

El curioso caso de los hongos de Coto Brus y Osa, Costa Rica

Melissa Mardones^{1,2} y Carlos Rojas^{1,3}

¹ Herbario Luis Fournier Origgí, Centro de Investigación en Biodiversidad y Ecología Tropical, Universidad de Costa Rica, San Pedro de Montes de Oca, 11501-Costa Rica.

² Escuela de Biología, Universidad de Costa Rica, San Pedro de Montes de Oca, 11501-Costa Rica.

³ Instituto de Investigaciones en Ingeniería, Universidad de Costa Rica, San Pedro de Montes de Oca, 11501-Costa Rica.

E-mail: melissa.mardones@ucr.ac.cr

Received: 28 October 2024

Accepted for publication: 1 November 2024

Published: 5 November 2024

Editor: Nataly Gómez-Montoya

Resumen: Al iniciar un proceso de análisis de los registros de hongos en Costa Rica, nos sorprendimos de ver el alto porcentaje de recolectas en dos sitios al sur del país. En esta pequeña nota resumimos esos datos y los colocamos en el contexto de la investigación micológica, temporal y espacial, de las zonas aludidas. Este tipo de prácticas son relevantes para comprender que el conocimiento científico tiene un espíritu colectivo, colaborativo y desinteresado.

Palabras clave: colección biológica, historia científica, Neotrópico, Región Brunca.

Abstract: After initiating the analysis of records of Costa Rican fungi, we were surprised by the high number of collections in two locations in the south of the country. In this note, we summarize these data and contextualize the efforts in the framework of the mycological research, in both temporal and spatial dimensions, of those two areas. This practice is relevant to comprehend that scientific knowledge has a collective, collaborative and uninterested spirit.

Keywords: biological collection, Brunca Region, Neotropics, scientific history.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

Costa Rica es un país tropical centroamericano cuya división administrativa incluye el concepto de “cantones” como unidades equivalentes a los municipios de otros territorios. Actualmente existen 84 cantones en todo el país y de ellos, Coto Brus y Osa, pertenecen a la Región Brunca, en el sureste del país. A nivel nacional, ambos cantones se encuentran en la mitad baja del Índice de Desarrollo Humano y se caracterizan por ser zonas rurales con identidad indígena, cuya economía se basa en la producción agrícola y los servicios turísticos. Hoy en día, estos cantones están muy separados del desarrollo centralizado de Costa Rica, que toma lugar en la región central del país, a unos 360 km de ellos.

Para muchas personas de Costa Rica, Coto Brus y Osa, al igual que otros cantones como Corredores, Buenos Aires, Guatuso, Upala, Los Chiles, Matina y Guácimo, componen un grupo de

territorios a los que “nunca he ido” y quizás “nunca iré”. Son de esas zonas, que todos los países tienen, que parecieran “estar allá muy lejos”, generalmente cerca de las fronteras. Curiosamente, estas jurisdicciones son muy lejanas para los ciudadanos generales, pero no necesariamente para las personas o instituciones que se encargan de cualquier proceso de envergadura nacional. Así es que tanto Coto Brus como Osa han contado en su historia con importantes iniciativas de investigación biológica y esfuerzos nacionales de conservación forestal, por ejemplo.

De esta forma, sorprende, pero solo a medias, observar que el espécimen más antiguo de un hongo de estos territorios fuera registrado en el mes de abril de 1930. Este registro, localizado actualmente en el Herbario Nacional de Costa Rica, tiene el número personal de recolecta Brenes 825a y corresponde a un ascomicete liquenizado del género *Coccocarpia*. La recolecta fue efectuada por Alberto Manuel Brenes, quien ha sido llamado “el primer botánico costarricense” (Salazar 2020) y cuya faceta de micólogo es bastante desconocida, aún para los profesionales costarricenses en Biología.

– Primera nota entre paréntesis –

Alberto Manuel Brenes sorprendió a los micólogos europeos que documentaban el Neotrópico en aquellas épocas. En la nota biográfica de Hans Sydow escrita por Franz Petrak (Petrak 1948) resalta que el resultado de un viaje conjunto entre Brenes y Sydow en Costa Rica “fue una contribución extremadamente valiosa a los hongos exóticos” y que “el altísimo porcentaje de novedades puede considerarse como prueba de lo poco que se ha investigado sobre la flora fúngica de estas zonas y de lo incompleto que es todavía nuestro conocimiento al respecto”. Con estos antecedentes resulta incongruente no adjuntarle a Brenes, además de otros títulos, el de “primer micólogo de Costa Rica”, aún más cuando la admiración de Sydow derivó en la descripción del género *Brenesiella*, dentro de los Sordariomycetes.

–

El caso es que, si decimos que los cantones de Coto Brus y Osa no muestran actualmente el desarrollo de las zonas centrales de Costa Rica, ¿cómo habrá sido llegar a esas zonas en la primera parte del Siglo XX? Fácil, seguramente, no fue, y por ello el gran valor de aquellas personas naturalistas que, como Brenes, se pueden nombrar en todos los países al ser las que abrieron el camino inicial. En este sentido, ojalá que el trabajo de la generación presente de personas micólogas en la región sea valorado dentro de cien o más años. Ojalá, también, que el trabajo silencioso de las mujeres pioneras de la micología empiece a rugir en el contexto de la literatura científica regional.

Es precisamente esta valoración del trabajo previo lo que nos motivó, hace algún tiempo, a actualizar los sistemas de divulgación pública de la información micológica en Costa Rica y para ello comenzamos con la construcción de una base de datos de registros de hongos de este país. El trabajo ha tomado como punto de partida las dos colecciones más grandes a nivel nacional, el Herbario Nacional de Costa Rica (acrónimo CR) y el Herbario Luis Fournier Origgi de la Universidad de Costa Rica (USJ). Como complemento usamos la información de otros 39 fungarios, localizados fuera del país, en donde por

muchos años, como en el caso de las primeras colecciones de Brenes, se han depositado especímenes de la biodiversidad fúngica costarricense.

Cuando iniciamos el análisis de datos nos sorprendió ver que había 15741 registros de hongos, solamente de los cantones de Coto Brus y Osa. Es decir, solo de estos dos pequeños territorios del sur costarricense, con un área conjunta de 2875 km², provienen más especímenes de hongos que los que hay depositados en algunas colecciones biológicas de importancia. Este resultado, más allá de lo extraordinario, supuso una seria reflexión acerca del esfuerzo realizado y, de forma también relevante, acerca del desconocimiento natural de aquel dato, que claramente esconde, aún hoy, muchísima más información. Es decir, aquellas palabras de Petrak sobre “lo incompleto que es todavía nuestro conocimiento al respecto” siguen siendo muy válidas 76 años después, en el contexto costarricense de la micología, y en el contexto particular de los hongos de los cantones de Coto Brus y Osa.

Así, cuando empezamos a analizar la base de datos, empezamos a encontrar algunos de estos detalles inicialmente escondidos. Vimos que no se trabajó mucho en recolectar hongos de estos dos cantones después de las recolectas iniciales y que no fue sino hasta la década de 1980 cuando se empezó a ver una constancia en el estudio micológico de estas zonas (Fig. 1). El periodo entre los años 1998 y 2005 fue, sin embargo, el que destacó en este análisis al mostrar un promedio de 1700 registros de hongos por año, versus un promedio de 52 para el resto del periodo histórico. Con tal concentración del esfuerzo, en un periodo muy corto se logró un total de 13631 registros, o el 87% del total de observaciones encontradas en estos dos cantones.

Ante tal panorama y siempre viendo la misma figura, surgieron algunas preguntas lógicas: ¿Qué sucedió en este periodo de 1998 a 2005? ¿Por qué aumentó tan drásticamente el número de recolectas de hongos? Y quizás igual de importante: ¿Por qué su declive fue aún más rápido?

Lo que sucedió es muy sencillo de mencionar, algo más complicado de explicar y muy complejo en términos de impacto, presente y futuro, sobre el estudio de la biodiversidad costarricense. El fenómeno que sucedió se llamó Instituto Nacional de Biodiversidad, o sencillamente INBio en lenguaje coloquial.

– Segunda nota entre paréntesis –

El INBio fue una institución privada, creada en 1989, con el fin de estudiar los usos y aplicaciones potenciales de algunos grupos de la biodiversidad costarricense (Gámez et al. 2024), incluidos los hongos. Antes de la creación de esta institución, en Costa Rica había entre 50 y 80 mil especímenes depositados en colecciones científicas, que fueron recolectados en un periodo de más o menos 120 años. El INBio recolectó 3.6 millones de especímenes de biodiversidad costarricense en tan solo 26 años. Dentro de este esfuerzo, se recolectaron alrededor de 36 mil hongos y dos de las zonas clave de recolección fueron precisamente los cantones de Coto Brus y Osa, de ahí el alto número de registros de hongos de esas zonas. El INBio generó sentimientos encontrados en la comunidad científica y su papel intermediador entre el Estado costarricense y las multinacionales interesadas en la bioprospección fue públicamente criticado. La institución entró en quiebra y cerró sus operaciones científicas en el año 2015.

La colección de hongos del INBio fue depositada, tras el cierre de operaciones científicas de este instituto, en el Herbario Nacional de Costa Rica, que hoy en día cuenta con unos 55 mil registros de este grupo de organismos. Esto la convierte en la más grande del país. Para poner la situación en contexto, la colección de hongos de la Universidad de Costa Rica tiene unos 11 mil registros. Es claramente más pequeña que la anterior pero tampoco se podría decir que es una colección pequeña, para estándares latinoamericanos. La mayor diferencia entre ambas colecciones, sin embargo, está relacionada con el origen, concepción y trasfondo de los enfoques científicos asociados con cada institución.

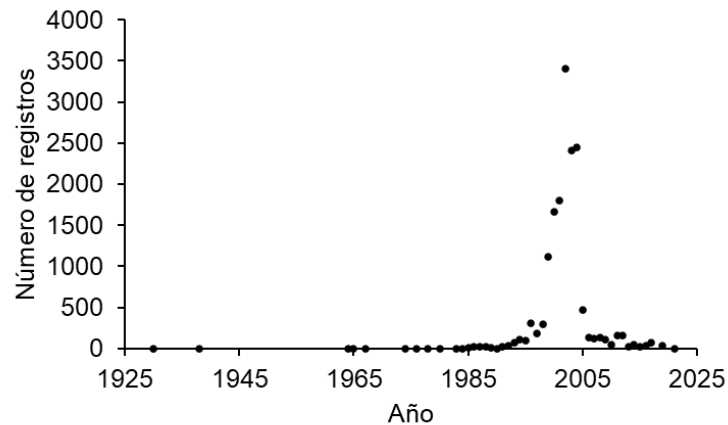


Figura 1. Visualización del número de recolectas de hongos en los cantones de Coto Brus y Osa desde 1930 hasta 2021, según bases de datos nacionales.

El Herbario Luis Fournier Origgí de la Universidad de Costa Rica, fundado en 1931 por el botánico y agrónomo José María Orozco, cuenta desde hace muchos años con una sección de su colección dedicada exclusivamente a los hongos. Al estar vinculado a una casa de enseñanza, su labor de conservación se ha integrado siempre al elemento educativo y así, por concepción, cuenta con una mayor dinámica de ingreso de especímenes realizados por estudiantes, o a través de actividades educativas. La identificación de especies es, en este caso, clave en el activo proceso de investigación que llevan a cabo las personas docentes/investigadoras de la universidad y se trabaja constantemente para que un alto porcentaje de las colecciones estén claramente identificadas al menor nivel taxonómico posible.

En contraste, el Herbario Nacional de Costa Rica se fundó en 1887 para estudiar la vegetación local y pasó a manos del Museo Nacional de Costa Rica en 1910, donde se encuentra hoy en día. La adscripción oficial de este herbario se da a través del Ministerio de Cultura, Juventud y Deportes, quien vela más por los aspectos museológicos, culturales y educativos de la institución. La colección general se consolidó, en su forma actual, tras el depósito de las colecciones biológicas provenientes del extinto INBio. En el caso de este herbario, el alto número de colecciones especializadas tiene que ser asumido por curadores que no necesariamente son especialistas en los grupos taxonómicos que las componen y, por tanto, los retos de identificación de especies son mayores.

De los 15741 registros de hongos para Coto Brus y Osa, 14693 (el 93.3%) están depositados en el Herbario Nacional, 1045 (el 6.6%) en el Herbario Luis Fournier Origgí y solamente tres están depositados en el extranjero. Lo particular de este caso es que el 100% de los especímenes depositados en el Herbario

Nacional, en contraste con un 45% de los especímenes depositados en el Herbario Luis Fournier Origgí, están identificados hasta el nivel genérico y no llegan al nivel específico. Es decir que el 54% de los registros fúngicos de Coto Brus y Osa están plenamente identificados en el herbario universitario mientras que un 0% tiene etiqueta de especie en el herbario gubernamental. Esto significa que hay más de 15 mil registros de hongos de Coto Brus y Osa esperando identificación, a pesar de que esos dos cantones concentran el 20% de las recolectas de hongos a nivel nacional.

A nivel taxonómico, para los dos cantones en cuestión, el Herbario Nacional tiene 222 familias de hongos representadas en 76 órdenes mientras que el Herbario Luis Fournier Origgí tiene 119 familias en 48 órdenes. En ambos casos, según el número de registros, los órdenes Agaricales y Polyporales son los mejores representados (Fig. 2). Treinta y ocho de esos órdenes, incluyendo Ostropales, Caliciales, Graphidales y Peltigerales, grupos de ascomicetes liquenizados, no están presentes en el Herbario Luis Fournier Origgí. De forma similar, los órdenes Septobasidiales, Atheliales y Ustilaginales, grupos corticoides y asociados a plantas, forman parte de los diez órdenes que no están representados en el Herbario Nacional.

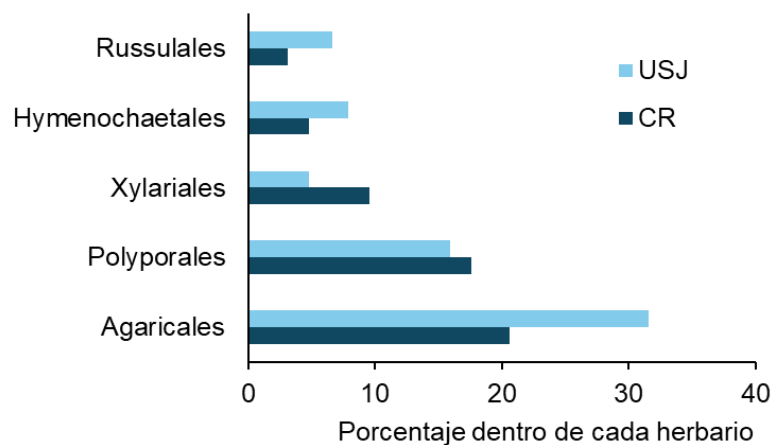


Figura 2. Distribución porcentual de los registros de hongos de cinco órdenes en las dos colecciones nacionales estudiadas.

La relación en el número de registros de CR a USJ para los cantones en cuestión es de 15.0 y si la recolecta por grupo taxonómico hubiese sido equivalente en ambas instituciones, se esperaría que para cada categoría la relación de esfuerzo fuera similar al valor referencial. Es decir que, si para un orden taxonómico en particular la relación entre el número de registros en el Herbario Nacional y el Herbario Luis Fournier Origgí es exactamente 15, se podría decir que la desviación absoluta con respecto a lo esperado es de 0. Así, según esta lógica, si estas desviaciones son mayores a 0, se visualizarían aquellos casos donde el Herbario Nacional tiene más registros, comparativamente hablando, que el Herbario Luis Fournier Origgí, y si el valor es menor a 0, se verían los casos contrarios. En el Cuadro 1 se pueden observar algunos de estos ejemplos.

Es muy obvio que existen algunas diferencias dependiendo de los grupos taxonómicos. La colección del Herbario Nacional claramente refleja un mayor esfuerzo recolectando líquenes y ascomicetes mientras que la colección del Herbario Luis Fournier Origgí refleja un mayor esfuerzo

recolectando basidiomicetes y patógenos de plantas. A la luz de la historia de ambas instituciones en las últimas décadas, cuando la mayor parte de estas recolectas se han hecho, ese resultado es altamente comprensible.

El Herbario Nacional, que recibió la colección fúngica del INBio, recibió con ella el trabajo de una serie de especialistas en líquenes (por ejemplo, Robert Lücking y Harrie Sipman) y ascomicetes (por ejemplo, Sabine Hundorf y Teresita Iturriaga) que colaboraron con la catalogación de la biodiversidad de Costa Rica a finales de los años 90 y principios del siglo presente. Por su parte, el Herbario Luis Fournier Origgi tuvo el gran aporte de especialistas en basidiomicetes como Luis Diego Gómez Pignataro durante las décadas de 1970-1990 y tuvo la guía durante las últimas décadas, de Julieta Carranza Velásquez, quien colaboró activamente con otros especialistas en basidiomicetes como Roy Halling y Greg Müller.

Cuadro 1. Lista de algunos órdenes taxonómicos de hongos y sus desviaciones con respecto a la relación de esfuerzo entre las colecciones nacionales.

Orden	Desviación absoluta	Herbario con más registros
Lecanorales	233.67	CR
Helotiales	105.00	CR
Xylariales	12.82	CR
Geastrales	7.33	CR
Pezizales	4.44	CR
Polyporales	0.47	Ninguno
Agaricales	-5.84	USJ
Hymenochaetales	-6.34	USJ
Russulales	-8.25	USJ
Boletales	-10.25	USJ
Trechisporales	-13.81	USJ
Diaporthales	-14.00	USJ

– Tercera nota entre paréntesis –

Luis Diego Gómez Pignataro fue quizás el último gran naturalista costarricense. Este científico fue botánico, etnólogo, paleontólogo, geólogo y por supuesto micólogo (¡publicó 41 artículos sobre hongos!). En su vida dirigió tanto el Museo Nacional de Costa Rica como la Organización para Estudios Tropicales y fue miembro fundador de la Academia Nacional de Ciencias de Costa Rica. Con su visión de divulgación de la ciencia, llegó a fundar, en el año 1972 una revista de historia natural llamada *Brenesia* (¿a quién se la habrá dedicado?). El impacto de Gómez Pignataro se siente todavía en la ejecución de la ciencia nacional (¡la carta de recomendación que llevó al segundo autor de este artículo a ser aceptado en su programa de doctorado en el extranjero fue escrita por él!). Como bien lo menciona el profesor Carlos O. Morales, de la Universidad de Costa Rica (Morales 2010), Gómez Pignataro hizo mucho con muy poco y en su carrera recolectó, solo él, 26 mil especímenes de plantas. Su espíritu crítico quedó plasmado en una dedicatoria de uno de sus trabajos “a los burócratas de mi país, sin cuyos buenos oficios habría hecho más y, tal vez, mejor”.

El caso de los hongos de Coto Brus y Osa refleja claramente el aporte colaborativo, no competitivo, entre dos instituciones costarricenses de investigación. Sin ello, no se podría hablar de los 734 géneros de hongos en 240 familias y 86 órdenes que existen solamente en esos dos territorios costarricenses. Es cierto que hace falta muchísimo trabajo para poder identificar todo lo que se recolectó. Pero también es maravilloso ver, como las personas que han colaborado en el desarrollo de la micología costarricense, lo han hecho con un espíritu de progreso científico que vuela más alto que los obstáculos impuestos por aquella burocracia vacía de la que habló Gómez Pignataro. Los dos autores de esta nota, afiliados actualmente al Herbario Luis Fournier Origgi, han colaborado, se han hospedado y han compartido múltiples experiencias con muchos de los nombres mencionados en esta nota (Fig. 3), las cuales por supuesto incluyen a las personas colegas del Herbario Nacional de Costa Rica.

Es interesante, por ello, rescatar del análisis de los hongos de Coto Brus y Osa un pequeño pero valioso dato. Según el Cuadro 1, en el caso del Orden Polyporales, no existió ninguna desviación entre colecciones con respecto al valor de referencia. Es decir, el esfuerzo de trabajo en ambas instituciones es equivalente dados los flujos de recolecta en ambos casos. En Costa Rica, este grupo de hongos degradadores de madera ha sido principalmente estudiado por Julieta Carranza Velásquez y Armando Ruiz-Boyer. La primera fue curadora del Herbario Luis Fournier Origgi y el segundo, además de haber sido estudiante de la primera, ha trabajado como curador del Museo Nacional de Costa Rica por muchos años. Los datos numéricos acá mostrados y la experiencia de haber visto a estos dos especialistas trabajar en esos catálogos señalan que el trabajo colaborativo ha sido clave para el legado de ambos. Este legado colaborativo entre exmaestra y exalumno quedó plasmado en la creación del libro “Guía de los macrohongos más comunes del Parque Nacional Corcovado: Estación La Leona” (Carranza Velásquez et al. 2017), del cual ambos son coautores. Este libro representa una de las pocas guías de hongos, completamente gratuitas, hechas para una zona geográfica puntual de Costa Rica, que coincidentemente, está localizada en el cantón de Osa.



Figura 3. El espíritu de la ciencia carece de edad y de fronteras de todo tipo. En esta imagen, de noviembre del 2008, se observan, de izquierda a derecha, las versiones más jóvenes de: Melissa Mardones y Carlos Rojas (los dos coautores de esta nota) junto con Armando Ruiz-Boyer y Julieta Carranza Velásquez, en el balcón de un apartamento de Buenos Aires, Argentina, tras haber asistido al VI Congreso Latinoamericano de Micología en ese país. Este grupo fue el responsable por proponer a Costa Rica como sede para el siguiente congreso regional, marcando un acto que impactó la micología costarricense en el año 2011.

De los datos obtenidos de Coto Brus y Osa se puede ver algo más. Cuando organizamos todas las recolectas por día del año, pudimos ver que la distribución no mostró un patrón muy claro (Fig. 4A), pero al omitir los valores extremos (Fig. 4B) la visualización se hizo más perceptible. El gráfico dio la impresión de mostrar que hay más hongos en la segunda parte del año, asociada con la época lluviosa en Costa Rica. Al hacer un pequeño análisis estadístico, nos dimos cuenta que la mediana del número de registros en la época seca fue de 29, lo que contrastó con los valores de 41 y 56 para las épocas transicional y lluviosa. Es decir, la evidencia indica que efectivamente hay más hongos en la época lluviosa en Coto Brus y Osa (de hecho el resultado de una prueba de Kruskal Wallis en este caso fue de $H=49.8$, $P=5.9 \times 10^{-11}$, con una prueba posterior de Dunn indicando que las diferencias estaban en la época seca). Esta observación parece algo obvia, pero en muchos trabajos científicos ha sido difícil demostrar que la precipitación en zonas tropicales tiene influencia sobre la presencia/ausencia de hongos. De ahí la importancia de tener una base de datos tan fuertemente consolidada.

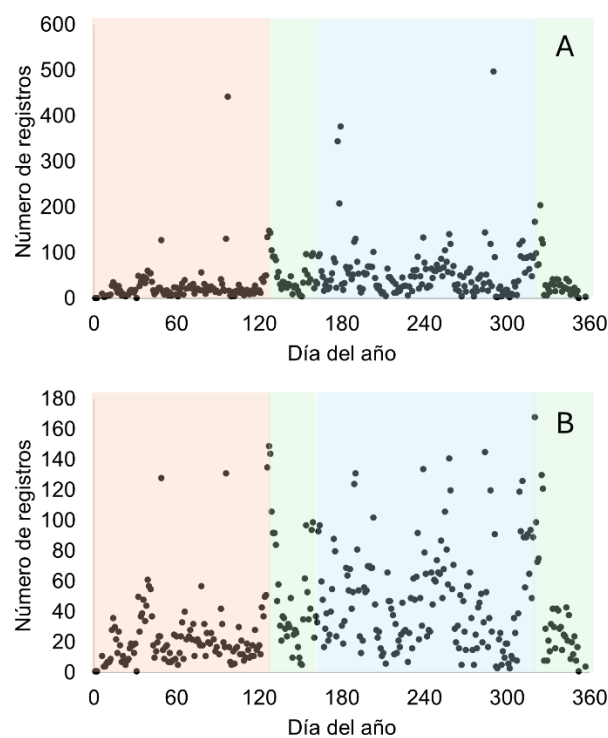


Figura 4. Distribución temporal, en el transcurso de un año calendario, de los registros de hongos de Coto Brus y Osa. A) Con algunos datos extremos y B) Sin esos datos extremos. En ambos casos, el tono azul denota la época lluviosa, el tono naranja muestra la época seca y el verde indica las épocas transicionales.

Sin embargo, un resultado potencialmente valioso, y que valdría la pena estudiar a fondo va más allá de ese patrón estacional. Resulta que cuando analizamos las correlaciones entre el número de registros y ya sea la temperatura promedio o la precipitación acumulada, nos dimos cuenta que la primera es muy baja (Rho de Spearman=-0.2) y la segunda es de intensidad intermedia (Rho de Spearman=0.6). Pero cuando hacemos una correlación múltiple usando la temperatura y los valores de un índice de intensidad del fenómeno de El Niño/La Niña, el modelo integrado nos dio valores altos (por ejemplo una R de Pearson=0.81, con un R ajustado de 0.6) que podrían indicar el efecto secundario de este fenómeno sobre

los hongos de las zonas estudiadas. ¿Será que el fenómeno de El Niño/La Niña tiene el poder de afectar los hongos? No sería extraño, pero tal observación merece un buen estudio a futuro, ciertamente, porque los datos acá analizados no fueron registrados pensando en tal evaluación. Sin embargo, acá mostramos, de nuevo, lo importante que es contar con datos base para cualquier análisis pensado con miras a la toma de decisiones. En términos de conservación micológica es muy valioso comprender el efecto del clima y de fenómenos climáticos de orden regional sobre las respuestas que manifiestan los hongos en condiciones naturales.

Pero volteando la página y a modo de cierre. Acá hemos visto que la historia del estudio de los hongos de Coto Brus y Osa tiene muchos apellidos. Como hemos observado, ha iniciado con Brenes y llega a Carranza Velásquez y Ruiz-Boyer. Hemos hablado de Gómez Pignataro y de los extranjeros que colaboraron con el INBio, pero no hemos mencionado a Eida Fletes y a Enia Navarro, las dos personas con el mayor número de recolectas de hongos en Coto Brus y Osa. Estas dos mujeres recolectaron 10421 especímenes en esa zona bajo la guía de Milagro Mata, la excusadora de hongos del INBio. Para aquellos de nosotros que hemos recolectado muestras biológicas, llegar tan siquiera a recolectar 5 mil especímenes ya es un logro de una carrera de investigación. De esta forma, los apellidos Fletes y Navarro también deberán ser parte de esa historia de investigación micológica del sur de Costa Rica.

En este punto, ¿qué es lo que sigue en este largo trabajo llevado a cabo en Coto Brus y Osa? Cuando nosotros, las dos personas coautoras de esta nota, vemos el presente, no podemos obviar lo evidente. Nosotros somos parte del presente de la micología costarricense al ser dos personas académicas abanderadas para mover procesos de investigación micológica. De alguna forma, en nuestras manos, está parte de ese futuro micológico nacional.

En Costa Rica ya no existe en INBio y ya no se puede contar con los esfuerzos de muestreo observados hace dos décadas. En general, ya no hay dinero para esa exploración biológica que nos inundó, globalmente, en la década de 1990. En todo caso, las colecciones de hongos de Costa Rica, como hemos visto, están llenas de especímenes no identificados a nivel de especie y todavía nos falta bastante, en términos de estudio ecológico, para comprender lo que el lenguaje natural de los hongos nos puede decir del clima global y su influencia sobre la vida planetaria.

El panorama es estimulante pero es abrumador. Falta mucho por hacer y pareciera que no somos muchos para hacerlo. Habrá que volver a volar alto, arriba de lo gubernamental y lo político, como siempre ha sido en el mundo de la ciencia. Ya veremos que podremos hacer por la micología nacional e incluso regional. Por ahora hay que seguir trabajando, no sin antes, disfrutar de unas vacaciones en las bellas tierras de Coto Brus y Osa...

Referencias

Carranza Velazquez J, Marín Mendez W, Ruiz-Boyer A, DiStefano JF. 2017. Guía de los macrohongos más comunes del Parque Nacional Corcovado: Estación La Leona. San José, Costa Rica: Editorial UCR. 102 p.

Gómez R, Obando V, Zamora N. 2024. El INBio: su labor innovadora en el conocimiento y el uso sostenible de la biodiversidad en Costa Rica. *Trop J Environ Sci.* 58(2): 1-38.

Morales CO. 2010. Aportes científicos de un botánico universal:Luis Diego Gómez Pignataro (1944-2009). Brenesia 73-74: 1-14.

Petrak H. 1948. Hans Sydow 1879-1946. Sydowia 2(1-6): 1-25.

Salazar H. 2020. Alberto Manuel Brenes: El primer botánico costarricense. Trop J Environ Sci. 54(1): 190-199.