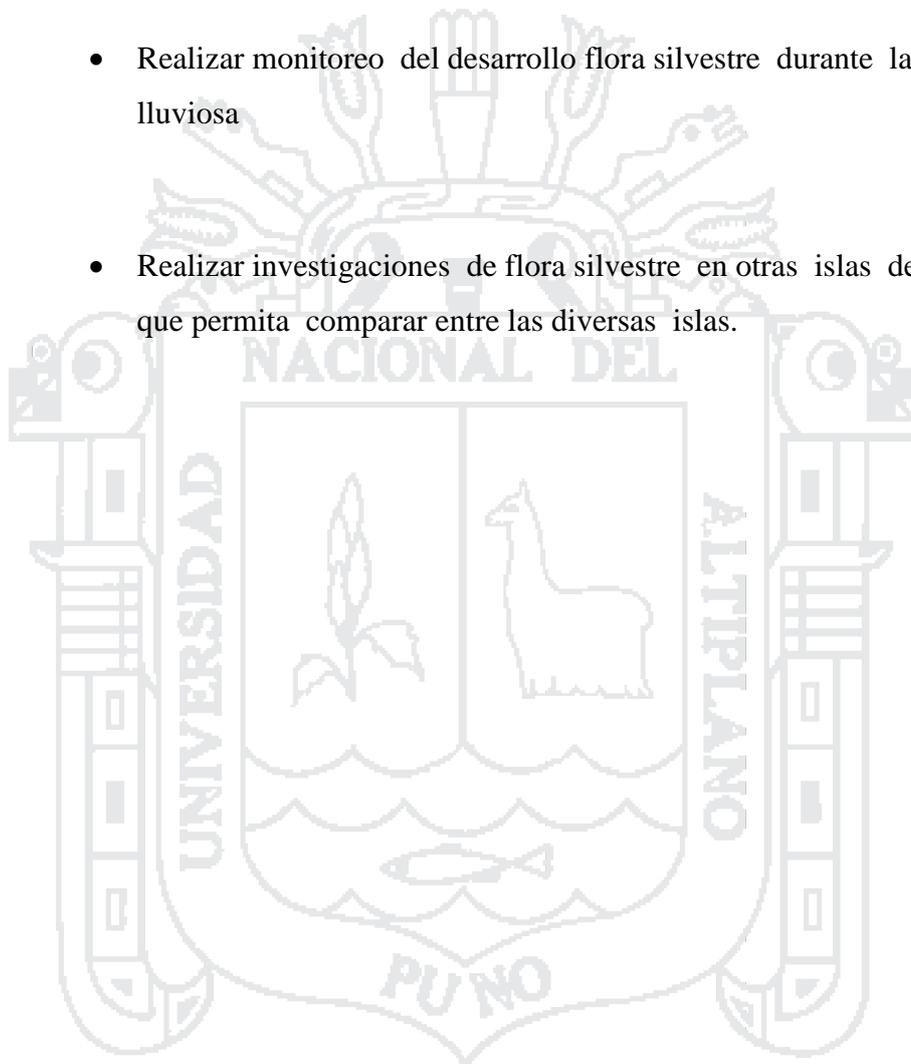
V. CONCLUSIONES

1. Se identificó un total 41 especies pertenecientes a 18 familias. De acuerdo a la riqueza específica existe diferencia significativa según las épocas ($P= 0.0433$) y según la orientación ($P= <0.0001$). Existe mayor la diversidad de especies según el índice de Simpson en la época lluviosa ($P= 0.0034$) y en lado Oeste ($P = < 0.0001$). Según el índice de Shannon también existe mayor diversidad de flora silvestre, en la época lluviosa ($P= 0.0042$) y en el lado Oeste ($P= < 0.0001$).
2. En la época lluviosa la humedad fue significativamente mayor con respecto a la época seca ($P < 0.0001$), pero en la temperatura ambiental y velocidad de viento no existe diferencia significativa ($P=0.18$, $P=0.05$ respectivamente). Considerando la orientación, no se encontró diferencias significativas en los parámetros ambientales (temperatura ambiental: $P=0.51$, humedad: $P=0.51$ y velocidad del viento: $P= 0.47$).



VI. RECOMENDACIONES

- Realizar estudios sobre biogeografía en otras islas en el lago Titicaca, en relación a la diversidad de flora silvestre.
- Realizar monitoreo del desarrollo flora silvestre durante las épocas seca y lluviosa
- Realizar investigaciones de flora silvestre en otras islas del lago Titicaca, que permita comparar entre las diversas islas.



VII. REFERENICA BIBLIOGRAFICA

- ÁLVAREZ, M., SAN MARTÍN, C., NOVOA, C., TOLEDO, G. & RAMÍREZ, C. 2010. Diversidad florística, vegetación y de hábitats en el archipiélago de los Chonos (región de Aisén, Chile). *Anales Instituto Patagonia .Chile.* 38(1):35-56.
- ALFARO, J. E. 2008. Ciclo diario y anual de variables troposféricas y oceánicas en la isla del Coco, Costa Rica. *Centro de Investigación en Ciencias del Mar y Limnología (CIMAR). Universidad de Costa Rica.* 1-12
- ARTETA, B. M. 2008. Etnobotánica de plantas vasculares en el Centro Poblado Llachón, Distrito Capachica, Departamento Puno. Tesis para optar el título profesional de Biólogo. Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad Nacional de San Agustín Arequipa. 178.
- BARAJAS, G.C. 2005. Evolución de la diversidad de flora en el campus Juriquilla de la UNAM. *Centro de Geociencias, UNAM.* 979.
- BELLIDO, C.Y.2013. Diversidad de flora Silvestre en un gradiente altitudinal en la selva Alta de la Provincial de Carabaya-Puno. Tesis para optar el título profesional de licenciado en Biología. Universidad Nacional del Altiplano, Puno-Perú. 94.
- BERNARD, J. N. y RICHARD, T. W. 1999. *Ciencias ambientales: Ecología y Desarrollo Sostenible.* 6ta edition. Edit. Princitice hall. 979.
- BROWN, H.J. 2001. Mammals on mountainsides: elevational patterns of diversity. *Global ecology and biogeography* 10: 101-109.
- CALLE, C.L.2007. Biodiversidad de plantas silvestres en las zonas (húmedas y secas) de la Universidad Nacional del Altiplano. Perú. *Revistas electrónica de veterinaria.* Vol.8. 29.
- CANALES, G.A. & SARMIENTO, M.A. 1997. Biodiversidad de flora silvestre en dos zonas del altiplano (Chucuito y chinchero) Puno, Perú. *Revista de Investigación* 3: 37-42.
- CASTILLO, E.F. 2001. *Agro meteriología.* Editorial Mundi- Prensas Madrid-España. 517.
- Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED). 2015. *Escenario de riesgos ante la temporada de Lluvias 2015 – 2016.* Lima-Perú. 28.

- CESEL, 2013. Estudio de impacto ambiental de la Línea de Transmisión en 220 kV S.E. Oroya Nueva– S.E. Pachachaca. 24-56.
- COLLANTES, A.F. 2010. Fauna y comunidades faunísticas. Facultad de Biología. Universidad de Murcia. 133.
- CONDORI, R.E., Galván L. P. & Flores N. C. 2002. Diversidad de flora silvestre en la Isla Taquile, Puno, Perú. Tesis para optar el título de Licenciado en Biología. Facultad de Ciencias Biológicas, UNA - Puno, Perú.
- FERNÁNDEZ, J.M. & MORICI, P.C.2008. Ecología Insular. Island ecology. Asociación española de ecología terrestre. 437.
- FERNÁNDEZ, P. J.M. 2004. Introducción a las islas. Eds. *Ecología insular/Island ecology*. Asociación Española de Ecología Terrestre (AEET)-Cabildo Insular de la Palma. Madrid, España. 21-55.
- FERREYRA, M., CLAYTON, S. & EZCURRA, C. 1998. La Flora Alto andina de los sectores Este y Oeste del Parque Nacional Nahuel Huapi, Argentina. *Darwiniana* 6 (1-4): 65-79.
- GÁLVEZ, R. & CARVAJAL, J. P. 2006. Riqueza y abundancia relativa de murciélagos en isla San Lucas. *Revista semestral de la Escuela de Ciencias Ambientales, Universidad Nacional*. Vol.1. 26-27.
- GALMES, J., CONESA, M., GULIAS, J., MEDRANO, H., RIBAS, M. & FEXAS, J. 2009. Ecofisiología de las plantas endémicas de las Islas Baleares en el contexto Mediterráneo. *Ecosistema* 19(1): 10-23.
- GENTRY, A.H. 1982. Patterns of Neotropical plant species diversity. *Evolutionary Biology*. 15:1-54.
- GUTIERREZ F.I.R. & CANALES, G.A. 2011. Evaluación comparativa de la diversidad de flora silvestre entre la isla Taquile y el cerro Chiani en relación a la altitud, Puno, Perú. *Ecol. Apl.* Vol 11(2).39-46.
- 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.
- HALFFTER, G. 1994. Biodiversidad. *Butll. Hist. Nat.* Vol. 62.5-14.

- INRENA, 1994. Mapa ecológico del Peru. Lima-Peru. 220.
- JIMÉNEZ, J., ALANÍS E., RUIZ J.L., GONZÁLEZ M.A., YERENA J.I. & ALANÍS G.J. 2012. Diversidad de la regeneración leñosa del matorral espinoso tamaulipeco con historial agrícola en el NE de México. *Ciencia UANL*. 15(2):66-71.
- KREFT, H., JETZ W., MUTKE J., KIER G. & BARTHLOTT W. 2008. Global diversity of island floras from a macroecological perspective. *Ecology Letter* 11:116-127.
- KREBS, C.1999. *Ecological Methodology*. 2do. Edition. Adison Wesley, London.
- LEIVA, J. 2001. Comparación de las estrategias de regeneración natural entre los bosques primarios y secundarios en las zonas bajas del atlántico costarricense. Informe de Práctica de Especialidad. Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago. Costa Rica. 102.
- LOSOS, J. & RICKLEFS, R. 2009. Adaptation and diversification islands. *Rev.Nature*. Vol. (9). 830-836.
- LOWY C. P. D. 2000. Flora Vascular Terrestre del Archipiélago de San Andrés y Providencia. Universidad Nacional de Colombia, Sede San Andrés, Instituto de Estudios Caribeños. Colombia. 17.
- LLORENTE, B. & MORRONE, J.J. 2001. Introducción a la biogeografía en Latinoamérica: Teoría, Concepto, método y aplicaciones. Facultad de ciencias. UNAM. México. 124.
- MAYR, E. 1967. The challenge of islands fauna. *Australian Natural History* 15: 3359-3.
- MARTÍNEZ, H. J., C. ARRIAGA M. J., GONZÁLEZ, R. C. & ESTRADA, F. J.G. 2014. Evaluación de la productividad primaria durante la época de secas en el área de protección de flora y fauna “nevado de toluca” México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. Universidad Autónoma de Yucatán Mérida, Yucatán, México. Vol. 17, núm. 2. 299-302.

- MINISTERIO DEL AMBIENTE (MINAM). 2010. Guía de evaluación de la flora silvestre. Dirección General de Evaluación Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural. 49.
- MONTOYA, M. 2007. Conozca la Isla del Coco, una guía para su visitación. In: Biocurso Isla del Coco. San José: Organización para Estudios Tropicales. 35-90.
- MORALES, H.E.I. 2014. Comparación de desarrollo de *Colletia spinossima* (Corona de Cristo) en la Isla Lagarto en el Lago Titicaca. Tesis para optar el título profesional de licenciado en Biología. Universidad Nacional del Altiplano, Puno-Perú. 68.
- MORA, D., C., A. ALANIS, R., E., JIMÉNEZ, P., J., GONZÁLEZ, T., M., A., YERENA, Y., J., I. & CUELLAR, R., L., G. 2012. Estructura, composición florística y diversidad del matorral espinoso tamaulipeco, México. *Ecología Aplicada*. Universidad Nacional Agraria La Molina Lima – Perú. 12(1): 1-6.
- MORENO, C.E. 01. Métodos para medir la biodiversidad. M & T-Manuales y tesis SEA, Vol. 1. Zaragoza. 84.
- MOIRA, A. R. 2012. Biogeografía y ecología. *Revista digital Biogeografía y ecología*. 1-22.
- ODUM, E.P. & WARRETT, G.W. 2006. *Fundamento de Ecología*. Edición 5to. Edición. 598.
- OLMO, V. ARENDONK, V. & POORTER, L. 2013. Efecto de la sequía y el incremento de la temperatura sobre el crecimiento y otros rangos funcionales de 12 especies leñosas mediterráneas. *Congreso Nacional Forestal*. 11-36.
- 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.

- ORELLANA, L., J. 2009. Determinación de índice de diversidad florística arbórea en las parcelas permanentes de muestreo del Valle de Sacta, Tesis para optar el título de técnico superior forestal. Universidad Mayor de San Simón. Facultad de Ciencias Agrícolas Forestales y Veterinarias. Cochabamba. Bolivia.49.
- PLA, L. 2006. Biodiversidad: inferencia basada en el índice de shannon y la riqueza. Asociación Interciencia vol. 31 Caracas, Venezuela. 583-590.
- PRIMACK, R.B. & ROS, J. 2002. Introducción a la biología de la conservación. Segunda edición. Editorial Ariel, S.A. España.
- PODDA, L., FRAGA, A. P., GARCÍA, B. O. M., MASCIA, F. & BACCHETTA, G. 2010. Comparación de la flora exótica vascular en sistemas de islas continentales: Cerdeña (Italia) y Baleares (España). Consejo Superior de Investigaciones Científicas Madrid, España. Vol. 67. 157-176.
- PORRAS, J., M., A., 2012. Dinámicas de bosques del parque Nacional Isla del Coco, Área de Conservación Marina Isla del Coco. Tesis para optar la licenciatura en Ingeniería Forestal. Escuela de ingeniería Forestal. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Costa Rica. 145.
- RITA, L. J. & PAYARAS, C.T., 2006. Biodiversidad de las plantas vasculares de la isla Baleares. Universitat de les Illes Bears. Orsis 21. 41-58
- RICKLEFS, E.R., 2001. Invitación a la Ecología: La economía de la naturaleza. 4ta edición. Editorial Medica Panamericana Madrid-España .692.
- ROQUE, J.E & RAMÍREZ, E.K., 2008. Flora vascular y vegetación de la laguna de Parinacochas y alrededores. 15(1) Edición. Editorial Revista Perú Biol. Facultad de Ciencias Biológicas – UNMSM. 61-72.
- RODRÍGUEZ J. 2010. Lagunas costeras de la isla de Margarita. Parte I: Antecedentes fisiogeográficos. Ecocria. 2(7):7-10.
- RODRIGUEZ, P. y VASQUEZ, D.E. 2003. Escala y diversidad de especies. En Monrrone J.J. y J. Busts (eds). Una perspectiva latinoamericana de la biogeografía. Facultad de Ciencia UNAM. México. 109-144.

- SANGIL, C., SANSON, M. & CARRILLO, A. 2011. La vegetación sublitoral de sustratos rocosos en el Hierro (Isla Canarias): relación entre variables ambientales y estructura de las comunidades de macro alga. *Vieraea* 39: 167-182.
- SÁNCHEZ, S. B. H. 2012. Estructura y riqueza vegetal de las islas de la costa de Sinaloa, México. Tesis para optar el grado de doctorado en ciencias. Institución de enseñanza e investigación en ciencias agrícolas. 115.
- SMITH, R.L. & SMITH, T.M. 2012. Ecología. 4ta edición. Pearson Educación, S.A. Madrid, Español. 642.
- SENAMHI. 2015. Boletín meteorológico Puno. 18.
- SPELLERBORG, I.F. 1991. *Monitoring ecological change*. Cambridge University Press. UK, 334.
- TYLER, M.J.R. 1994. Ecología y Medio Ambiente. Edición Editorial Iberoamérica. 865.
- TORREZ, S.H. 1998. La diversidad biológica y su conservación de América del Sur. UICN. Gland. 12.
- TRUSTY, J.L., KESLER, H.C. & HAUG, D. G. 2006. Vascular flora of Isla del Coco, Costa Rica. *Proceedings of the California Academy of Sciences, Fourth Series* 57(7): 247-355.
- VARGAS, M.M. 2002. Evaluación de la diversidad de flora silvestre en tres comunidades del distrito de Capachica -Puno en época de seca. Tesis para optar el título de Licenciatura de Biología. Facultad de Ciencias Biológicas. UNA-PUNO. 79.
- VALERIO, G., L., GARCÍA G. Y., LEVY S. & LACABANA P. 2013. Inventario florístico de plantas vasculares litorales de la laguna el morro, isla de margarita, estado nueva Esparta, Venezuela. *Saber. Universidad de Oriente, Venezuela*. Vol. 25 N° 2: 151-159.
- RULL V., VEGAS T. V. & NOGUÉ S. 2005. Cambio climático y diversidad de la flora vascular en las montañas tabulares de Guayana. Edición Orsis. Universidad Autónoma de Barcelona. España. 61-72.

WHITTAKER, R.H. 1972. Evolution and measurement of species diversity. *Taxon*, 21(2/3): 213-251.

YOCKTENG R. & CAVELIER J. 1998. Diversidad y mecanismos de dispersión de árboles de la isla Gorgona y de los bosques húmedos tropicales del Pacífico Colombo – Ecuatoriano. *Rev. Biol. Trop.*, 46 (1): 45 – 53.



ANEXO

Cuadro 08. Riqueza específica de flora silvestre en la isla Lagarto, durante la evaluación en el mes de julio del 2015 a enero del 2016.

CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIES
MAGNOLIOPSIDA	FABALES	FABACEAE	<i>Trifolium repens</i> L.
			<i>Medicago hispida</i> Gaertn
	APIALES	APIACEAE	<i>Bowlesia tenella</i> Meyen
			<i>Daucus montanus</i> Humboldt y Bondpland ex Sprengel.
	ASTERALES	ASTERACEAE	<i>Ageratina gilbertii</i> B. Robinson
			<i>Bidens triplenervia</i> Kunth
			<i>Bidens andicola</i> H.B.K
			<i>Cassia latiovetolata</i>
			<i>Gnaphalium</i> sp.
			<i>Sonchus oleraceus</i> L.
			<i>Hieracium</i> sp.
	BRASSICALES	BRASSICACEAE	<i>Taraxacum officinale</i> Wiggers.
			<i>Viguiera pflanzii</i> Perkins
	CARYOPHYLLALES	CACTACEAE	<i>Lepidium chichicara</i> Desv.
			<i>Bursa pastorisk</i> Weber ex F.H. Wigg.
			<i>Lobivia</i> sp Britton & Rose
		CARYOPHYLLACEAE	<i>Opuntia boliviana</i>
			<i>Paronychia andina</i> A. Gray.
		POLYGONACEAE	<i>Rumex crispus</i> L.
			<i>Muehlenbeckia volcanica</i>
GENTIANALES		RUBIACEAE	<i>Galium</i> sp.
GERIANALES		GERANIACEAE	<i>Geranium sessiliflorum</i> Cav.
MYRTALES		ONAGRACEAE	<i>Oenothera campylocalyx</i> C. Koch & Bouché
LAMIALES	LAMIACEAE	<i>Lepechionia meyenii</i> (Walpers)	
	VERBENACEAE	<i>Verbena litoralis</i> Kunth	
		<i>Verbena microphylla</i> Phil	
	OROBANCHACEAE	<i>Verbena</i> sp.	
MALVALES	MALVACEAE	<i>Bartsia</i> sp L.	
ROSALES	RHAMNACEAE	<i>Malva</i> L.	
SOLANALES	SOLANACEAE	<i>Colletia spinosissima</i>	
		<i>Solanum</i> sp. L.	

POALES	POACEAE	<i>Agrostis breviculmis</i>
		<i>Eragrostis nigricans</i>
		<i>Poa annua</i>
		<i>Eragrostis sp.</i>
		<i>festuca sp.</i>
		<i>Stipa ichu</i>
		<i>Stipa obtusa</i>
		<i>Pennicetum clandestinum</i>
POLYPODIIDAE	PTERIDACEAE	<i>Cheilanthes Sw.</i>

Cuadro 09. Riqueza específica de flora silvestre en la isla Lagarto, en la época seca y época lluviosa, durante la evaluación en el mes de julio del 2015 a enero del 2016.

ESPECIES	EPOCA	
	SECA	LLUVIOSO
<i>Trifolium repens</i> L.	X	X
<i>Medicago hispida</i> Gaertn		X
<i>Bowlesia tenella</i> Meyen		X
<i>Daucus montanus</i> Humboldt y Bondpland ex Sprengel.		X
<i>Ageratina gilbertii</i> B. Robinson	X	X
<i>Bidens triplenervia</i> Kunth	X	X
<i>Bidens andicola</i> H.B.K	X	X
<i>Cassia latiotetolata</i>	X	X
<i>Gnaphalium sp</i>	X	
<i>Sonchus oleraceus</i> L.	X	X
<i>Hieracium sp</i>		X
<i>Taraxacum officinale</i> Wiggers		X
<i>Viguiera pflanzii</i> Perkins		X
<i>Lepidium chichicara</i> Desv.		X
<i>Bursa pastorisk</i> Weber ex F.H. Wigg.		X
<i>Lobivia sp</i> Britton & Rose		X
<i>Opuntia boliviana</i>	X	
<i>Paronychia andina</i> A. Gray	X	
<i>Rumex crispus</i> L.		X
<i>Muehlenbeckia volcánica</i>	X	X
<i>Galium sp</i>		X
<i>Geranium sessiliflorum</i> Cav.		X
<i>Oenothera campylocalyx</i> C. Koch & Bouché		X
<i>Lepechionia meyenii</i> (Walpers)		X
<i>Verbena litoralis</i> Kunth		X
<i>Verbena microphylla</i> Phil		X
<i>Verbena sp</i>	X	X

<i>Bartsia sp L.</i>		X
<i>Malva L.</i>	X	
<i>Colletia spinosissima</i>	X	X
<i>Solanum sp L.</i>	X	
<i>Agrostis breviculmis</i>		X
<i>Eragrostis nigricans</i>		X
<i>Poa annua</i>	X	X
<i>Eragrostis sp</i>		X
<i>Festuca sp.</i>	X	
<i>Stipa ichu</i>	X	
<i>Stipa obtusa</i>	X	
<i>Pennicetum clandestinum</i>	X	X
<i>Calamagrostis Adans</i>	X	X
<i>Cheilanthes Sw.</i>		X

Cuadro 10. Riqueza específica y diversidad (media ± E.E) de flora silvestre en la isla Lagarto según época (lluviosa y seca), durante la evaluación en el mes de julio del 2015 a enero del 2016.

VARIABLE	LLUVIOSA	SECO
Riqueza específica	6.75 ± 0.24	6.08 ± 0.21
Índices de Simpson	0.77 ± 0.01	0.74 ± 0.01
Índices de Shannon	1.66 ± 0.03	1.53 ± 0.03

Cuadro 11. Riqueza específica y diversidad (media ± E.E) de flora silvestre en la isla Lagarto según orientación (Oeste y Este), durante la evaluación en el mes de julio del 2015 a enero del 2016.

VARIABLE	OESTE	ESTE
Riqueza específica	7.65 ± 0.20	5.18 ± 0.14
Índices de Simpson	0.78 ± 0.01	0.73 ± 0.01
Índices de Shannon	1.74 ± 0.03	1.45 ± 0.03



Figura 16. Isla lagarto en el mes de diciembre del 2015.



Figura 17. La isla Lagarto, en la izquierda lado Oeste y en la derecha lado Este (julio, agosto, setiembre, noviembre, diciembre 2015- enero del 2016).

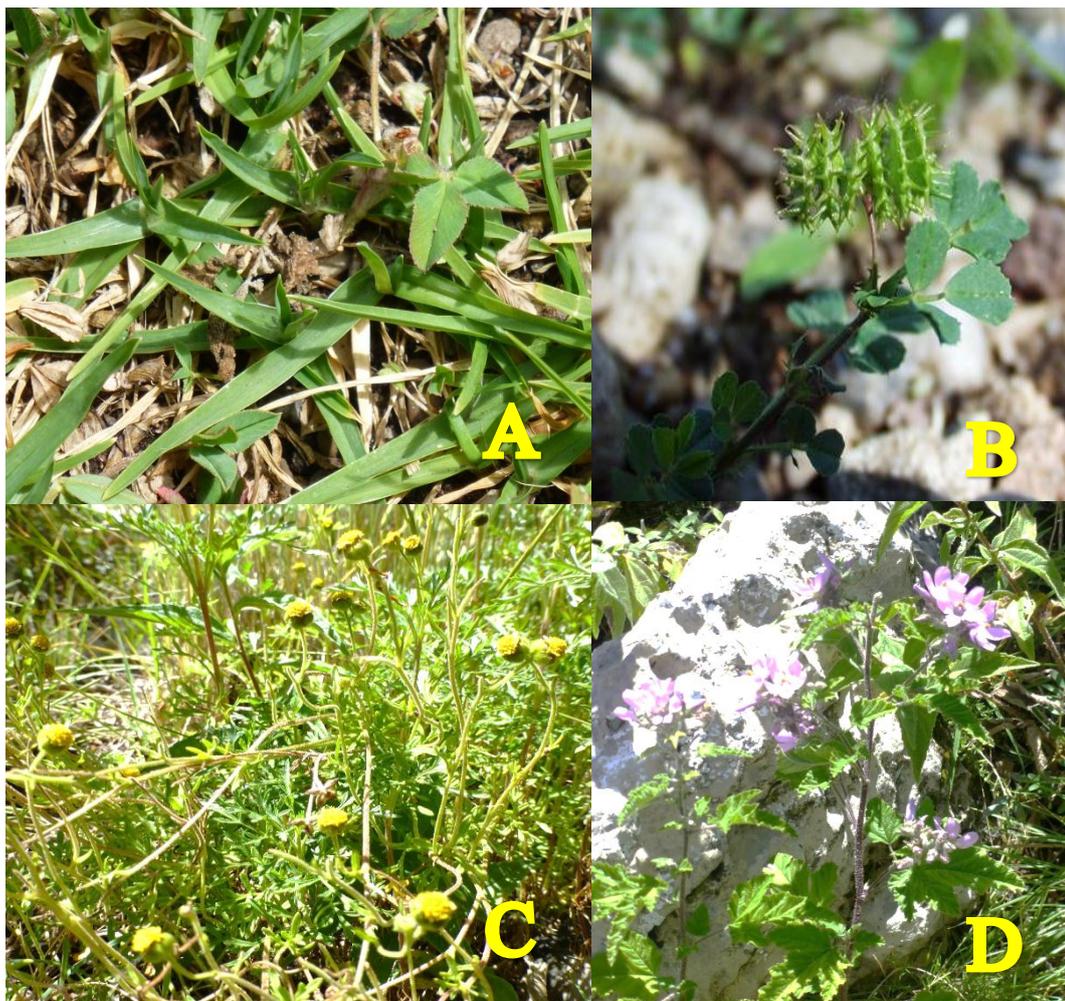


Figura 18. Especies de flora silvestre en época lluviosa son A: *Pennicetum clandestinum*, B: *Medicago hispida* C: *Bidens triplenervia* y D: *Colletia spinosissima* en el mes noviembre, diciembre 2015 y enero del 2016 en la isla Lagarto.



Figura 19. La izquierda *Lobivia sp.* y la derecha *Oenothera campylocalyx*