

BIOGEOGRAFIA MICROBIANA: UNA PRIORIDAD EN LA
INVESTIGACION DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA

Pedro. O. Ruiz¹

¹ Ph. D. Investigador. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Unidad de Postgrado. Facultad de Ciencias Sociales. Maestría en Geografía. Lima Perú. E-mail: ruiz.p@pucp.edu.pe

RESUMEN

El presente artículo tiene como finalidad resaltar la falta de conocimiento en cuanto a la diversidad microbiana, bajo la consideración de que es fundamental el rol que juegan los microorganismos en favor de la humanidad a través de numerosos procesos que benefician al hombre, plantas y animales. En los estudios sobre biodiversidad, los trabajos se han enfocado tradicionalmente hacia la flora y fauna haciendo caso omiso a las poblaciones microbianas; y, considerado el Perú un país megadiverso, no se hacen referencias, sin embargo, al componente microbiano cuya diversidad debe situarse en la misma proporción. Los estudios, asimismo, se enfocan en los efectos de los microorganismos sobre el hombre, plantas y animales (patógenos). Se sabe muy poco o nada en cuanto a los efectos de la intervención antrópica sobre estos a través de los variados sistemas de explotación del suelo. La diversidad microbiana en un centímetro cúbico de suelo amazónico o en un gramo de lodo de un humedal costero constituye todavía un misterio. Estudios pioneros en la amazonía peruana señalan la variabilidad en la ocurrencia de bacterias fijadoras de nitrógeno y de hongos formadores de micorrizas, así como los efectos del manejo de suelos sobre estos microorganismos. El conocimiento de las poblaciones microbianas y su funcionamiento puede contribuir grandemente a resolver problemas ambientales en diferentes ámbitos geográficos en el país. La biogeografía microbiana se presenta como una prioridad en la investigación de la diversidad biológica. En este artículo, se presentan algunas recomendaciones y pautas para el desarrollo de la referida investigación.

Palabras clave: bacterias fijadoras, diversidad microbiana, manejo de suelos, microorganismos

ABSTRACT

Microbial biogeography: a research priority on biological diversity

The purpose of the present paper is to highlight the lack of knowledge on microbial diversity considering the fundamental role microorganisms render to humankind through the various processes they intervene for the benefit of humans, plants and animals. In studies on biodiversity, work traditionally was centralized to flora and fauna, neglecting the microbial component. Peru is considered a country of megadiversity in biological terms, however, there are no references to the microbial resource whose diversity should exist in the same proportion. Additionally, studies are focused on the effects of microorganisms on humans, plants and animals (patogens). Very little or nothing is known on the effects of human intervention to microbes through the various systems of soil use. Microbial diversity in a cubic centimeter from an amazon soil or one gram of mud from a coastal marsh is still a mystery. Pioneer studies conducted in the peruvian amazon showed the variable occurrence of nitrogen fixing bacteria and mycorrhizal fungi and the effects of soil management on these microorganisms. The knowledge of microbial populations and their functioning can greatly contribute to solve environmental problems in different geographical landscapes in the country. Microbial biogeography is presented in this paper as a priority in research on biological diversity. Some recommendations and guidelines are proposed to this respect.

Keywords: microbial diversity, microorganisms, soil management, tixing bacheria

INTRODUCCIÓN

El territorio peruano ocupa menos del 1% de la superficie terrestre y constituye un espacio pequeño donde encontramos una particular y compleja combinación de climas, relieves, suelos, subsuelos, aguas superficiales y subterráneas, mar, flora y fauna que, incluyendo al hombre, dan lugar a una formidable variedad de espacios y asociaciones naturales. De los 103 ecosistemas de vidas del mundo, el Perú posee 84. Estas características dan origen a un país de megadiversidad, con 19% de las aves del mundo (1710 especies), 9% de los mamíferos (460 especies), 9% de los anfibios (332 especies) y 360 especies de reptiles y 900 especies de peces entre marinos y de aguas dulces, sin contar con miles de especies de insectos, moluscos y una impresionante diversidad de flora, aproximadamente 25000 especies. Tradicionalmente, la flora y fauna han constituido el eje del conocimiento de los recursos biológicos del país. Esto lo podemos notar por las muchas expediciones a lo largo de las regiones del país que han contribuido al conocimiento parcial de su riqueza biológica. Sin embargo, existe un recurso natural que no ha recibido la debida atención con relación a su origen, historia, desarrollo y distribución geográfica, y que cumple

un papel vital para nuestra supervivencia, así como la de plantas y animales: la diversidad microbiana.

Este conjunto particular de vida incluye una amplia variabilidad de organismos que hacen posible la interrelación de toda forma animal y vegetal en el planeta, ya sea sirviendo a las plantas en la captura de nutrientes en sus raíces (micorrizas) o a los animales en la digestión de los alimentos. En cuanto al hombre, la importancia de los microorganismos es notable en la agricultura, la nutrición, la biotecnología y la salud, además de otras. En términos holísticos, la vida microbiana regula y mantiene la temperatura y procesos como la química atmosférica, reciclaje de nutrientes, etc., manteniendo el balance que sostiene la biosfera; así mismo hace posible, localmente, tener la gran diversidad de biomas, (como bosques, páramos, ciénagas y otros), hecho que no sería posible sin la presencia de hongos, bacterias, protozoos, algas y virus que conforman la diversidad microbiana. En virtud de esto, no tenemos duda de que nuestros biomas y ecosistemas constituyan un reservorio importante de diversidad microbiana y, por lo tanto, esta se encuentra expuesta a las mismas fuerzas y condiciones externas que amenazan actualmente la biodiversidad en general.

Teniendo presente la relación de interdependencia entre uno y otro conjunto de la biodiversidad, es necesario llamar la atención y despertar el interés sobre la biodiversidad microbiana y la importancia de su conocimiento, conservación y uso en concordancia con los acuerdos sobre biodiversidad ratificados por el Perú y de acuerdo con la Estrategia Nacional de Diversidad Biológica del Perú y los compromisos de la Comisión Nacional de Diversidad Biológica (CONADIV), cuya entidad coordinadora es el Consejo Nacional del Ambiente (CONAM).

El conocimiento de la diversidad microbiana requiere de un esfuerzo multidisciplinario, incluyendo la taxonomía, ecología, bioquímica, biología molecular, geografía, edafología y otras disciplinas, que soportan científicamente el desarrollo de la investigación, dentro de programas de manejo, conservación y uso sostenible de los recursos biológicos. Es necesario tener en cuenta que la investigación en diversidad microbiana demanda de una adecuada infraestructura —laboratorios dotados idóneamente y bases de datos actualizadas—. En este contexto, solo mediante una clara y eficiente planificación de objetivos, el conocimiento que generemos sobre la diversidad microbiana en el Perú puede ser de amplia utilidad para la toma de decisiones dentro del Sistema Nacional Ambiental, y servir en el apoyo de diversas estrategias de conservación de flora y fauna y uso sostenible de la biodiversidad en el Perú.

Durante las últimas décadas la investigación microbiológica en el Perú ha estado centrada hacia la solución de problemas en los campos de la salud y la

agricultura, como las patologías; habiéndose dado escaso o nulo interés hacia los efectos de la intervención antrópica sobre las poblaciones microbianas. En el país no existe un inventario sistemático sobre diversos puntos de la geografía nacional, haciendo que nuestro conocimiento sobre la presencia, distribución y función de la diversidad microbiana sea bastante reducido. Un centímetro cúbico de suelo de un bosque primario en la Amazonía o un gramo de lodo de un pantano en la costa, en términos de diversidad microbiana, continúa siendo un misterio.

La biogeografía microbiana

El conocimiento de la distribución geográfica de diversidad microbiana es muy escaso o nulo en el Perú. Por referencias de otros lugares, se sabe que la distribución del dominio Bacteria es la más amplia. Asimismo, debe considerarse que los límites de la biósfera están dados por la distribución de sus especies y su amplitud puede variar en un espacio desde los 8 km por encima y 12 km por debajo de la superficie terrestre. En otras palabras, la riqueza biológica en el Perú puede expandirse, desde límites por encima de nuestras cumbres andinas más altas hasta más allá de los límites de perforación de nuestro subsuelo.

En estudios pioneros en la amazonía peruana sobre la ocurrencia de hongos formadores de micorrizas y bacterias fijadoras de nitrógeno en suelos ácidos (ultisoles) sujetos a diferentes tipos de manejo como cultivos continuos con altos y bajos insumos, plantaciones de pijuayo (*Bactris gasipaes* H.B.K.), y sistemas agroforestales comparados con un bosque primario, se encontraron diferencias notables en cuanto a los niveles de colonización de las micorrizas, nodulación en leguminosas y especies de hongos asociadas con especies forestales. Asimismo, se comprobó el efecto de la erosión sobre estos microorganismos y se propusieron recomendaciones para su aprovechamiento en sistemas agrícolas.

Por otro lado, la taxonomía se constituye como el principal cuello de botella en el estudio de los microorganismos, en razón de los últimos descubrimientos en genética y biología molecular que permiten establecer nuevos criterios para la clasificación. A esto se aúna la complejidad en el manejo y conservación del material biológico. Un ejemplo de la amplia y compleja taxonomía la encontramos en la controvertida organización respecto a los reinos biológicos. Del esquema de cinco reinos hemos pasado al de ocho: Bacteria, Arquibacteria, Arquiza, Protista, Chromista, Plantae, Hongo y Animalia. Del esquema de ocho reinos hemos pasado al esquema de dominios, que alberga un número mayor de reinos: Dominio Bacteria (18 reinos), Dominio

Arquibacteria (3 reinos) y Dominio Eucarya (reinos Archeozoa, Euglonozoa, Alvelolata, Stranemopila, Rhodofilia, Plantae, Hongos y Animalia). Cada dominio contiene variadas formas de vida microbiana.

En razón de lo expuesto, queremos llamar la atención sobre la necesidad de estudiar los patrones biogeográficos de especies y comunidades microbianas de interés en conservación y uso sostenible para el Perú. El mapa elaborado por el CONAM, en el que se consideran 38 zonas prioritarias para la conservación de la diversidad biológica en el Perú, constituye una herramienta útil para la selección de áreas tendentes a ser caracterizadas en términos de diversidad microbiana. Entre estas se considera de alta prioridad las siguientes:

- Ecosistemas dentro del Sistema Nacional de Parques Naturales y Áreas Protegidas de la Costa, Sierra y Selva
- Pisos altitudinales intermedios
- Sistemas productivos agropecuarios (plantaciones, cultivos en limpio, sistemas mixtos, pasturas, etc.)
- Lomas
- Pantanos
- Ambientes extremos (cumbres andinas, zonas desérticas, subsuelo, ambientes salinos, ambientes anóxicos, etc.)

Recomendaciones

A continuación se presentan algunas prioridades y pautas que se ponen en consideración para la elaboración de una estrategia nacional para el desarrollo del estudio de la biodiversidad microbiana en el contexto de la agenda nacional de biodiversidad.

PRIORIDAD	JUSTIFICACIÓN
1. Establecer patrones de distribución microbiana	La ubicación espacial de especies o comunidades microbianas de interés científico o particular constituirá una base sólida para el desarrollo de estrategias de monitoreo y restauración ambiental, bioprospección y conservación de ecosistemas.
2. Realizar estudios de taxonomía	La caracterización taxonómica, así como el estudio de la filogenia, contribuirá a entender los patrones de organización de la biodiversidad microbiana.
3. Desarrollar estrategias de conservación y uso sostenible de los recursos	El conocimiento del funcionamiento de los microorganismos nos permitirá encontrar soluciones a problemas ambientales complejos, tales como: degradación y

continuá...

viene de la página anterior

PRIORIDAD	JUSTIFICACIÓN
<p>4. Formar capital humano y crear infraestructura científica idóneos</p>	<p>pérdida de suelos por erosión, extracción minera, etc.; alteraciones de los ciclos biológicos naturales; contaminación ambiental, etc. El uso de tales agentes debe tener implícita una estrategia de conservación y preservación.</p> <p>La formación del capital humano idóneo con cubrimiento nacional es fundamental para la viabilidad de los estudios referidos. Resulta necesario, para ello, que la autoridad ambiental nacional apoye un plan de organización y dotación de infraestructura científica para implementar los estudios de monitoreo ambiental de microorganismos involucrados en problemas y soluciones ambientales.</p>

PAUTAS	JUSTIFICACIÓN
<p>1. Carácter multidisciplinario de la investigación</p>	<p>La diversidad microbiana, como componente del entorno ambiental, incluye otras formas de vida y hábitat interrelacionados e interdependientes.</p>
<p>2. Cooperación interinstitucional</p>	<p>Las instituciones de investigación pertinentes deben compartir sus intereses dentro del plano de metas comunes en forma organizada y eficiente y evitar así la negativa atomización de la investigación.</p>
<p>3. Consolidación de un Sistema Nacional de Información sobre Diversidad Microbiana</p>	<p>Es fundamental crear una base sólida de datos que incluya toda la información actualizada sobre la diversidad microbiana en el Perú, infraestructura existente, ceparios, colecciones, bancos de germoplasma microbiano y áreas geográficas estudiadas.</p>
<p>4. Disponibilidad de recursos monetarios exclusivos suficientes</p>	<p>La disponibilidad de recursos monetarios exclusivos y suficientes para el desarrollo de la investigación en microbiodiversidad es fundamental para el alcance de las metas programadas.</p>
<p>5. Adopción de metodologías estandarizadas</p>	<p>La evaluación de poblaciones microbianas, su manejo y preservación debe realizarse mediante métodos estándares internacionales para facilitar la investigación y evitar engorrosas pérdidas de tiempo y materiales.</p>

BIBLIOGRAFÍA

BERNSTEIN, R. y S. BERNSTEIN

1998 *Biology* (tenth edition). Nueva York, Mc Graw-Hill / Times Mirror Higher Education Group.

CONAM

1999 *Biodiversidad y desarrollo*. Lima: Consejo Nacional del Ambiente.

CONAM

2001 Informe *Nacional sobre el estado del ambiente. GEO PERÚ 2000*. Lima: Consejo Nacional del Ambiente.

FLÓREZ, C.J.

2001 Pautas y prioridades en la investigación de la diversidad microbiana. Biosíntesis. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt Boletín n.º 28.

RAVEN, P.; R.F. EVERT, y H. CURTIS

1976 *Biology of Plants*. Second Edition. Nueva York: Worth Publishers, 685 p.

RUIZ, P.O.

1994 «Efectos del manejo del suelo en los hongos micorrízicos vesículo-arbusculares y en las fracciones de fósforo en el suelo en Ultisoles de la Amazonía Peruana». Tesis de doctorado, Departamento de Suelos. Universidad Estatal de Carolina del Norte. Raleigh: (Carolina del Norte, Estados Unidos)

SOLOMON, E.P., L.R. BERG, D.W. MARTIN y C. VILLEE

1998 *Biology*. Nueva York: McGraw-Hill.

WHITTAKER, R.H.

1969 «New concepts of kingdoms of organisms». *Science*: vol. 163.

WILLIAMS, D.M. y T.M. EMBLEY

1996 «Microbial Diversity: Domains and Kingdoms». *Annual Review of Ecology and Systematics*: 27: 569-595.

WOESE, C.R., O. KANDLER y M.L. WHEELIS

1990 «Towards a natural system of organisms: proposal for the domains Archaea, Bacteria, and Eucarya». *Proceedings of the National Academy of Sciences*: vol. 87, pp. 4576-4579 (EE.UU.)