

EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LA DIVERSIDAD DE FLORA SILVESTRE ENTRE LA ISLA TAQUILE Y EL CERRO CHIANI EN RELACIÓN A LA ALTITUD, PUNO, PERÚ

COMPARATIVE EVALUATION OF THE DIVERSITY IN RELATION TO ALTITUDE OF WILD FLORA FROM THE ISLAND OF TAQUILE AND MOUNT CHIANI, PUNO, PERÚ

Ivon Rocío Gutiérrez Flores¹ y Ángel Canales Gutiérrez²

Resumen

La investigación se realizó en la isla Taquile y el cerro Chiani de la península de Chucuito del lago Titicaca, Puno ubicado a 3810 msnm, entre los meses de noviembre 2010 a febrero 2011. Los objetivos fueron: 1) Evaluación de la diversidad de especies de flora silvestre, en la isla Taquile y el cerro Chiani en relación a la altitud, 2) Comparación de la diversidad de especies de flora silvestre, entre la isla Taquile y el cerro Chiani. Se aplicó el método acumulativo y zigzag. Los índices aplicados fueron el de Simpson y Shannon, calculados con el software Krebs. Se utilizaron pruebas no paramétricas de Mann Whitney y Kruskal Wallis, con el software Infostat. En la isla Taquile se registró 94 especies, pertenecientes a 35 familias y en el cerro Chiani 93 especies pertenecientes a 38 familias. No se encontró diferencia de la riqueza específica e índice de Simpson entre las dos zonas en estudio ($P = 0,3417$; $P = 0,1120$ respectivamente). De acuerdo a las diferentes altitudes evaluadas, en la isla Taquile no se encontró diferencia de la riqueza de especies ($P = 0,1504$), pero si se encontró diferencia con el índice de Simpson y Shannon ($P = 0,0042$ y $P = 0,0305$). De otro lado, en el cerro Chiani si hubo diferencia de la riqueza de especies ($P = 0,0661$), pero no se encontró diferencia de la diversidad de especies según el índice de Simpson y Shannon ($P = 0,4845$ y $P = 0,4406$). Se concluye que existe una mayor homogeneidad de distribución de las especies en el cerro Chiani, en comparación con la isla Taquile. También, en el cerro Chiani existe una notable estratificación de las especies, en el que las especies arbustivas disminuyen a medida que incrementa la altitud.

Palabras clave: Altitud, diversidad, flora silvestre, isla, península.

Abstract

The research was conducted in the Island of Taquile and Mount Chiani, Chucuito, Lake Titicaca peninsula, Puno, Perú, located at 3810 m.a.s.l., from November 2010 to February 2011. The objectives were: 1) Evaluation of the diversity of species of wild flora in the Island of Taquile island and Mount Chiani in relation to altitude, 2) Comparison of the diversity of species of wild flora, from both localities. A cumulative method and zigzagging were applied. Simpson and Shannon indices were used calculated with Krebs software. Mann Whitney and Kruskal Wallis nonparametric tests were used with Infostat software. In the Island of Taquile, 94 species were registered belonging to 35 families while 93 species belonging to 38 families were found in Mount Chiani. There were no differences in species richness and in the Simpson index among the two study areas ($P = 0.3417$, $P = 0.1120$ respectively). According to the different altitudes evaluated in the Island of Taquile, there was no difference in species richness ($P = 0.1504$), but differences were found in the Simpson and Shannon index ($P = 0.0042$ and $P = 0.0305$). On the other hand, in Mount Chiani differences were found in species richness ($P = 0.0661$) but no difference in species diversity according to Simpson and Shannon index ($P = 0.4845$ and $P = 0.4406$) were found. It is concluded that there is greater uniformity of distribution of species in Mount Chiani compared to the Island of Taquile. Also, in Mount Chiani there is a remarkable stratification of species, where shrub species decrease as altitude increases.

Key words: Altitude, diversity, flora, island, peninsula.

Introducción.

En la región Puno, existen pocos estudios de evaluación de flora silvestre, se desconoce la riqueza

de especies. En las evaluaciones no basta con señalar poca o alta diversidad, sino medir esa diversidad y qué especies son las dominantes. Para ello Moreno (2001),

distingue 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).

Canales & Sarmiento (1997), en su evaluación de flora silvestre encontraron 0.93 de diversidad. La mayor diversidad encontraron en la península de Chucuito con 132 especies (77%) y Capachica con 129 especies (75%). También, en la evaluación de plantas vasculares de la bahía de Juli en el sector de Huaquina y comunidades de Olla y C'aje-Huaylluni, a orillas del Lago Titicaca, hallaron que dentro de las Magnoliophyta las familias Asteraceae y Poaceae son las mejor representadas (Arteta *et al.* 2006). De otro lado, en la evaluación de diversidad de flora silvestre hecha en las comunidades de la península de Capachica: Siale, Chillora y San Cristobal, indican la presencia de 76 especies, siendo la especie con mayor tamaño poblacional *Juncus balticus* y la especie con menor tamaño poblacional fue *Eupatorium gilbertii* (Vargas, 2002).

Por otra parte, existen factores que influyen en el desarrollo o variación de diversidad de flora, factores como la temperatura, precipitación, radiación solar, humedad, altitud, latitud, longitud. Estos factores hacen de que unas especies se desarrollen más que otras, sean más dominantes que otras dada su alta adaptación a las condiciones de su medio. Para esta investigación, como principal parámetro se ha considerado la altitud y al respecto, Sánchez *et al.* (1999), encuentra que a mayor altitud, existe una menor cantidad de especies de plantas silvestres. Así mismo, Montesinos (2011), encuentra una mayor riqueza de especies en formaciones vegetales de menor altitud. Sin embargo, Loza *et al.* (2010), obtuvo como resultados que la diversidad florística no fue explicada por la elevación. La composición florística si cambió en relación a la elevación, ya que a lo largo del gradiente aparecen y desaparecen familias, géneros y especies.

La biogeografía de islas, nos ha demostrado que en las islas al estar aisladas, muchas veces con limitada extensión, existen procesos que permiten que las especies se especialicen, sufran ciertas modificaciones estructurales y fisiológicas, ante la disponibilidad o ausencia de nichos ecológicos. Son tres principios los que explican esta teoría; el área, el aislamiento y la tasa de recambio de especies (Pozo y Llorente, 2002). Fernandez & Morici (2002), indican que las islas se caracterizan, entre otras cosas, por poseer un menor número de especies respecto a la misma área de un ecosistema comparable en el continente. Las islas no sólo presentan menos especies por unidad de superficie, comparable, sino que además, entre las presentes, existen notables ausencias taxonómicas, familias, órdenes e incluso phyla. Esta teoría ha sido ampliamente desarrollada en zonas marítimas, pero, ¿qué sucede en zonas de lagos? En el lago Titicaca,

existen varias islas, dentro de las cuales se encuentra la isla Taquile, una isla completamente aislada a 10.8 Km aproximadamente de la península de Chucuito. Con fines de probar la teoría de biogeografía de islas, es que se ha decidido realizar la evaluación en la isla Taquile y cerro Chiani (península de Chucuito), considerando a este último como continente.

Estudios en zonas insulares como las de Condori *et al.* (2002) mencionan que la isla Taquile presenta elementos florísticos característicos, determinándose un total de 23 familias y 56 especies. El índice de diversidad de Simpson muestra un 0.703 de diversidad. De otro lado, Yockteng & Cavalier (1998), indican que la riqueza del bosque de la isla Gorgona calculada a partir de curvas especie - área y del índice de diversidad de Shannon fue inferior a la de los bosques colombianos y ecuatorianos en las tierras bajas del continente.

Entonces, los objetivos del presente estudio fueron: (1) Evaluación de la diversidad de especies de flora silvestre, en la isla Taquile y el cerro Chiani en relación a la altitud y (2) Comparación de la diversidad de especies de flora silvestre, entre la isla Taquile y el cerro Chiani a la luz de la teoría de biogeografía de islas.

Materiales y métodos.

Zona de estudio.



Figura 1. Ubicación de la zona de estudio, en la que se observa que ambas zonas se encuentran una frente a la otra.

La investigación se realizó en la isla Taquile y cerro Chiani ubicados en la península de Chucuito, provincia de Chucuito, región Puno. La isla Taquile tiene una extensión de 6 Km² aproximadamente, su longitud máxima de 5,5 Km y su ancho de 1,5 km. Es una isla ubicada entre 69° 41' 10" longitud oeste y 15° 45' 15" latitud sur.

El cerro de Chiani, se encuentra en la península de Chucuito, comunidad Churo. La península de Chucuito se encuentra entre las coordenadas: 69°48' de longitud oeste, 15°46' de latitud sur del meridiano de Greenwich. Tiene una extensión de 450 Km². La isla Taquile se encuentra a 10.8 Km de distancia en

relación al cerro Chiani, estando ambas zonas una frente a la otra. Así mismo, ambas zonas de estudio se encuentran a 3810 msnm. El tipo de vegetación que predomina, es la herbácea, representada principalmente por las familias Asteraceae y Poaceae.

a) Evaluación de la diversidad de especies de flora silvestre, en la isla Taquile y el cerro Chiani en relación a la altitud.

Se utilizaron cuadrantes aleatorios de 1 m² y 0.06 m². La evaluación fue por medio del método acumulativo, a cada 50 m de incremento de altitud. Entonces las evaluaciones fueron a los 3850, 3900, 3950, 4000 y 4050 msnm. Se determinó la riqueza de especies y diversidad de especies con los índices de Simpson y Shannon. La prueba estadística utilizada fue Kruskal Wallis con el software Infostat.

b) Comparación de la diversidad de especies de flora silvestre, entre la isla Taquile y el cerro Chiani a la luz de la teoría de biogeografía de islas.

La evaluación fue cada quince días. Se utilizaron cuadrantes aleatorios de 1m² y 0.06m². En cada cuadrante se contabilizó el número de especies e individuos por especie, enmarcándose a especies herbáceas y arbustivas. Los recorridos fueron en forma de zigzag. Las especies fueron identificadas en el herbario CUZ de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco (UNSAAC). Los datos de campo fueron analizados con los índices de Simpson y Shannon, así mismo se determinó la riqueza específica. La prueba estadística utilizada fue la de Mann Whitney, con el software Infostat, la misma que cuenta con licencia de uso corporativo.

Resultados y discusión.

a) Evaluación de la diversidad de especies de flora silvestre, en la isla Taquile y el cerro Chiani en relación a la altitud.

En la isla Taquile, a los 3850 msnm se registraron 37 especies, a 3900 msnm 54 especies, a los 3950 msnm 53 especies, a 4000 msnm 50 especies y a los 4050 msnm 34 especies. Las especies comunes a las diferentes altitudes de evaluación fueron 11 como *Trifolium repens*, *Pennisetum clandestinum* y *Lachemilla pinnata*.

No existe diferencia estadística de la riqueza de especies a las diferentes altitudes evaluadas (GL = 4; N = 40; $\alpha = 0.05$; P = 0.1504) (Tabla 1). Sin embargo, existe ciertas especies que se encuentran a determinadas altitudes, mientras que la mayoría tiene

Tabla 1. Análisis de la riqueza específica de flora silvestre a diferentes altitudes (msnm) en la isla Taquile, aplicando la prueba Kruskal Wallis con el software INFOSTAT (noviembre 2010 – febrero 2011).

Variable	Altitudes	N	Medias	D.E	Medianas	H	P
N° especies	3850	8	21.88	8.43	24.0	6.7	0.1504
N° especies	3900	8	25.63	7.46	26.0		
N° especies	3950	8	20.75	4.74	20.5		
N° especies	4000	8	21.00	2.83	22.0		
N° especies	4050	8	19.75	2.71	19.5		

una amplia distribución, siendo la altitud un factor poco determinante. Sin embargo, Montesinos (2011), en su evaluación en tres formaciones vegetales encuentra que a menor altitud existe una mayor cantidad de especies. Así, en el matorral subhúmedo (3400 y 4200 msnm) encontró 68.4% de especies, en pajonales (4200 – 4700 msnm) registró 47.8%, mientras que en los bofedales y lagunas (4400 – 4700 msnm) 11%.

Existe diferencia de la diversidad de especies según el índice de Simpson (GL = 4; N = 269; 0.05; P = 0.0042) (Tabla 2). Así, a 3950 y 4000 msnm se registró la mayor diversidad de flora, y por lo tanto

Tabla 2. Análisis de la diversidad de flora silvestre (índice de Simpson) a diferentes altitudes (msnm) en la isla Taquile, aplicando la prueba Kruskal Wallis con el software INFOSTAT (noviembre 2010 – febrero 2011).

Variable	Altitudes	N	Medias	DE	Medianas	H	P
I. Simpson	3850	49	0.57	0.25	0.61	15.25	0.0042
I. Simpson	3900	59	0.68	0.17	0.73		
I. Simpson	3950	51	0.72	0.16	0.78		
I. Simpson	4000	54	0.72	0.18	0.78		
I. Simpson	4050	46	0.63	0.25	0.71		

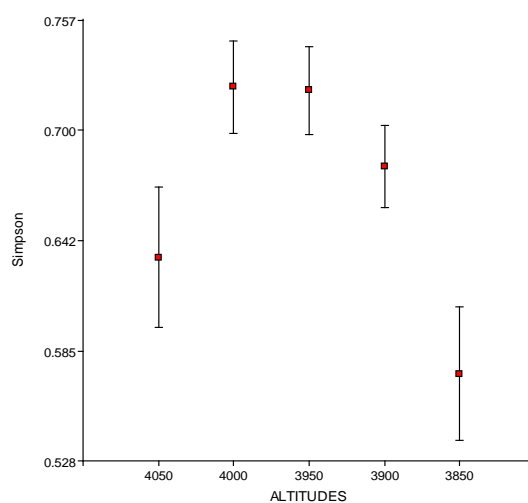


Figura 2. Análisis de contraste para encontrar diferencias de la diversidad de flora silvestre (índice de Simpson) a diferentes altitudes en la isla Taquile (noviembre 2010 – febrero 2011).

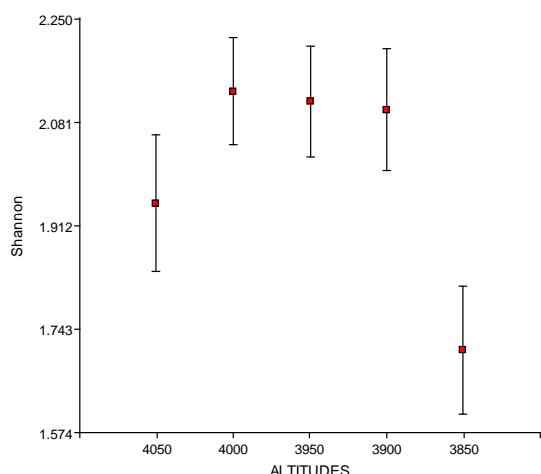


Figura 3. Análisis de contraste para encontrar diferencias de la diversidad de flora silvestre (índice de Shannon) en la isla Taquile a diferentes altitudes (noviembre 2010 - febrero 2011).

menor dominancia de especies con un índice de 0.72 en promedio, mientras que a la altitud de 3850 se registró menor diversidad (mayor dominancia) con un índice de 0.57 en promedio (Figura 2).

Esta baja diversidad de especies a los 3850 msnm, puede deberse a que en esta zona el suelo está poco desarrollado en comparación a otras altitudes, siendo predominantemente de carácter rocoso y arenoso, puesto que es la zona de orilla que da al lago Titicaca.

Los resultados indican diferencia de la diversidad de especies mediante el índice de Shannon entre las diferentes altitudes evaluadas (GL = 4; N = 259; $\alpha = 0.05$; P = 0.0305) (Tabla 3). La mayor diversidad se registró a los 4000 msnm con un índice de 2.13 en promedio. La menor diversidad se registró a los 3850 msnm (1.71) debido a la dominancia de pocas especies (Figura 3).

En el cerro Chiani, a los 4050 msnm, se identificaron 45 especies, a los 4000 43 especies, a los 3950 32 especies, a los 3900 53 especies y a los 3850 también 53 especies. Las especies comunes a las diferentes altitudes de evaluación estuvieron representadas por 17 especies como *Astragalus garbancillo*, *Ageratina gilbertii*, *Baccharis incarum*, *Daucus montanus*, *Erigeron pazensis*, entre otras.

Existe diferencia de la riqueza de especies a las diferentes altitudes evaluadas (GL = 4; N = 40; $\alpha = 0,05$; P = 0.0661) (Tabla 4), en contraste como ya se vio anteriormente, en la isla Taquile no se encontró diferencia.

La mayor riqueza específica se encuentra a los 3900 msnm con una media de 23.63, mientras que la menor riqueza específica a los 4000 msnm con una media de 16.63. Considerando las altitudes de 3850, 3900, 3950 msnm hay una tendencia de una disminución de la riqueza específica a medida que incrementa la altitud, sin embargo, a los 4050 msnm hay un notable incremento de la riqueza específica, pudiendo haber influido el incremento de las precipitaciones pluviales (Figura 4). Así mismo, entre los 4000 y 3950, durante la evaluación se pudo percibir actividades agrícolas (cultivos de papa y cebada), las mismas que influyeron negativamente en la diversidad. Los resultados son diferentes a los encontrados por Sánchez *et al.* (1999), puesto que concluyen que a mayor altitud, existe un menor número de especies de flora silvestre.

No existe diferencia de la diversidad de especies según el índice de Simpson, entre las diferentes altitudes evaluadas (GL = 4; N = 177; $\alpha = 0,05$; P = 0.4845) (Tabla 5). Entonces, no se puede afirmar que a mayor altitud disminuye la diversidad.

Al igual que en el caso anterior, no existe diferencia de la diversidad de especies según el índice de Shannon (GL = 4; N = 177; $\alpha = 0.05$; P = 0.4406) (Tabla 6), en contraste con la isla de Taquile donde sí se encontró diferencia.

Sin embargo, de acuerdo a las medias la mayor diversidad se encuentra a los 4050 msnm, con un índice de 2.33, tal vez debido a que en esta altitud se da la presencia de especies como *Zephyrantes sp.*, *Alstromeria pigmaea*, *Echinopsis maximiliana*, *Sisyrinchium chilensis*, *Oxalis oreocharis* y otras que

Tabla 3. Análisis de la diversidad de flora silvestre (índice de Shannon) a diferentes altitudes (msnm) en la isla Taquile, aplicando la prueba Kruskal Wallis con el software INFOSTAT (noviembre 2010 – febrero 2011).

Variable	Altitudes	N	Medias	D.E	Medianas	H	P
I. Shannon	3850	49	1.71	0.73	1.83	10.6	0.030
I. Shannon	3900	59	2.10	0.76	2.10	7	5
I. Shannon	3950	51	2.12	0.65	2.18		
I. Shannon	4000	54	2.13	0.64	2.21		
I. Shannon	4050	46	1.95	0.76	2.14		

Tabla 4. Análisis de la riqueza específica de flora silvestre a diferentes altitudes (msnm) en el cerro Chiani, aplicando la prueba Kruskal Wallis con el software INFOSTAT (noviembre 2010 – febrero 2011).

Variable	Altitudes	N	Medias	D.E	Medianas	H	P
R. específica	3850	8	21.50	4.96	20.5	8.74	0.0661
R. específica	3900	8	23.63	6.25	23.0		
R. específica	3950	8	17.75	3.15	18.0		
R. específica	4000	8	16.63	4.69	16.5		
R. específica	4050	8	21.63	6.19	19.5		

Tabla 5. Análisis de la diversidad de flora silvestre (índice de Simpson) a diferentes altitudes (msnm) en el cerro Chiani, aplicando la prueba Kruskal Wallis con el software INFOSTAT (noviembre 2010 – febrero 2011).

Variable	Altitudes	N	Medias	D.E	Medianas	H	P
I. Simpson	3850	34	0.68	0.16	0.71	3.46	0.4845
I. Simpson	3900	36	0.69	0.18	0.71		
I. Simpson	3950	33	0.68	0.13	0.70		
I. Simpson	4000	30	0.69	0.17	0.69		
I. Simpson	4050	44	0.73	0.20	0.64		

Tabla 6. Análisis de la diversidad de flora silvestre (índice de Shannon) a diferentes altitudes (msnm) en el cerro Chiani, aplicando la prueba Kruskal Wallis con el software INFOSTAT (noviembre 2010 – febrero 2011).

Variable	Altitudes	N	Medias	D.E	Medianas	H	P
I. Shannon	3850	49	2.09	0.60	2.20	3.75	0.4406
I. Shannon	3900	59	2.24	0.66	2.16		
I. Shannon	3950	51	2.12	0.47	2.14		
I. Shannon	4000	54	2.16	0.61	2.09		
I. Shannon	4050	46	2.33	0.54	2.33		

por su número de individuos y limitada distribución pudieron influir en la diversidad.

La menor diversidad según el índice de Shannon es a la altitud de 3850 msnm, siendo un resultado contrario al encontrado por Vargas (2002), en el que afirma que la mayor diversidad se encuentra a medida que disminuye la altitud.

Cabe indicar que a comparación de la isla Taquile, en el cerro Chiani se observa una notable estratificación, donde las especies arbustivas disminuyen a medida que incrementa la altitud, siendo remplazada por especies adaptadas a climas más secos, como es el caso de *Chersodoma jodopappa*, que por la característica de sus hojas; albo tomentosas, le permiten una menor pérdida de agua por la transpiración, al igual que el caso de *Margiricarpus pinnatus*, una especie que reemplazó muchas de sus hojas en espinas, las mismas que evitan la pérdida de agua.

La riqueza de especies a través de gradientes altitudinales permite conocer cómo funcionan las comunidades a diferentes altitudes, debido a que las condiciones ambientales (temperatura, humedad) varían de acuerdo a la altitud. Esto trae consigo que exista una menor cubierta vegetal en zonas altas que en zonas bajas para el establecimiento de las especies (Brown, 2001). Sin embargo, no implica que a mayor altitud disminuya la riqueza de especies, algo que no se encontró en el cerro Chiani, puesto que las especies de mayor altitud tienen adaptaciones fisiológicas que les permite desarrollarse a bajas temperaturas, pero no tienen una alta cobertura vegetal o número de individuos por especie, como lo que se encontró a menores altitudes. Al respecto Weberbauer (1945), evidencia la predominancia de especies de formas enanas, arrosietadas, acaules y las pulviniformes por encima

de los 4000 msnm.

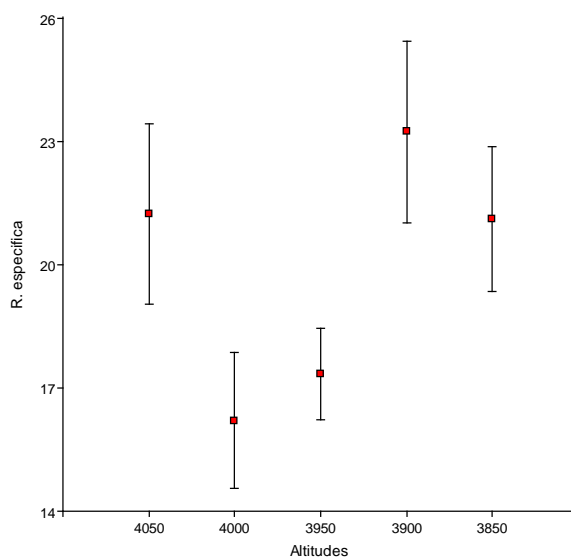
b) Comparación de la diversidad de especies de flora silvestre, entre la isla Taquile y el cerro Chiani a la luz de la teoría de biogeografía de islas.

Se registraron un total de 119 especies entre las dos zonas de estudio, pertenecientes a 45 familias. Las familias más representativas fueron Asteraceae con 27.7%, Poaceae con 8.4% y Fabaceae con 5.9%. Montesinos (2011), también encuentra a estas familias como las más representativas (Asteraceae 24%, Poaceae 5.5%, Fabaceae 4.5%), al igual que Flores *et al.* (2005), Asteraceae con 25% y Poaceae 24%. Gentry (1993), al respecto afirma que

las Asteraceae y Poaceae son las familias más dominantes y más ricas por encima del límite de los bosques.

En la isla Taquile se registraron 94 especies, pertenecientes a 36 familias, siendo este resultado diferente con el estudio hecho por Condori *et al.* (2002), en el que registró 56 especies, determinando sólo 23 familias. De otro lado, CIRNMA & CEDAFOR (2001) registraron 96 especies. Esta diferencia de familias, puede deberse a los meses de evaluación (noviembre a febrero), en los que hay una mayor presencia de especies en floración.

Por otra parte, en el cerro Chiani también se

**Figura 4.** Análisis de contraste para encontrar diferencias de riqueza específica de flora silvestre a diferentes altitudes en el cerro Chiani (noviembre 2010 - febrero 2011).

identificaron 94 especies pertenecientes a 39 familias, de las cuales 69 especies son comunes con la isla Taquile. Análogamente, Canales & Sarmiento (1997), registraron 40 especies en Chucuito, mientras que CIRNMA & CEDAFOR (2001), registraron 132 especies en la península de Chucuito. Claro está que esta gran diferencia se debe a las áreas evaluadas. De otro lado Arteta (2008), en su evaluación de plantas vasculares en el centro poblado de Llachón, reporta 154 especies agrupadas en 131 géneros y 58 familias, donde las familias con mayor representatividad fueron Asteraceae con 28 spp. (18%), Fabaceae 11 spp (7%).

En base a lo anteriormente señalado, existe un mayor número de familias en el cerro Chiani, en comparación a la isla Taquile, pudiendo deberse a su aislamiento principalmente.

Las familias Boraginaceae, Montianaceae, Amaryllidaceae, Gentianaceae, Grossulariaceae, Asparagaceae, Piperaceae, Rubiaceae y Violaceae fueron las que estuvieron presentes en el cerro Chiani, pero ausentes en la isla Taquile. Por otra parte, las familias Calyceraceae, Campanulaceae, Commelinaceae, Polemoniaceae, Hypericaceae y Urticaceae fueron las que estuvieron presentes en la isla Taquile, pero ausentes en el cerro Chiani, habiendo un mayor número de familias ausentes en la isla. Fernández & Morici (2002), indican que las islas no sólo presentan menos especies por unidad de superficie, comparable, sino que además, entre las presentes, existen notables ausencias taxonómicas, familias, órdenes e incluso phyla.

Tabla 7. Análisis de la riqueza específica de flora silvestre de la isla Taquile y el cerro Chiani, aplicando la prueba Mann Whitney con el software INFOSTAT (noviembre 2010 – febrero 2011).

Zonas	Variable	n	Media	DE	P
Taquile	R. específica	8	68.88	10.37	0.3417
Chiani	R. específica	8	63.88	6.98	

Los resultados indican que no existe diferencia estadística de la riqueza específica entre las dos zonas en estudio (GL= 1; N= 8; P = 0,3417) (Tabla 7). Sin embargo, Yockteng y Cavelier (1998), en su evaluación de flora entre una zona insular y zona continental, demuestran que la baja riqueza de especies se registró en la isla Gorgona, en comparación con los bosques continentales de Chocó. Esta diferencia de resultados, se debe en primer lugar a la distancia; la isla Taquile se encuentra a sólo 10.6 Km, mientras que la isla Gorgona a 56 Km. Al respecto, Wilcox *et al.* (1986), indica que la disminución del número de especies incrementa conforme aumenta el tiempo de separación de la isla al continente. En segundo lugar el área; la isla Taquile tiene un área de 3600 Ha, mientras que la isla Gorgona sólo 1569 Ha. Entonces, tanto la cercanía y el área de la isla Taquile, influyeron para que en la evaluación

no se registre diferencias del número de especies en comparación al cerro Chiani.

Sin embargo, el resultado no implica que no haya diferencia de las especies registradas en las dos zonas

Tabla 8. Análisis de la diversidad de flora silvestre (Índice de Simpson) entre la isla Taquile y el cerro Chiani, utilizando la prueba Mann Whitney con el software INFOSTAT, (noviembre 2010 – febrero 2011).

Zonas	Variable	n	Media	DE	P
Taquile	Índice de Simpson	424	0.66	0.21	0.1120
Chiani	Índice de Simpson	335	0.7	0.14	

de estudio, por cuanto el resultado sólo indica que no existe diferencia del número de especies. Así, las especies *Bowlesia tenella*, *Erigeron linifolius*, *Acicarpha tribuloides*, *Siphocampylus tupaiformis*, *Cardionema ramosissima*, *Lupinus chlorolepis*, *Hypericum caespitosum*, *Minthostachys setosa*, *Bomarea dulcis*, *Commelina elliptica*, *Juncus pallescens*, *Oxalis pachyrriza*, *Bouteloua simplex*, *Poa annua*, *Cantua buxifolia*, *Cantua tomentosa*, *Polygonum aviculare*, *Cyperus hermafroditus*, *Urtica urens* se encuentran ausentes en el cerro Chiani. CIRNMA & CEDAFOR (2001), mencionan además la presencia de *Coronopus didymus*, *Hordeum muticum*, *Nasella mucronata*.

Por otra parte, las especies *Alstroemeria pygmaea*, *Gomphrena elegans*, *Zephyranthes sp.*, *Baccharis prostrata*, *Bidens pilosa var. triplinervis*, *Gamochaeta sp.*, *Cerastium vulgatum var. peruvianum*, *Paronichya andina*, *Euphorbia raphanorrhiza*, *Vicia graminea*, *Gentiana sedifolia*, *Phacelia bipinnatifida*, *Stachys herrerae*, *Anthericum eccremorrhizum*, *Nothoscordum andicola*, *Peperomia verruculosa*, *Calandrinia acaulis*, *Galium aparine*, *Ribes brachybotrys*, *Verbena sp.* y *Viola sp.* se encuentran ausentes en la isla Taquile. De lo anteriormente señalado se puede inferir que existe un mayor número de especies propias del cerro Chiani.

No existe diferencia estadística de la diversidad de acuerdo al índice de Simpson entre las dos zonas de estudio (GL = 1; N = 759, P = 0.1120), esto puede implicar que en ambas zonas existen un similar número de especies que dominan puesto que el índice de Simpson mide dominancia de especies, con una media de 0.66 para Taquile y 0.7 para el cerro Chiani (Tabla 8). Condori *et al.* (2002), en su evaluación de flora silvestre en la isla Taquile registra un índice de diversidad de 0.703, siendo un resultado similar al encontrado en la presente evaluación. Por otra parte, Canales & Sarmiento (1997), en su evaluación hecha en la península de Chucuito registran un índice de Simpson 0.93, indicando una mayor diversidad a la encontrada en el cerro Chiani.

En un estudio similar realizado por Yockteng & Cavelier (1998), entre la isla Gorgona y el bosque bajo de Calima (Colombia) encontraron índices de Simpson de 0.38 y 0.27 respectivamente, indicando un mayor dominancia de especies en el bosque bajo de Calima en comparación a la isla Gorgona, siendo resultados contrarios al encontrado en ésta evaluación. A pesar de que en la isla Taquile se registra valores bajos del índice de Simpson, que indica una mayor dominancia de ciertas especies, la dominancia está enmarcada a sólo 15 especies de flora silvestre, mientras que en Chiani la dominancia queda representada por 25 especies, de manera que en este último hay una mayor homogeneidad de distribución y abundancia de las especies, los mismos que influyen en el nivel de diversidad.

Tabla 9. Análisis de la diversidad de flora silvestre (Índice de Shannon) entre la isla Taquile y el cerro Chiani, utilizando la prueba Mann Whitney con el software INFOSTAT, (noviembre 2010 – febrero 2011).

Zonas	Variable	n	Media	DE	P
Taquile	Índice de Shannon	424	1.93	0.69	<0.0001
Chiani	Índice de Shannon	335	2.20	0.57	

Los resultados indican diferencia estadística de la diversidad de especies según el índice de Shannon (GL = 1; N = 759, P <0,0001) (Tabla 9).

Los valores del índice de Shannon se hacen más grandes mientras la abundancia de las especies sean cercanas unas de otras, caso que se presenta en el cerro Chiani con una media de 2.20, indicando una mayor diversidad en comparación a la isla Taquile con una media de 1.93. De la misma manera Yockteng & Cavelier (1998), encontraron que existe una menor diversidad en la isla Gorgona en comparación con un bosque de la zona continental.

Conclusiones.

- Para el caso de riqueza específica se registró un total de 118 especies en las dos zonas de estudio, pertenecientes a 45 familias. No se encontró diferencia de la riqueza de especies entre la isla Taquile y el cerro Chiani (P = 0.3417).
- Existe una mayor homogeneidad de distribución de las especies en el cerro Chiani, en comparación con la isla Taquile, razón por la cual de acuerdo al índice de Shannon existe diferencia de diversidad entre las dos zonas (P <0.0001), habiendo mayor diversidad en el cerro Chiani.
- En la isla Taquile no existe diferencia de la riqueza de especies a las diferentes altitudes evaluadas (P = 0.1504), sin embargo si se encontró diferencias

de la diversidad con los índices de Simpson P = (0.0042) y Shannon (P = 0.0305).

- En el cerro Chiani existe diferencia de la riqueza de especies a las diferentes altitudes evaluadas (P = 0.0661). De otro lado no existe diferencia de la diversidad de especies según el índice de Simpson (P = 0.484) y Shannon (P = 0.4406).
- En el cerro Chiani, existe una clara estratificación de especies de flora silvestre, en el que se observa disminución de especies arbustivas en comparación con la isla Taquile, donde la estratificación no es notoria.

Agradecimientos.

Al herbario Vargas de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco y al M. Sc. Alfredo Tupayachi Herrera.

Literatura citada.

- Arteta M., Corrales M., Dávalos C., Delgado A., Sinca F., Hernani L. & Bojórquez J. 2006. Plantas vasculares de la bahía de Juli, Lago Titicaca, Puno – Perú. *Revista Ecología Aplicada* Vol. 5. Lima - Perú.
- 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 Pp.
- Brown H. J. 2001. Mammals on mountainsides: elevational patterns of diversity. *Global Ecology and Biogeography*. Vol. 10: 101 – 109.
- Canales G. A. & Sarmiento M. A. 1997. Biodiversidad de flora silvestre en dos zonas del Altiplano (Chucuito y Chinchero) Puno, Perú. *Revista de Investigación* N°3. Pp 37 – 42. Puno, Perú.
- Centro de Investigación de Recursos Naturales y Medio Ambiente (CIRNMA) y Centro de Desarrollo Agrario y Forestal (CEDAFOR). 2001. Diagnóstico e inventario de los recursos naturales de flora y fauna. Proyecto de la conservación de la biodiversidad – en la cuenca del Lago Titicaca – Desaguadero – Poopo – Salar de Coipasa TDPS.
- 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. 2002. *Ecología Insular. Island ecology*. Asociación española de ecología terrestre. Pp 437.
- Flores M., Alegría J. & Granda A. 2005. Diversidad florística asociada a las lagunas andinas Pomascocha y Habascocha, Junín, Perú. *Revista Perú biol* Vol. 12(1): 125 -143. Lima – Perú.
- Gentry A. H. 1993. Overview of the Peruvian flora. In: L. Brako & J. L. Zarucchi (eds.), *Catalogue of the Flowering Plants and Gymnosperms of Peru*. Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard. 45: xxix-xl.
- Loza I., Morales M.R. & Jorgensen P.M. 2010. Variación de la diversidad y composición florística en relación a la elevación en un bosque montano boliviano (PNANMI Madidi). *Ecología en Bolivia* 45 (2): 87 – 100.

- Montesinos – Tubée D.B. 2011. Diversidad florística de la cuenca alta del río Tambo – Ichuña (Moquegua – Perú). *Revista Perú biol* Vol. 18(1): 119 - 132. Lima – Perú.
- Moreno C.E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M & T - Manuales y Tesis SEA. Vol. 1. Zaragoza, España. 84 Pp.
- Pestalozzi H.U., Torrez M.A. & Casiano V.J. 1998. Flora ilustrada altoandina. La relación entre hombre, planta y medio ambiente en el Ayllu Majasaya Mujlli. M & C Editores. Cochabamba, Bolivia.
- Pozo C. y Llorente B.J. 2002. La teoría del equilibrio insular en biogeografía y conservación. *Revista académica colombiana científica*. Vol. 16: 321 – 339. Bogotá, Colombia.
- Sánchez F., Vicente A., Cruz J., Sánchez J., Durán A. & Quispe U. 1999. Biodiversidad de plantas silvestres a diferentes altitudes en la quebrada del cerro de Huaje, Puno. ANCA S.A. Impresiones Puno – Perú. 48pp.
- Vargas M.M. 2002. Evaluación de la diversidad de flora Silvestre en tres comunidades del distrito de Capachica – Puno en época seca. Tesis par optar el título de Licenciado en Biología. Facultad de Ciencias Biológicas UNA-Puno Pp 79.
- 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.
- Weberbauer A. 1945. *El Mundo Vegetal de los Andes Peruanos*. Estac. Exper. Agric. La Molina. Edit. Lumen. Lima, Perú.
- Wilcox B.A., Murphy D.D., Ehrlich P.R. & Austin G.T. 1986. Insular biogeography of montane butterfly faunas in the Great Basin: comparison with birds & mammals. *Oecología*, 69: 188 – 194.

¹ Facultad de Ciencias Biológicas Universidad Nacional del Altiplano (UNA) Puno - Perú, Correspondencia oiacor_175@hotmail.com

² Facultad de Ciencias Biológicas Universidad Nacional del Altiplano (UNA) Puno – Perú.