

ECOLOGÍA APLICADA

Ecología Aplicada

ISSN: 1726-2216

ecolapl@lamolina.edu.pe

Universidad Nacional Agraria La Molina

Perú

Aponte, Héctor; Flores, John
DENSIDAD Y DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE *Tillandsia latifolia* EN EL TILLANDSIAL DE PIEDRA
CAMPANA (LIMA, PERÚ)
Ecología Aplicada, vol. 12, núm. 1, enero-agosto, 2013, pp. 35-43
Universidad Nacional Agraria La Molina
Lima, Perú

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=34129467005>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica
Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

DENSIDAD Y DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE *Tillandsia latifolia* EN EL TILLANDSIAL DE PIEDRA CAMPANA (LIMA, PERÚ)

DENSITY AND SPATIAL DISTRIBUTION OF *Tillandsia latifolia* ON THE TILLANDSIAL LOMAS OF PIEDRA CAMPANA (LIMA, PERÚ)

Héctor Aponte^{1,2} y John Flores³

Resumen

Los tillandsiales (formaciones vegetales dominadas por plantas del género *Tillandsia*) son ecosistemas permanentes que se encuentran en la costa peruana y chilena. Con el objetivo de estudiar la densidad y distribución espacial de *Tillandsia latifolia* en el Cerro Piedra Campana (Lima, Perú) y su relación con la topografía y el sustrato, fueron realizadas 72 parcelas cuadrangulares de 100 m², donde se contabilizaron el número de rametos y genetos; en los rametos se anotó el estadio fenológico. La densidad promedio de genetos, de rametos y la cobertura promedio fueron de 60.58 genetos/parcela, 235.03 rametos/parcela y 9.60% respectivamente; estos valores fueron más altos en las parcelas con orientación al mar, en las quebradas y en zonas arenosas en comparación con aquellos que tenían orientación noroeste y noreste, que se encontraban en laderas y que se situaban en zonas rocosas ($p < 0.05$ en todos los casos). La proporción rametos/geneto fue de 3.71 rametos/geneto, encontrándose promedios más altos en las zonas que tenían orientación suroeste y noreste. La proporción de rametos en estadio de inflorescencia fue mayor en las parcelas de la zona oeste al igual que los individuos en floración (sobre todo en zonas arenosas); los individuos en fructificación fueron más abundantes en la zona este, lo que revela asincronía demográfica en la población estudiada. Se discute el rol de la topografía y el sustrato en la distribución espacial de esta especie en el área evaluada.

Palabras clave Tillandsial, densidad poblacional, desierto, asincronía demográfica, distribución espacial, *Tillandsia latifolia*.

Abstract

Tillandsial lomas (vegetal communities dominated by plants of the genera *Tillandsia*) are ecosystems distributed in the coast of Peru and Chile. In order to study the density and spatial distribution of *Tillandsia latifolia* in Cerro Piedra Campana (Lima, Perú) and its relation to the topography and substrate, 72 plots of 100m² were placed in the area. The number of ramets (and its phenological stage) and genets were counted in each plot. The mean density of genet, ramet and the mean coverage was 60.58 genets/plot, 235.03 ramets/plot and 9.60% respectively; these values were the highest in plots facing the sea, in streams, and in sandy areas compared to those with northwest and northeast orientation, that were on hillsides and in rocky areas ($p < 0.05$ in all cases). The proportion ramets/genet was 3.71 with the highest mean values obtained in plots facing southwest and northeast. The proportion of ramets in stage of inflorescence was the highest in the plots facing the sea, the highest proportion of flowering individuals were found in the west side of the study area (specially in sandy areas); fruiting individuals were more abundant in the east side ($p < 0.05$ in all cases) revealing demographic asynchrony in the population. The role of topography and substrate on the spatial distribution of this species in the area are discussed.

Key words: Tillandsial lomas, population density, desert, demographic asynchrony, spatial distribution, *Tillandsia latifolia*.

Introducción.

Los tillandsiales ubicados en el desierto costero de Perú y Chile son formaciones vegetales principalmente monogenéricas (compuestas casi en su totalidad por plantas del género *Tillandsia*) con una o más especies. A pesar de la extrema aridez, y a diferencia de las comunidades de lomas, los

tillandsiales son ecosistemas de tipo permanente y sobreviven gracias a la neblina costera (Pinto, 2005). Estas especies poseen adaptaciones morfológicas y fisiológicas para sobrevivir en el desierto, como la presencia de pelos compuestos (Benzing, 2000) y la capacidad de algunas especies para utilizar de forma variable la fotosíntesis C₃ y el Metabolismo Ácido Crassuláceo (CAM) (Rundel & Dillon, 1998). Las

sales minerales, imprescindibles para su crecimiento, las extraen de restos de animales que mueren sobre las plantas, del polvo que está presente en el ambiente, del viento y de la lluvia (Galán de Mera *et al.*, 1999). Las especies de *Tillandsia* reportadas para la costa peruana chilena son consideradas epifíticas, saxícolas o epilíticas; seis de estas (*Tillandsia capillaris*, *T. landbeckii*, *T. latifolia*, *T. marconae*, *T. purpurea* y *T. wendermanii*) son principalmente epiarénicas y conocidas por su ausencia de raíces (Rundel *et al.*, 1997; Rundel & Dillon, 1998).

En los tillandsiales, las poblaciones de estas especies siguen un patrón de crecimiento en bandas el cual está íntimamente relacionado a la pendiente y a la cantidad de neblina al cual están expuestos (Borthagaray *et al.*, 2010). Este patrón bandeado puede variar a un patrón agrupado dependiendo de la distancia de la costa a la que se encuentre, de la topografía y del transporte aeólico de los sedimentos (Hesse, 2012), por lo que en localidades de mucha heterogeneidad geológica la abundancia y patrones de distribución intrapoblacional deben ser variables, esperando tener mayores densidades en las zonas más expuestas a la humedad de la neblina y donde el sustrato se adapte mejor a la especie.

Los tillandsiales se encuentran generalmente separados por algunos kilómetros formando densas poblaciones en forma de islas. En el Perú estas formaciones vegetales se encuentran de forma interrumpida desde Tacna (18° S) hasta Trujillo (8° S) ocupando la línea costera hasta los 1300 m (Oka & Ogawa, 1984). Para la mayoría de estos tillandsiales no se conocen datos cuantitativos sobre la abundancia, densidad, cobertura y estructura poblacional. Los datos conocidos provienen de estudios realizados en los tillandsiales de Cajamarquilla (Lima, Perú), donde se reportó una cobertura vegetal promedio del 30%, con una abundancia de 430 g de materia fresca por metro cuadrado y una estacionalidad fenológica marcada, floreciendo con la llegada del verano (Türkowski & Lopez-Ocaña, 1983). Hasta la fecha no se han reportado datos sobre la abundancia de individuos de *Tillandsia* en ninguna de las localidades peruanas, pero por su extensión (hasta centenas de hectáreas) se esperaba encontrar cientos y hasta miles de estos individuos en cada tillandsial; sin embargo, la limitación de recursos ejerce una presión que debe verse reflejada también en la reducción abundancia o en la cobertura (Pinto, 2005)

Las características y adaptaciones ecológicas de estas formaciones vegetales las vuelve únicas en el mundo (León *et al.*, 1997; León & Sagástegui, 2008), por lo que conocerlas y estudiarlas es de suma importancia a fin de valorarlas y conservarlas apropiadamente. Por ello, el objetivo del presente trabajo fue evaluar la densidad y distribución espacial de la población de *Tillandsia latifolia* Meyen en el tillandsial de Piedra Campana (Cañete, Lima)

discutiendo la forma en la cual la topografía y el sustrato moldean la distribución de los rametos y genetos de esta especie localmente en un ecosistema heterogéneo de la costa peruana.

Materiales y métodos.

Área de Estudio.

El tillandsial estudiado se encuentra en el Cerro Piedra Campana, 1 km al Nor Oeste de la localidad de San Antonio, en el distrito del mismo nombre, en la provincia de Cañete, Lima en las coordenadas UTM 18L 319503.00 E 8602952.00 (Figura 1). Este hábitat corresponde a un área desierta de 100 Ha, colindante con el distrito de Mala, compuesto por quebradas principalmente rocosas y laderas arenosas. En este lugar, además de la población de *Tillandsia latifolia*, se encontró de forma muy dispersa plantas xerofíticas como *Haageocereus* sp. Durante el estudio se pudo notar la presencia de la lechuza de los arenales (*Athene cunicularia*), la “lagartija de los arenales” (*Microlophus theresiae*), así como algunos insectos (Lepidoptera e Hymenoptera). Se observaron también himenópteros y a los colibríes como principales visitantes y polinizadores de *Tillandsia latifolia*.

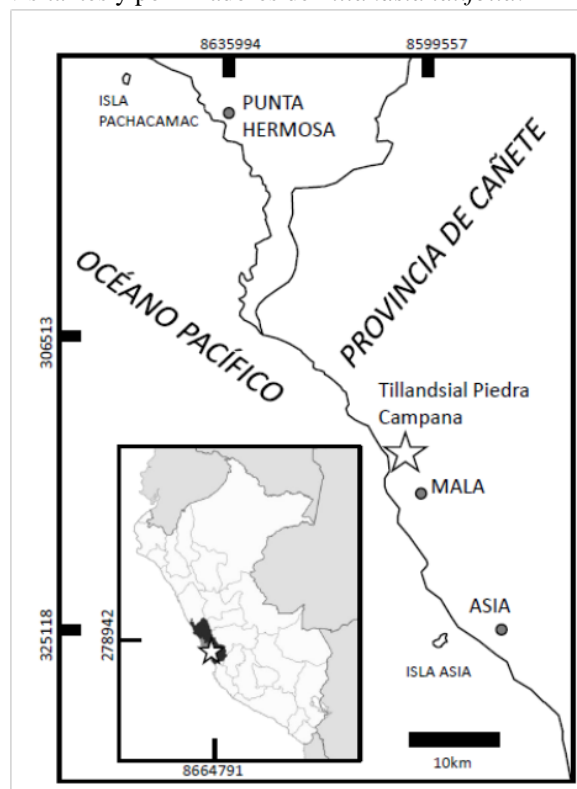


Figura 1. Ubicación del Tillandsial Piedra Campana. A la izquierda más pequeño, el Mapa del Perú. En grande, la zona noroeste de la Provincia de Cañete. En ambos mapas se señala la ubicación del tillandsial estudiado (★).

Para el presente estudio fueron elegidas dos zonas del tillandsial: a) una primera zona (Zona 1) que se encuentra rodeada por colinas de no más de 100 m de altitud, donde el suelo es principalmente arenoso en las faldas de los cerros y rocoso en las cimas, aquí la exposición hacia el mar está bloqueada por las mismas colinas; y b) una segunda zona (Zona 2) que se encuentra también rodeada por cerros pero donde la exposición hacia el oeste es mucho mayor (Figura 2). Ambas zonas son visitadas por pobladores quienes modifican la distribución habitual de *T. latifolia* y utilizan algunos sectores para peregrinajes, campamentos y deportes de aventura.

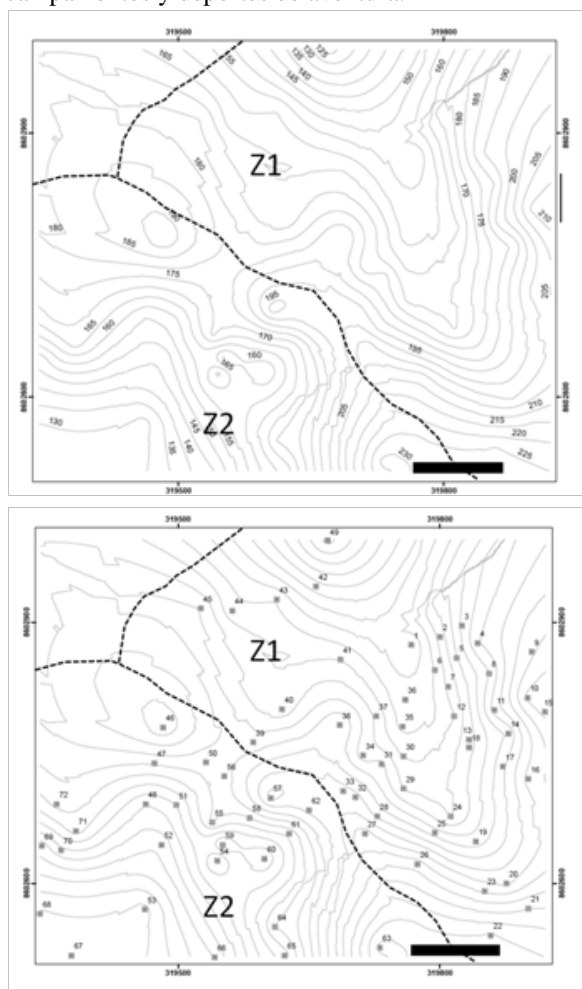


Figura 2. Detalle del área de estudio donde se muestran las líneas de altitud (A) y la distribución de las parcelas (B) de la Zona 1 (Z1) y la Zona 2 (Z2).

Especie en estudio.

Tillandsia latifolia es una planta acaule que presenta hojas dispuestas de forma arrosada. Cuando llega a la madurez esta especie porta una inflorescencia rosado-rojiza, donde salen las flores color púrpura que permiten la reproducción sexual. *Tillandsia latifolia* posee también reproducción clonal,

por lo que tiene dos tipos de unidades: a) rametos (unidades estructurales o clones, resultado de reproducción asexual o vegetativa) y b) genetos (grupo de rametos, unidos entre sí y provenientes de una misma semilla, unidad genética). Para el presente estudio fueron identificados los siguientes estadios fenológicos en los rametos: a) vegetativo, cuando el rameto no poseía inflorescencia alguna, b) en inflorescencia, cuando presentaba inflorescencia, c) en floración, cuando presentaba inflorescencias con flores, d) en fructificación, cuando presentaba frutos y e) pasada la fructificación, cuando presentaba signos de haber liberado semillas (Figura 3).

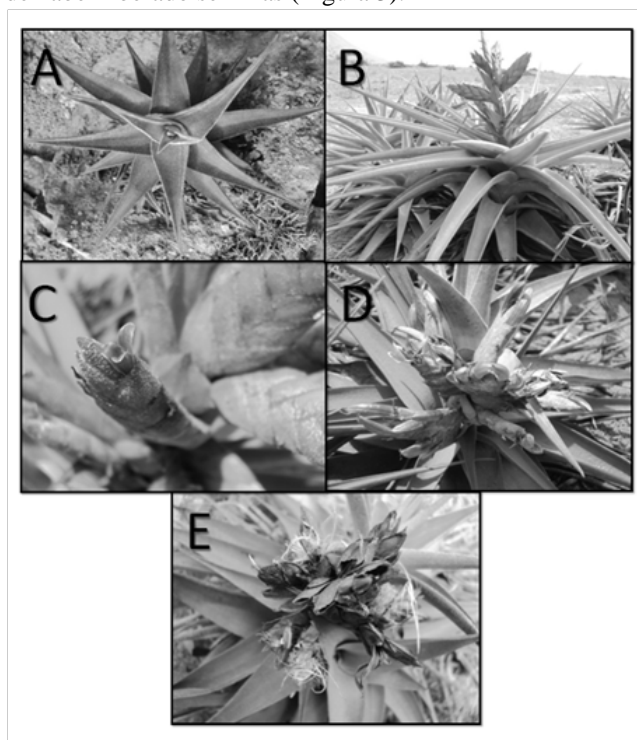


Figura 3. Estadios de *Tillandsia latifolia*. A) Vegetativo; B) Inflorescencia; C) Floración; D) Fructificación; E) Pasada la fructificación.

Diseño Experimental.

Durante noviembre del 2012 se ubicaron 72 parcelas cuadradas de 100 m² (10 m x 10 m) distribuidas de manera sistemática forma que fueran muestreadas todas las laderas y quebradas del área de estudio (35 quebradas y 37 laderas), a excepción de aquellas que presentaron evidencia de impacto humano. Cuarenta y seis parcelas estuvieron en la zona 1 y veintiséis en la zona 2. Cuarenta y cuatro parcelas estuvieron orientadas hacia el suroeste (frente al mar), veintitrés hacia el noreste y cinco hacia el noroeste. En cada parcela se anotó la cantidad de rametos y genetos, y dentro de los rametos se anotó su estadio fenológico (inflorescencia, flores, frutos y pasada la fructificación). Asimismo, en cada parcela se anotó la Zona a la que pertenecía, altitud, la pendiente, el nivel de la loma donde fue muestreado

(la base, la parte media o la cima de cada loma), si correspondía a ladera o quebrada, y el tipo de sustrato de forma cualitativa (100% arena, arena y arcilla con 1-15% de roca, arena y arcilla con 15-35% de roca, y arena y arcilla con 35-75% de rocas). Para evaluar la cobertura vegetal, en cada parcela se instalaron dos transectos de 10 m por parcela (uno perpendicular y otro en dirección de la pendiente, utilizando los ejes X e Y de cada parcela) donde se aplicó el método de intersección línea, que consiste en la medición en centímetros de la cantidad de suelo cubierto a lo largo del transecto (Mostacedo & Fredericksen, 2000). La cobertura se obtuvo mediante la siguiente fórmula:

$$C = \frac{O \times 100}{T}$$

Donde O es la cantidad de cm ocupados por *T. latifolia* en ambos transectos de cada parcela y T es la cantidad de cm totales (2000 cm).

Análisis de Datos.

Se hallaron los promedios, desviación estándar, y los valores máximo y mínimo del número de genetos, rametos (total y el porcentaje por estadio no vegetativo), cobertura y proporción de rametos por geneto en cada parcela según la zona, orientación, el tipo, el nivel, la zona y el porcentaje de rocas en el sustrato. A pesar de las transformaciones realizadas (logaritmo y arco seno) las condiciones de homocedasticidad y normalidad no fueron comprobadas (Test de Kromogórov-Smirnov y Test de Levine con $p < 0.05$ para la mayoría de los casos). Por ello se optó por utilizar los análisis no paramétricos de Mann-Withney (para variables con dos grupos) y Kruskal Wallis (para variables con más de dos grupos) que permiten la comparación de datos que no corresponden a un muestreo aleatorio, que no tienen homogeneidad de varianza y se ajustan a distribuciones normales y no normales (Crowley, 1992; Novales, 1996) como los datos del presente estudio. Cuando las diferencias fueron significativas en las variables con más de dos grupos ($p < 0.05$) se aplicó el test de Mann Withney por pares entre los grupos. Para analizar si había correlación de la abundancia de *T. latifolia* (número de genetos, rametos en los diferentes estadios y cobertura) con la pendiente y la altitud se halló el coeficiente de correlación de Pearson y el valor de significancia de la correlación. Todos los análisis se realizaron con el software IBM SPSS Statistics V 20.

Con la abundancia de los genetos y rametos, la cobertura, y los porcentajes de los individuos en los diferentes estadios fenológicos, se construyeron mapas para apreciar su distribución en el área de estudio interpolando las densidades mediante la técnica de Kriging (Oliver & Webster, 1990) siguiendo el modelo ordinario esférico, utilizando los 72 puntos correspondientes a cada una de las parcelas muestreadas, que corresponden a toda el área de estudio. Este proceso fue llevado a cabo utilizando el

software ArcGIS 10 permitiendo graficar los mapas respectivos.

Resultados.

Los promedios, desviaciones estándar y los valores máximos y mínimos de las variables analizadas se encuentran en las Tablas 1 y 2. Se contaron en total 4362 genetos y 16922 rametos de *T. latifolia* en las 72 parcelas realizadas (60.58 genetos y 235.03 rametos por parcela en promedio). La cobertura promedio en el área fue de 9.60%. Los promedios de la densidad de

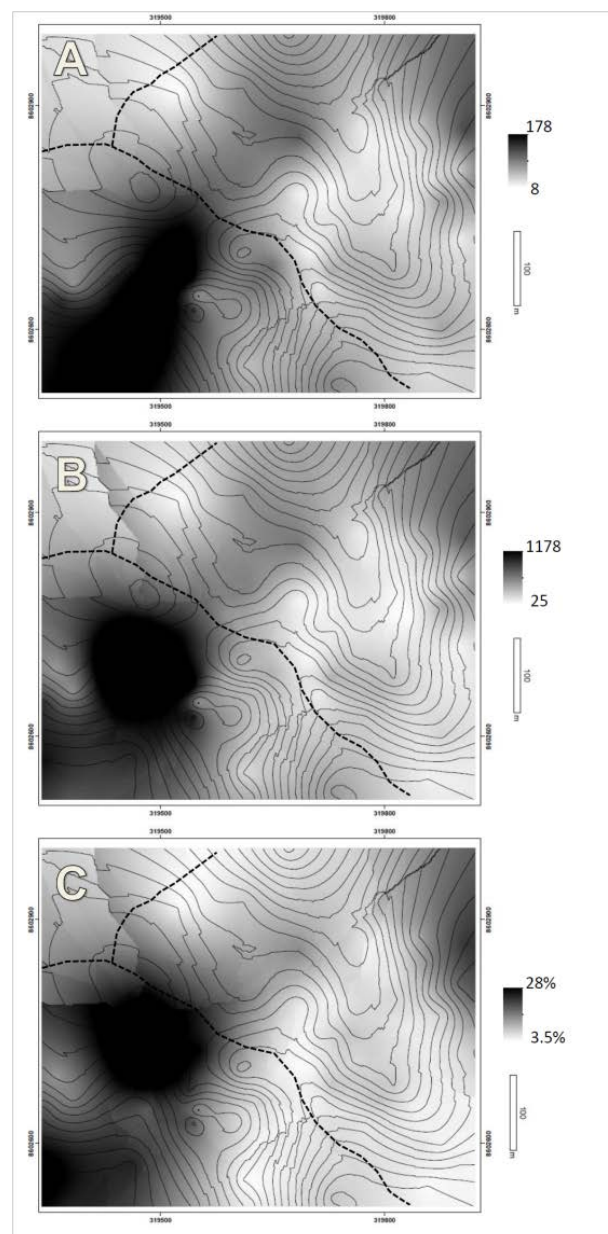


Figura 4. Abundancia de Genetos (A), Rametos (B) y la Cobertura (C) en el área de estudio. A la derecha de cada figura se muestra la escala de color. La línea punteada divide las zonas 1 y 2, mayor detalle en figura 2.

los genetos y rametos por parcela, así como la cobertura fueron más altos en las parcelas de la zona 2, en parcelas con orientación al suroeste, en parcelas de tipo quebrada y en parcelas ubicadas en zonas arenosas (Figura 4).

El 84% de los rametos en toda la población se encontró en estado vegetativo, del 16% restante 2.13% se encontró en estadio de inflorescencia, 4.56% en floración, 6.83% en fructificación y 2.97% ya habían pasado la fructificación. Los individuos en estadio de inflorescencia se encontraron en mayor proporción en las parcelas de la zona 1, mientras que los individuos en floración tuvieron una mayor proporción en la zona 2 sobre todo en las parcelas de suelo arenoso (Figura 5). Los individuos en fructificación fueron más abundantes en la zona 1 al igual que aquellos que ya habían pasado la fructificación; estos últimos se encontraron en mayor proporción en laderas con orientación al Suroeste, en la base de las colinas y en las zonas rocosas. Todas estas diferencias fueron estadísticamente significativas con valores de $p < 0.05$ (para los test de Mann-Whitney o Kruskal Wallis según el caso, Tabla 2). El promedio de la proporción de rametos por geneto en la población fue de 3.71 rametos/geneto, encontrándose promedios más altos en orientaciones al noroeste y sur este ($p < 0.05$).

Se encontró que la relación fue inversa entre la pendiente y la proporción de individuos que ya habían pasado la floración (Tabla 3). Asimismo, la densidad de los rametos, genetos y de rametos pasada la floración fue inversamente proporcional a la altitud. En ambos casos estas correlaciones fueron estadísticamente significativas ($p < 0.05$ para el test de Pearson). Las correlaciones entre la altitud y la pendiente con el resto de las variables no fueron estadísticamente significativas ($p > 0.05$) y presentaron valores de correlación de Pearson cercanos a cero.

Discusión.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo muestran como la distribución de *Tillandsia latifolia* se ve moldeada por la topografía y el sustrato del área de estudio, siendo más abundante en las laderas con cara hacia el mar (suroeste) y en sustratos arenoso de poca pendiente. La exposición hacia el mar permite una mayor exposición a la neblina lo que favorece la aparición de estas formaciones vegetales (Cereceda *et al.*, 1999). Esto no significa que esta especie no puedan crecer en zonas poco expuestas sino que su densidad disminuye, tal y como sucede en las Lomas de Amancaes (Rímac, Lima), donde las tillandsias ocupan la cara opuesta a la neblina donde la población de *Tillandsia* está reducida sólo a algunos individuos (Trinidad *et al.*, 2012).

A pesar de encontrar un patrón bandeado que parece tapizar casi por completo el área de estudio (sobre todo la zona 2) los valores de cobertura son bastante bajos, probablemente por la limitación de

recursos en estos hábitat (Pinto, 2005). Los resultados obtenidos complementan los datos obtenidos por Hesse (2012) sobre la distribución espacial de las especies de *Tillandsia* en la costa desértica peruana y nos dan una idea de la cantidad de individuos que estas poblaciones pueden albergar. Asimismo, la baja proporción de rametos en estadios de inflorescencias, flores y frutos (representado sólo por el 16% de toda la población) sugieren un papel relevante de la reproducción clonal para la subsistencia de la población. La cobertura promedio reportada en el presente trabajo (9.60% para toda el área de estudio) es menor que aquella reportada en Cajamarquilla (30%, Türkowski & Lopez-Ocaña, 1983), sólo se alcanzaron valores entre 26% y 33% en cinco parcelas; sin embargo, hay que considerar que las técnicas de colecta de datos, el esfuerzo de campo y las especies muestreadas en ambos trabajos han sido diferentes.

El sustrato, exposición a la neblina, la cantidad de luz al día y orientación son diferentes en cada zona del tillandsial, lo que somete a los diferentes sectores de la población a condiciones diferentes, viéndose esto reflejado en la heterogeneidad de la densidad de rametos y en las proporciones fenológicas de cada zona del área de estudio. Los datos obtenidos muestran que aquellos rametos de las zonas arenosas (zonas generalmente en la base de las colinas y de poca pendiente) llegan después a la fructificación que aquellos que se encuentran en las zonas rocosas (generalmente en la cumbre de las lomas y de pendiente fuerte). Estas diferencias en el patrón fenológico nos indican que esta población presenta asincronía demográfica, característica encontrada en otras poblaciones del mismo género, como en *Tillandsia recurvata*, relacionado a la variabilidad de las condiciones abióticas a las que se ve expuesta (Valverde & Bernal, 2010). Así como estos parámetros abióticos, la acumulación de arena es también un fenómeno importante que, combinado a los factores anteriormente mencionados, determina el establecimiento de individuos, la obtención de calcio y el crecimiento del tillandsial (La Torre *et al.*, 2011), por lo que es un parámetro que debe ser estudiado para comprender mejor la dinámica de estas poblaciones y las razones de la heterogeneidad en la abundancia de la población en esta localidad.

Los tillandsiales son ecosistemas que se encuentran afectados en nuestra costa principalmente por contaminación con basura, su uso para deportes de aventura y la construcción de carreteras, tal y como se ha observado en el área de estudio. Problemas similares han sido también reportado para algunas localidades de Chile donde se indica de el grave peligro que corren estos ecosistemas debido por ejemplo al uso excesivo para deportes de aventura (Pinto *et al.*, 2006). Estos ecosistemas son también afectados por una tendencia de disminución de la

cantidad de neblina en algunas regiones de la costa Peruano-Chilena, cambio climático que afecta no solo a los tillandsiales sino también a otras formaciones dependientes de la neblina como las lomas (Schulz *et al.*, 2011), efecto que al mismo tiempo convierte a estas poblacionales en indicadores de los cambios climáticos de esta región geográfica (Rundel *et al.*, 1997). Un servicio ecosistémico que brindan los tillandsiales, muy importante a considerar, es el servicio de captación de agua de neblina, componente vital en ambientes desérticos (entre 2.5 y 3.7 l/m²/día tillandsiales con *Tillandsia landbeckii* de Perú y Chile) (Westbeld *et al.*, 2009; Cereceda *et al.*, 1999) por lo que es de vital importancia conocerlos y conservarlos. Los resultados obtenidos en el presente estudio nos muestran la complejidad de estas formaciones vegetales y de estas especies de plantas muy bien adaptadas a las condiciones desérticas de nuestra costa.

Agradecimientos.

Quedamos profundamente agradecidos a Mery Valencia, Isabelle Puerta, Andrés Acuache, Daniel Cáceres, Keysi Flores y a Cristina Collazos por su valioso apoyo durante el procesamiento y la toma de datos de campo. Agradecemos las valiosas sugerencias al manuscrito brindadas por el comité editor de la presente revista. Asimismo, agradecemos a la Dra. Joyce Del Pino por las facilidades logísticas prestadas para el presente estudio y a Cesar Pachterres por sus comentarios al manuscrito.

Literatura citada.

Benzing D. 2000. Bromeliaceae: profile of an adaptive radiation. Cambridge University Press, Reino Unido.

Borthagaray A., Fuentes M. & Marquet P. 2010. Vegetation pattern formation in a fog-dependent ecosystem. *Journal of Theoretical Biology* 265: 18–26.

Cereceda P., Larrain H., Lázaro P., Osses P., Schemenauer R.S. & Fuentes L. 1999. Campos de tillandsias y niebla en el desierto de Tarapacá. *Revista Geográfica del Norte Grande* 26: 3–13.

Crowley P.H. 1992. Resampling Methods for Computation-Intensive Data Analysis in Ecology and Evolution. *Annual Review of Ecology and Systematics* 23: 405–447.

Galán de Mera A., Hagen M.A. & Vicente Orellana J.A. 1999. Aerophyte, a new life form in Raunkiaer's classification? *Journal of Vegetation Science* 10: 65–68.

Hesse R. 2012. Spatial distribution of and topographic controls on *Tillandsia* fog vegetation in coastal southern Peru: Remote sensing and modelling. *Journal of Arid Environments* 78: 33–40.

Latorre C., González A.L., Quade J., Fariña J.M., Pinto R. & Marquet P.A. 2011. Establishment and formation of fog-dependent *Tillandsia landbeckii* dunes in the Atacama Desert: Evidence from radiocarbon and stable isotopes. *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences* 116: n/a–n/a.

León B., Young K. & Cano A. 1997. Fitogeografía y conservación de la Costa central del Perú. *Estudios Sobre Diversidad y Ecología de Plantas. Memorias del II Congreso Ecuatoriano de Botánica. PUCE, Quito, Octubre 1997.* : 129–141.

León B. & Sagástegui A. 2008. General overview of *Tillandsia* subgenus *Tillandsia* in Peru: the three-pinnate species and the case of two endemic species. *Revista peruana de biología* 15: 25–30.

Mostacero B. & Frederickstein T. 2000. Manual de Métodos Básicos de muestreo y análisis en Ecología Vegetal. Proyecto de Manejo Forestal Sostenible (BOLFOR). Editora El País, Bolivia. 87 pp.

Novalés Cinca A. 1996. Estadística y econometría. McGraw-Hill, Interamericana de España.

Oka S. & Ogawa H. 1984. The distribution of lomas vegetation and its climatic environments along the Pacific Coast of Peru. *Geographical reports of Tokyo Metropolitan University* 19: 113 – 125.

Oliver M.A. & R. Webster. 1990. Kriging: a method of interpolation for geographical information systems. *Int. J. Geogr. Inf. Syst.* 4: 313–332.

Pinto R. 2005. *Tillandsia* del Norte de Chile y del Extremo Sur del Perú. *Gas Atacama, Chile.* 135 pp.

Pinto R., Barria I. & Marquet P.A. 2006. Geographical distribution of *Tillandsia* lomas in the Atacama Desert, northern Chile. *Journal of arid environments* 65: 543–552.

Rundel P. & Dillon M.O. 1998. Ecological patterns in the Bromeliaceae of the lomas formations of Coastal Chile and Peru. *Pl. Syst. Evol.* 212: 261.

Rundel P., Palma B., Dillon M.O., Rasoul M., Nilsen E. & Boonpragob K. 1997. *Tillandsia landbeckii* in the coastal Atacama Desert of northern Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 70: 341–349.

Schulz N., Aceituno P. & Richter M. 2011. Phytogeographic divisions, climate change and plant dieback along the coastal desert of northern Chile. *Erdkunde*: 169–187.

Trinidad H., Huamán-Melo E., Delgado A. & Cano A. 2012. Flora vascular de las lomas de Villa María y Amancaes, Lima, Perú. *Revista Peruana de Biología* 19: 149 – 158.

Türkowski J. & Lopez-Ocaña C. 1983. Estudio ecológico del Tillandsial de Cajamarquilla, Lima. *Zonas áridas N°3 Enero-Diciembre*: 5–24.

Valverde T. & Bernal R. 2010. ¿Hay asincronía demográfica entre las poblaciones de *Tillandsia recurvata*? Evidencias de su funcionamiento metapoblacional. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 86: 23–36.

Westbeld A., Klemm O., Griebbaum F., Sträter E., Larrain H., Osses P. & Cereceda P. 2009. Fog deposition to a *Tillandsia* carpet in the Atacama Desert. *Annales Geophysicae* 27: 3571–3576.

ANEXOS

Figuras y tablas citadas en el texto

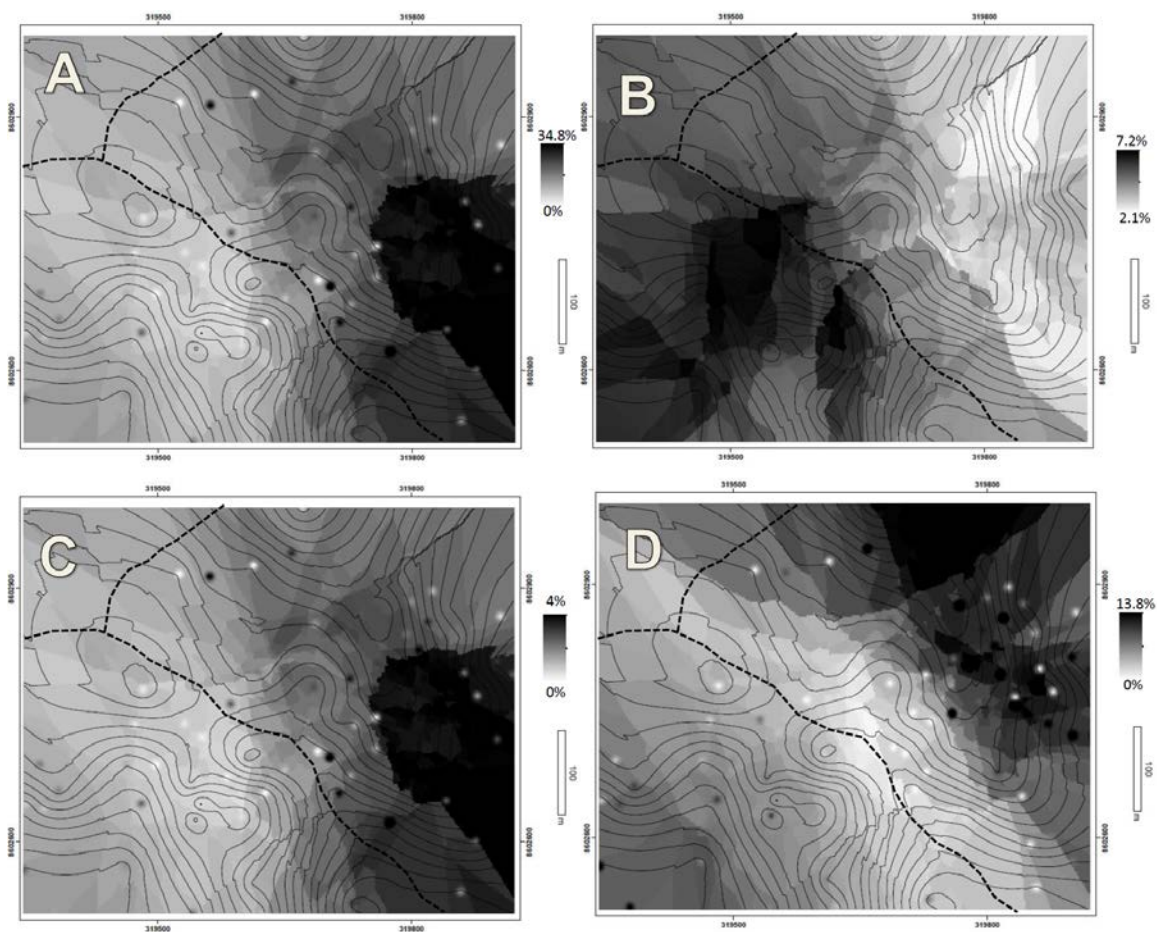


Figura 5. Distribución espacial de los individuos en inflorescencia (A), en floración (B) en fructificación (C) y pasada la fructificación (D). Mapas construidos utilizando los porcentajes de los individuos en los diferentes estadios. La línea punteada divide las zonas 1 y 2, mayor detalle en figura 2.

DENSIDAD Y DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE *Tillandsia latifolia*

Enero – Agosto 2013

Tabla 1. Densidad y cobertura de *T. latifolia* en el Cerro Campana.

		COVT	GEN	RAM	PRO
ZON	Z1	6.68+/-5.04(0-20.10)	35.85+/-27.79(0-112)	127.57+/-106.99(0-421)	3.56+/-1.43(1.14-9.00)
	Z2	14.75+/-9.89(0-33.15)	104.35+/-46.29(23-188)	425.15+/-289.23(74-1396)	3.98+/-1.94(1.95-12.03)
	P	***	***	***	-
ORIE	SO	11.88+/-9.06(0.00-33.15) ^a	74.82+/-53.59(6-188) ^a	302.79+/-276.31(8-1396) ^a	3.85+/-1.77(1.14-12.03) ^a
	NE	6.47+/-4.79(0.00-16.80) ^b	38.52+/-29.08(0-104) ^b	138.48+/-108.00(0-363) ^b	3.76+/-1.41(1.71-9) ^a
	NO	3.87+/-2.07(2.00-6.95) ^b	36.8+/-17.79(20-65) ^{a,b}	82.80+/-37.98(42-144) ^b	2.28+/-0.26(2.10-2.75) ^b
	P	**	**	**	**
TYP	Q	11.75+/-9.51(1.90-33.15)	69.51+/-42.91(3-184)	300.17+/-284.44(16-1396)	3.97+/-1.78(1.57-12.03)
	L	7.57+/-5.96(0.00-26.8)	52.14+/-52.23(0-188)	173.41+/-169.79(0-582)	3.46+/-1.47(1.14-9.00)
	P	**	**	-	-
NIV	B	9.94+/-8.75(1.75-9-90)	64.91+/-56.42(7-188)	268.30+/-317.22(8-1396)	3.70+/-2.11(1.14-12.03)
	M	9.64+/-8.04(0.00-33.15)	64.88+/-47.16(3-184)	245.20+/-244.53(27-880)	3.76+/-1.51(1.95-9.00)
	C	9.23+/-7.88(0.00-27.75)	51.96+/-41.80(0-142)	192.54+/-159.14(0-575)	3.68+/-1.25(1.71-6.77)
	P	-	-	-	-
ROC	N0	19.09+/-9.40(4.90-29.90) ^a	136.50+/-43.93(67-188) ^a	609.10+/-334.16(230-1396) ^a	4.63+/-2.73(2.66-12.03)
	N1	8.24+/-7.19(0.00-27.75) ^b	50.00+/-42.74(0-142) ^b	177.63+/-159.74(0-575) ^b	3.47+/-1.13(1.57-6.77)
	N2	6.64+/-5.05(0.00-17.90) ^b	42.75+/-28.28(3-7) ^b	141.00+/-94.54(8-322) ^b	3.59+/-1.75(1.14-9.00)
	N3	10.01+/-8.32(3-33.15) ^b	53.50+/-34.09(14-116) ^b	223.50+/-210.27(49-720) ^b	3.75+/-1.23(2.00-6.21)
	P	***	***	***	-

Se muestra el Promedio+/-Desviación estándar (Máximo – Mínimo). COVT= %Cobertura; GEN= Genetos/parcela; RAM= Rametos/parcela; PRO=Proporción Rametos/geneto por parcela; ZON=Zona, Z1=Zona 1, Z2=Zona2; ORIE= Orientación, SO= Suroeste, NE=Noreste, NO=Noreste; TYP= Tipo de parcela, Q=Quebrada, L=Ladera; NIV= Nivel de la loma, B=Base, M=Medio, C=Cumbre; ROC= Porcentaje de rocas, N0=100% arena, N1= arena y arcilla con 1 - 15% de roca, N2=arena y arcilla con 15 - 35% de roca, y N3=arena y arcilla con 35-75% de rocas. p=Valor p para el test de Mann-Whitney (en las variables con dos grupos) o de Kruskal Wallis (en las variables con más de dos grupos), -p>0.05, **=p<0.05, ***=p<0.01. Las letras representan los grupos formados por la evaluación de pares de Mann-Whitney con p<0.05.

Tabla 2. Porcentajes de individuos de los diferentes estadios de *T. latifolia* en el Cerro Campana.

		INF	FLO	FRUT	PAS
ZON	Z1	2.28+/-2.67(0-12)	3.8+/-3.82(0-19)	8.53+/-6.19(0-38)	3.24+/-3.92(0-15)
	Z2	1.84+/-1.37(0-4)	5.88+/-3.07(1-13)	3.88+/-2.43(0-9)	2.50+/-1.70(0-7)
	p	***	**	***	***
ORIE	SO	2.45+/-2.51(0-12)	4.59+/-3.44(0-13)	6.09+/-5.93(0-38)	3.43+/-3.09(0-13) ^a
	NE	1.45+/-1.87(0-6)	4.95+/-4.38(0-19)	8.04+/-5.29(0-18)	2.45+/-3.81(0-15) ^b
	NO	2.20+/-1.09(1-4)	2.60+/-1.94(0-5)	8.00+/-2.64(5-12)	1.20+/-1.64(0-3) ^{a,b}
TYP	p	-	-	-	***
	L	2.00+/-1.92(0-8)	4.48+/-4.15(0-19)	5.62+/-3.61(0-14)	1.94+/-2.41(0-11)
	Q	2.25+/-2.61(0-12)	4.63+/-3.22(0-13)	8.00+/-6.86(0-38)	3.97+/-3.73(0-15)
NIV	p	-	-	-	-
	B	2.21+/-2.15(0-8)	5.00+/-3.61(0-13)	8.21+/-7.59(0-38)	5.17+/-4.01(0-15) ^a
	M	2.12+/-2.85(0-12)	3.68+/-3.38(0-12)	5.60+/-3.69(0-14)	2.04+/-2.33(0-10) ^b
ROC	C	2.04+/-1.77(0-6)	5.08+/-4.03(0-19)	6.78+/-4.84(0-18)	1.78+/-2.23(0-8) ^b
	p	-	-	-	**
	N0	2.17+/-2.47(0-9)	4.72+/-4.05(0-19) ^a	7.34+/-4.47(0-17) ^a	2.86+/-3.57(0-15) ^a
ROC	N1	2.40+/-2.81(0-12)	4.25+/-3.25(0-12) ^{a,b}	8.5+/-7.69(1-38) ^a	3.55+/-3.53(0-13) ^{a,b}
	N2	1.66+/-1.37(0-4)	3.08+/-2.90(0-9) ^{a,b}	4.58+/-4.67(0-18) ^a	1.41+/-2.46(0-9) ^{a,c}
	N3	2.00+/-1.41(0-4)	6.50+/-3.80(1-13) ^b	4.70+/-3.30(0-10) ^{a,b}	4.00+/-2.40(0-8) ^b
ROC	p	-	***	**	**

Se muestra el Promedio+/-Desviación estándar (Máximo – Mínimo). INF= %de individuos en inflorescencia por parcela; FLO= %de individuos en floración por parcela; FRUT= %de individuos en fructificación por parcela; PAS= %de individuos que pasaron la fructificación por parcela; ZON=Zona, Z1=Zona 1, Z2=Zona2; ORIE= Orientación, SO= Suroeste, NE=Noreste, NO=Noreste; TYP= Tipo de parcela, L=Ladera; Q=Quebrada; NIV= Nivel de la loma, B=Base, M=Medio, C=Cumbre; ROC= Porcentaje de rocas, NO=100% arena, N1= arena y arcilla con 1 - 15% de roca, N2=arena y arcilla con 15 - 35% de roca, y N3=arena y arcilla con 35-75% de rocas. p=Valor p para el test de Kruskal wallis, - =p>0.05, **=p<0.05, ***=p<0.01. Las letras representan los grupos formados por la evaluación de pares de Mann-Whitney con p<0.05.

Tabla 3. Correlaciones entre las variables estudiadas con la pendiente (PEND) y la altitud (ALT).

		GEN	RAM	PRO	COVT	INF	FLO	FRUT	PAS
PEND	Pearson	-0.053	0.003	0.057	-0.009	-0.001	-0.027	-0.182	-0.297
	p	-	-	-	-	-	-	-	**
ALT	Pearson	-0.335	-0.289	-0.116	-0.172	-0.023	-0.077	0.130	-0.383
	p	***	**	-	-	-	-	-	***

Pearson= Índice de Correlación de Pearson; p=Valor p para el test de Pearson, - =p>0.05, **=p<0.05, ***=p<0.01. GEN= Genetos/parcela; RAM= Rametos/parcela; PRO=Proporción Rametos/geneto por parcela; COVT= %Covertura; INF= % de individuos en inflorescencia por parcela; FLO= % de individuos en floración por parcela; FRUT= % de individuos en fructificación por parcela; PAS= % de individuos que pasaron la fructificación por parcela.

¹ Museo de Historia Natural, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Avenida Arenales 1256, Jesús María - Lima. Apartado 14-0434, Lima 14, Perú. haponteu@yahoo.fr.

² Área de Ecología, Coordinación Cursos Básicos. Universidad Científica del Sur. Av. Antigua Carretera Panamericana Sur km 19 Villa El Salvador. - Lima 42, Perú.

³ Área de Ecología, Coordinación Cursos Básicos. Universidad Científica del Sur. Av. Antigua Carretera Panamericana Sur km 19 Villa El Salvador. - Lima 42, Perú. gunsnr8@hotmail.com.