

# Cobertura de líquenes arborícolas y su relación con la orientación cardinal en parques municipales de la Gran Área Metropolitana de Costa Rica

Víctor Hugo Méndez-Estrada<sup>1</sup> & Carlos A. Campos<sup>2</sup>

1. Vicerrectoría de Investigación, Laboratorio de Ecología Urbana, UNED, Costa Rica.
2. Laboratorio de Investigación e Innovación Tecnológica, Universidad Estatal a Distancia, Costa Rica.

Recibido 13-II-2015 • Corregido 16-VI-2015 • Aceptado 14-VII-2015

## **ABSTRACT: Tree trunk lichen cover and its relation with cardinal orientation in parks of the Greater Metropolitan Area of Costa Rica.**

The geographical position of Costa Rica at 11 ° north latitude produces varying temperatures and two seasons, wet and dry, that are clearly established. Tree trunk lichens are greatly affected by humidity and air pollution, factors that can differ according to cardinal orientation of the substrate. We studied eight trees in each of the ten municipal parks in three central provinces: Alajuela, Cartago and San José. With a template we measured lichen cover, regardless of species during the dry and rainy seasons. The highest cover was on the north side of trunks and in the rainy season.

**Key words:** Trade winds, temperature, precipitation, biomarkers, dry season and rainy season.

**RESUMEN:** La posición geográfica de Costa Rica a los 11 ° de latitud norte produce una alta variabilidad de temperaturas y dos estaciones bien marcadas, húmeda y seca. Los líquenes que se encuentran en el tronco de un árbol se ven muy afectados por la humedad y la contaminación del aire, estos factores que pueden variar de acuerdo con la orientación cardinal del sustrato. Nosotros estudiamos ocho árboles en cada uno de los diez parques municipales en tres provincias centrales: Alajuela, Cartago y San José. Con una plantilla que mide la cubierta de líquenes, independientemente de la especie durante las estaciones secas y lluviosas. La cubierta más alta fue en el lado norte de troncos durante la época de lluvias.

**Palabras clave:** vientos alisios, temperatura, precipitación, bioindicadores, épocas seca y lluviosa.

La diversidad de flora presente en los trópicos tiene relación con la posición geográfica y los factores climáticos (Holtz, 2003; Vargas, 2010; Rodríguez, 2011; Contreras & Méndez, 2014), especialmente con el viento, la precipitación y la temperatura (Talora & Morellato, 2000; Alvarado & Foroughbakhch, 2002; Aguirre & Chamba, 2010; Cifuentes et al., 2010; Contreras & Méndez, 2014), que de forma directa o indirecta afectan la fisiología de las plantas y otros seres vivos como los líquenes (Barreno & Pérez, 2003).

El territorio costarricense se ubica en el Hemisferio norte, entre los 84° de longitud y 11° de latitud, posición que le confiere un clima tropical (Muñoz et al., 2002) con temperaturas que varían poco a lo largo del año (Corrales, 2010) y precipitaciones relativamente estables donde se presentan meses secos producto de la acción de los vientos (Solano & Villalobos, 2001); también se presentan microclimas característicos en cada región.

Las condiciones climáticas de la Gran Área Metropolitana de Costa Rica (GAM) son determinadas

por los vientos Alisios del noreste y los del norte (Muñoz et al., 2002; Lizano, 2007; Cascante-Marín, 2012). Se tiene un promedio anual de 12 horas de luz y una temperatura promedio anual entre los 21°C y los 27°C, entre noviembre a diciembre se da la época más fría y de marzo a mayo la más caliente (Corrales, 2010). La precipitación mínima ronda entre los 1200mm y 800 mm por año y existen variaciones a nivel nacional que permiten establecer claramente dos regiones tropicales: la lluviosa, entre mayo a noviembre; la seca, con poca lluvia, va de diciembre a abril (IMN, 2008).

Las condiciones climáticas y microclimáticas crean ambientes donde se desarrollan los líquenes (Méndez & Fournier, 1980; Monge-Nájera et al., 2002; Hawksworth et al., 2005; Rubiano & Chaparro, 2006; Aptroot & Herk, 2007; Sáenz et al., 2007; Anderson et al., 2008; Lijteroff et al., 2009; Neurohr et al., 2011; Herrera & Peñafiel, 2013), que requieren de la luz directa del Sol o de la irradiada o refractada, de la humedad (Barreno & Pérez, 2003), del viento (Schipperges, 1992; Barreno & Pérez, 2003; Pinzón

& Linares, 2006) y de la temperatura (Pinzón & Linares, 2006). Mientras estén bien hidratados pueden soportar temperaturas extremas superiores al nivel óptimo o inferiores a él y, recuperan sus funciones vitales cuando las condiciones ambientales son las óptimas.

Dado que su distribución está condicionada por la posición geográfica y los factores climáticos, en el Hemisferio Norte, la mayor abundancia de líquenes se da en el lado norte de los troncos de los árboles, debido a que está menos soleado y conserva más humedad (Molina & Probanza 1992; Riquelme, 2008), con base en esa premisa cabe plantearse la siguiente interrogante: ¿Cuál punto cardinal (lado) del árbol y época es donde se presenta el mayor porcentaje de cobertura de líquenes en parques municipales del Gran Área Metropolitana de Costa Rica? Para darle respuesta decidimos analizar si el porcentaje de cobertura de líquenes varía durante la época seca y lluviosa y según el punto cardinal del árbol en diez parques municipales de la GAM.

## MÉTODOS

Se escogieron diez parques municipales de tres provincias del Gran Área Metropolitana de Costa Rica, en cada uno se eligieron ocho árboles: tres del lado norte, dos ubicados en el centro y tres del lado sur.

- Parques de San José: Sabanilla, Guadalupe, Plaza de la Cultura y la Merced.
- Parques de Cartago: Plaza Mayor (Las Ruinas), San Rafael de Oreamuno y al central de Tres Ríos
- Parques de Alajuela: Central, Palmares y Cementerio

El estudio se llevó a cabo en la época seca, fecha de muestreo: 3 de mayo de 2013, y en la lluviosa, fecha de muestreo: 10 de junio de 2014 (cuadro 1).

Se muestreó un total de 80 árboles de distintas especies con líquenes. En los cuatro puntos cardinales de

cada uno se midió el porcentaje de cobertura de líquenes, se recolectó un total de 640 datos de porcentaje de cobertura (320 para la época seca y 320 para la lluviosa).

El porcentaje de cobertura se midió en cada árbol a una altura de 150cm del suelo, se usó una plantilla transparente que contiene 100 puntos ubicados de manera aleatoria, cada punto representa el 1% (Monge-Nájera et al., 2002).

## RESULTADOS

En general, se verifica mayor cobertura de líquenes en la época lluviosa en relación con la época seca (K. W. = 12,79, gl = 1, p = 0,000) y de acuerdo con la orientación, el norte presenta un porcentaje de cobertura más alto de líquenes (K.W. = 9,73, gl = 3, p = 0,021). Por otra parte, en la época seca no se registran diferencias significativas entre los puntos cardinales, mientras que en la época lluviosa hay mayor cobertura en el oeste (K.W. = 2,145, gl = 3, p = 0,034) y en el sur (K.W. = 2,127, gl = 3, p = 0,033).

## DISCUSIÓN

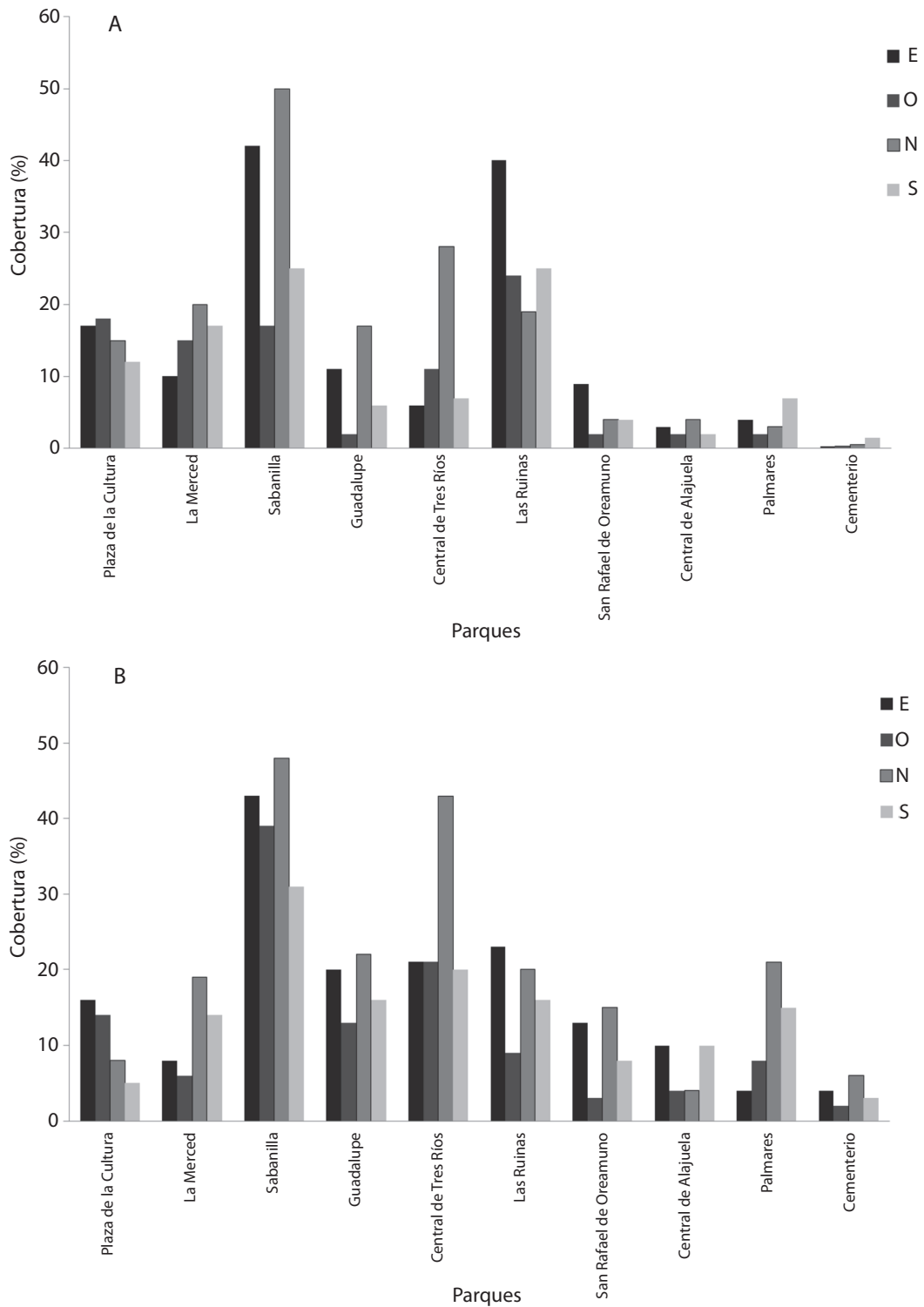
Los líquenes son muy sensibles a las concentraciones de los contaminantes que reducen su crecimiento y desarrollo (Mendoza, 2012; Root & McCune, 2012); por lo tanto, cuanto más contaminada este una zona, menor será el porcentaje de cobertura en los troncos de los árboles (Méndez & Fournier, 1980; Neurohr *et al.*, 2011); esto podría explicar nuestros resultados, donde son muy pocos árboles los que cuentan con coberturas de líquenes superiores al 40%.

También, la comunidad de los líquenes mantiene relación directa con el clima, la vegetación, la distribución general del sol (Root & McCune, 2012), la posición geográfica (Barreno & Pérez, 2003) y la humedad (Pérez & Watteijne, 2009; Vásquez, et al., 2006). En la estación húmeda se cuenta con las condiciones propicias para el desarrollo y multiplicación de los talos (Lijteroff et al.,

CUADRO 1  
Precipitación y temperatura presentadas en San José, Alajuela y Cartago

Provincia	Precipitación promedio (mm)		Temperatura máxima (°C)		Días lluvia	
	seca	lluviosa	seca	Lluviosa	seca	lluviosa
San José	52	144	26	24	9	21
Cartago	38	186	25	25	13	24
Alajuela	69	218	30	28	10	22

IMN, 2008.



**Fig. 1.** Porcentaje de cobertura de líquenes en 80 árboles de diez parques municipales de la Gran Área Metropolitana de Costa Rica, según punto cardinal a) época seca, b) época lluviosa.

2009) y al estar hidratados se vuelven más resistentes a cambios extremos de temperatura (Barreno & Pérez, 2003); por lo tanto, el porcentaje de cobertura de líquenes en troncos es mayor en la época lluviosa (Neurohr et al., 2011), similitud que comparten nuestros resultados.

Las condiciones climáticas óptimas permiten el desarrollo y crecimiento de los líquenes alrededor de todas las caras del árbol (Eguiguren & Ojeda, 2009); sin embargo, se dan diferencias en cuanto al porcentaje de cobertura presente en sus lados. En el Hemisferio Norte, el lado norte recibe menor insolación y hay mayor grado de humedad que favorece el crecimiento de los líquenes (Molina & Probanza 1992; Riquelme, 2008). En los forófitos de roble se encontraron diferencias entre la cobertura de los epífitos, siendo mayor en la orientación norte (Molina & Probanza 1992). En nuestro estudio quedó evidente que el lado norte es que presentó el mayor porcentaje de cobertura.

La existencia de microclimas es un factor que influye en la abundancia de líquenes, donde la iluminación, la humedad y la poca influencia del viento crean las condiciones propicias para su crecimiento y desarrollo (Molina & Probanza 1992). En un robledal de Somosierra (Madrid), la orientación norte es más húmeda y allí se encontró un porcentaje más alto de cobertura de líquenes (Molina & Probanza 1992); en San Luis y Juana Koslay (Argentina), fue el lado sur el que presentó mayor cobertura, debido a que presenta la menor exposición solar durante el día y recibe menos contaminación (Lijteroff et al. 2009); situación similar se dio en La Quebrada de la Plata, Maipú, Santiago de Chile, debido a que los líquenes foliosos prefieren lugares poco soleados, en este caso el lado sur del tronco; mientras que los fruticosos prefieren orientaciones más iluminadas como las noroeste (Riquelme, 2008). En Washington, Oregón y California, se determinó que las coberturas de líquenes no seguían una tendencia clara en el gradiente noreste-suroeste, debido a que no lograron encontrar una regresión que entregara un coeficiente de determinación aceptable (Jovan, 2008). En nuestro estudio fue en la época lluviosa y en los lados oeste y sur donde se presenta la mayor cobertura de líquenes, esas áreas son las que cuentan con menor influencia de la contaminación ambiental transportada por el viento (Neurohr et al., 2011).

Se concluye que los líquenes se distribuyen en los cuatro lados del tronco de los árboles y, las diferencias en cuanto al mayor porcentaje de cobertura en uno de sus lados son debidas a la posición geográfica y al clima de cada región. En los países del Hemisferio Norte, como es el caso de Costa Rica, se da un clima que posibilita el hábitat adecuado en humedad y temperatura para el

desarrollo de los líquenes, en donde, los árboles a una altura de 150cm del suelo cuentan con iluminación y humedad ambiental adecuadas y están más protegidos del viento; por lo tanto, la luz del Sol no da directamente en el tronco y así las cortezas de los árboles raramente se secan y es en el lado norte de los troncos donde más colonizan las poblaciones de líquenes.

## AGRADECIMIENTO

A Ligia Jeannette Bermúdez por sus recomendaciones estadísticas.

## REFERENCIAS

- Aguirre, C., & Chamba, C. (2010). *Patrones de comportamiento de 10 especies vegetales del páramo del Parque Nacional Podocarpus ante escenarios de cambio climático*. Tesis para optar al grado de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de Loja, Ecuador.
- Alvarado, M., & Foroughbakhch, R. (2002). *El cambio climático y la fenología en las plantas*. Universidad Autónoma de Nuevo León Monterrey, México.
- Anderson, E.R., Cherrington, E.A., Flores, A.I., Pérez, J.B., Carrillo R., & Sempris, E. (2008). *Potential impacts of climate change on biodiversity in Central América, México, and the Dominican Republic*. CATHALAC/USAID, Panamá, Panamá. 105 pp.
- Aptroot, A. & Herk, C. (2007). Further evidence of the effects of global warming on lichens particularly those with *Trentepohlia phycobionts*. *Environmental pollution* (146), 293 – 298.
- Barreno, E. & Pérez, S. (2003). Líquenes de la Reserva Natural Integral de Muniellos, Asturias. Ed. Consejería de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras del Principado de Asturias y KRK Ediciones. Oviedo. Serie Naturaleza, *Cuadernos de Medio Ambiente*, 5. 522.
- Cascante-Marín, A. (2012). Ubicación, relieve y clima de la zona de El Rodeo. San José, Costa Rica. *Brenesia*, 77, 15-22.
- Cifuentes, L., Moreno, F., & Arango, D. A. (2010). Fenología reproductiva y productividad de *Oenocarpus bataua* (Mart.) en bosques inundables del Chocó Biogeográfico, Colombia. *Biota Neotrop.*, 10(4), 101-110.
- Contreras, A & Méndez-Estrada, V.H. (2014). Fenología de la planta medicinal *Valeriana prionophylla* (Valerianaceae) en páramos de Costa Rica, Universidad Estatal a Distancia, San José, Costa Rica; *Cuadernos de Investigación*, 6(2): 223-231.
- Corrales, L. (2010). *Efectos del cambio climático para Centroamérica*. Cuarto informe Estado de la Región. San José, Costa Rica.

- Eguiguren, P. & Ojeda, T. (2009). *Línea base para el monitoreo a largo plazo del impacto del cambio climático, sobre la diversidad florística en una zona piloto del ecosistema páramo del Parque Nacional Podocarpus*. Tesis para optar al grado en Ingeniería Forestal. Universidad Nacional de Loja. Ecuador. 101 pp.
- Hawksworth, D., Iturriaga, T. & Crespo, A. (2005). Líquenes como bioindicadores inmediatos de contaminación y cambios medio-ambientales en los trópicos. Madrid. *Rev. Iberoam. Micol.*, 22, 71-82.
- Herrera, T.C. & Peñafiel, H.M. (2013). *Estudio comparativo de líquenes en el área urbana y sitios rurales de vegetación remanente de la ciudad de Ibarra-Imbabura, como indicadores de la calidad atmosférica*. Tesis de Ingeniero en Recursos Naturales Renovables. Ibarra, Ecuador, Universidad Técnica del Norte, Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales.
- Holtz, I. (2003). *Diversity and ecology bryophytes and macrolichens in primary and secondary montane Quercus forest, Cordillera de Talamanca, Costa Rica*. PhD. Thesis, University of Gotingen, Gotingen Alemania.
- IMN (Instituto Meteorológico Nacional). (2008). Cambio climático. Segunda Comunicación Nacional. *Clima, variabilidad y cambio climático en Costa Rica*. Instituto Meteorológico Nacional, Comité Regional de Recursos Hídricos. IMN-MINAE. San José, Costa Rica.
- Jovan, S. (2008). *Lichen bioindication of biodiversity, air quality, and climate: baseline results from monitoring in Washington, Oregon, and California*, Estados Unidos, United States Department of Agriculture – Forest Service.
- Lijteroff, R., Lima, L. & Prieri, B. (2009). Uso de líquenes como bioindicadores de contaminación atmosférica en la ciudad de San Luis, Argentina. *Rev Int Contam Ambient.* 25 (2), 111-120.
- Lizano, O. (2007). Climatología del viento y oleaje frente a las costas de Costa Rica. Escuela de Física, Universidad de Costa, San José, Costa Rica. *Ciencia y Tecnología*, 25 (1-2), 43-56.
- Méndez, O. I. & Fournier, L. A. (1980). Los líquenes como indicadores de la contaminación atmosférica en el área metropolitana de San José, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.*, 28 (1), 31-39.
- Mendoza, D. (2012). *Contribución de las costras biológicas en la función del ecosistema, su cobertura y distribución espacial en un gradiente de vegetación en el altiplano mexicano*. Seminario de Posgrado. 359-369
- Molina, J.R & Probanza, A. (1992). Pautas de distribución de biocenosis líquénicas epifíticas de un robledal de Somosierra (Madrid). Edit. Universidad Complutense. *Bot. Complutensis* 17, 65-78.
- Monge-Nájera, J., González, Ma.I., Rivas, M. & Méndez, V.H. (2002). Twenty years of lichen cover change in a tropical habit (Costa Rica) and its relation with air pollution. *Rev. Biol. Trop.*, 50(1), 309-319.
- Muñoz, A.C., Fernández, W., Gutiérrez, J. A & Zárate, E. (2002). Variación estacional del viento en Costa Rica y su relación con los regímenes de lluvia. *Top. Meteor. Oceanog.* 9 (1), 1-13.
- Neurohr, E., Monge-Nájera, J. & González, M.I. (2011). Air pollution in a tropical city: the relationship between wind direction, season and lichen bio-indicators in San José, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical* 59 (2), 899-905.
- Pérez, A. & Watteijne, B. (2009). Estructura de una comunidad de líquenes y morfología del género *Sticta* (Stictaceae) en un gradiente altitudinal. *Acta Biol. Colomb.* 14 (3), 159-172.
- Pinzón, M. & Linares, E. (2006). Diversidad de líquenes y briófitos en la región suxerofítica de la Herrera, Mosquera (Cundinamarca-Colombia). *Caldasia*, 28 (2), 243-257.
- Riquelme, F. S. (2008). *Evaluación del uso de líquenes como indicadores biológicos de contaminación atmosférica en la Quebrada de la Plata, región metropolitana*. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Forestales, Escuela de Ciencias Forestales, Departamento de Manejo de Recursos Forestales. Tesis para optar por el título de Ingeniero Forestal.
- Rodríguez, J.R. (2011). Flora y fauna de Costa Rica. San José, Costa Rica, EUNED.
- Root, H. & B. McCune. (2012). Surveying for biotic soil crust lichens of shrub steppe habitats in the Columbia Basin. *North American Fungi*, 7 (7), 1-21
- Rubiano, L. J. & Chaparro, M. (2006). Delimitación de áreas de isocontaminación atmosférica en el campus de la Universidad Nacional de Colombia mediante el análisis de bioindicadores (líquenes epifitos). Bogotá, Colombia. *Acta Biológica Colombiana*, 11 (2), 87-102.
- Sáenz, A., Flores, F., Madrigal, L. & Di Stefano, J.F. (2007). Estimación del grado de contaminación del aire por medio de la cobertura de líquenes sobre troncos de árboles en la ciudad de San José, Costa Rica. *Brenesia*, 68 (68), 29-35.
- Schipperges, B. (1992). Patterns of CO<sub>2</sub> gas-exchange and thallus water content in Arctic lichens along a ridge profile near Ny Alesund, Svalbard. *Polar Research*, 11(2), 47-68.
- Solano, J. & Villalobos, R. (2001). Aspectos fisiográficos aplicados a un bosquejo de regionalización geográfica climática de Costa Rica. *Tópicos Meteorológicos y Oceanográficos*, 8(1), 26-39.
- Talora, D., & Morellato, P.C. (2000). Fenología de especies arbóreas em floresta de planície litorânea do sudeste do Brasil. São Paulo. *Revta. Brasil. Bot.*, 23(1), 13-26.
- Vargas, G. 2010. *Plantae*. San José, Costa Rica, EUNED.
- Vásquez, M., J. Gracia, J. Vaswani, J.J. Santana, F.J. Santana & J.E. González. (2006). *Líquenes del género Xanthoria como indicadores biológicos en la bioacumulación de azufre en el sureste de Gran Nanaria-España*. Zaragoza, España. III Congreso de Ingeniería Civil, Territorio y Medio Ambiente.

