Red Bioamazonia

Divulgación científica

Espectroscopia NIR

(Near-Infrared Spectroscopy)

Preguntas frecuentes (FAQs)

La espectroscopia NIR y sus aplicaciones al estudio de la biodiversidad amazónica

Material de referencia para divulgación científica

Octubre de 2026



1. ¿Qué es la espectroscopia NIR y cómo funciona?

La espectroscopia del infrarrojo cercano, conocida como NIR por sus siglas en inglés (Near-Infrared Spectroscopy), es una técnica de análisis que utiliza luz del infrarrojo cercano, invisible para el ojo humano, para obtener información sobre la composición de los materiales biológicos.

Cuando la luz incide sobre una muestra, parte de la energía es absorbida y otra parte se refleja o atraviesa el material, según sus características y la forma de medición. La interacción con las moléculas produce una señal que puede registrarse como un espectro, formando una especie de «huella digital» del material analizado. Este patrón puede ayudar a caracterizar y diferenciar materiales biológicos, cuando se compara con espectros de referencia.

Cada espectro contiene información relacionada con la composición molecular del material. Mediante métodos estadísticos y modelos matemáticos, los investigadores pueden identificar el material, analizar sus patrones y reconocer diferencias entre muestras, organismos o especies.

En términos sencillos, la tecnología permite obtener el espectro de un material biológico, registrando información fisicoquímica de su composición, similar a una huella digital. Con una base de datos de referencia y modelos de análisis desarrollados y validados adecuadamente, este patrón espectral puede ayudar a identificar y caracterizar organismos.

La espectroscopia NIR es una técnica ya consolidada, que se utiliza desde hace décadas en el análisis de diferentes materiales. Sin embargo, los avances en la portabilidad de los equipos, como el espectrómetro portátil NIR S-G1, y en el procesamiento de datos han ampliado su potencial de aplicación al estudio de la biodiversidad. Los equipos más accesibles pueden facilitar el uso de la técnica en diferentes contextos de investigación y agilizar el trabajo de recolección y caracterización, incluso en regiones donde el acceso a los laboratorios es limitado y para el trabajo de campo. Sin embargo, para reconocer y caracterizar organismos, es necesario contar con datos de referencia confiables y modelos de análisis debidamente validados.

2. ¿Por qué es importante esta tecnología para estudiar la biodiversidad?

La investigación sobre biodiversidad debe identificar especies, caracterizar organismos, documentar sus diferencias y comprender cómo cambian las poblaciones y los ecosistemas a lo largo del tiempo. Estas tareas pueden requerir conocimientos taxonómicos especializados, trabajo de campo, preparación de muestras y análisis de laboratorio.

La espectroscopia NIR puede complementar los métodos existentes al ofrecer una forma rápida de obtener información de las muestras y detectar patrones que ayuden a distinguir organismos. En ciertas aplicaciones, también permite trabajar con especímenes preservados en colecciones científicas.

- **Identificación y clasificación de especies**, incluidas algunas especies muy similares entre sí que presentan diferencias difíciles de reconocer a simple vista.
- **Caracterización de la diversidad biológica** mediante el análisis de las variaciones entre organismos y muestras.
- **Apoyo a inventarios y estudios ecológicos**, facilitando el procesamiento de conjuntos de muestras cuando existen modelos adecuados.
- **Monitoreo ambiental** mediante el análisis sistemático de muestras recolectadas en diferentes lugares o períodos.
- **Apoyo a la gestión de colecciones biológicas,** incorporando información espectral que pueda utilizarse en investigaciones futuras.

En el caso de la Amazonía, donde la diversidad de especies y la extensión territorial pueden representar un gran desafío científico, contar con herramientas complementarias de identificación y análisis puede contribuir a ampliar las capacidades de investigación y generar información útil para la conservación.

3. ¿Cuáles son las ventajas con respecto a otros métodos de análisis?

- **Rapidez:** la adquisición de un espectro puede realizarse en segundos. El tiempo total para obtener una identificación confiable también depende del procesamiento de los datos y de los modelos disponibles.
- **Análisis no destructivo:** en muchas aplicaciones, la muestra puede analizarse sin destruirse. Esto es valioso para ejemplares de colecciones científicas o materiales biológicos escasos.
- **Portabilidad:** los espectrómetros portátiles permiten acercar la adquisición de datos a los lugares de trabajo científico y explorar aplicaciones fuera de un laboratorio convencional.
- **Análisis de múltiples señales:** el espectro contiene información distribuida en diferentes longitudes de onda. Los métodos estadísticos permiten analizar estos patrones en conjunto.
- **Potencial de estandarización y colaboración:** cuando los protocolos, las calibraciones y los datos son compatibles, diferentes equipos pueden construir y ampliar bancos de espectros compartidos.

Estas ventajas no significan que cualquier muestra pueda identificarse automáticamente, ni que todos los análisis sean inmediatos o económicos. Los resultados dependen del equipo, de la preparación de las muestras, de la calidad de los datos y de la validación del método.

4. ¿Cómo se puede aplicar la NIR al estudio de la biodiversidad amazónica?

- **Flora:** comparar espectros de hojas y madera para investigar la diferenciación y la clasificación de especies vegetales.
- **Fauna:** estudiar las señales espectrales de ejemplares animales, incluyendo anfibios, serpientes y murciélagos, para utilizarlas en su reconocimiento y caracterización.
- **Colecciones científicas:** incorporar información espectral a los registros de especímenes preservados, complementando los datos taxonómicos y morfológicos existentes.
- **Inventarios y monitoreo:** explorar métodos de clasificación que ayuden a procesar muestras de manera sistemática y comparar conjuntos de datos obtenidos en diferentes lugares o períodos.
- **Investigación ecológica:** analizar las variaciones entre organismos y explorar qué información ofrecen estas sobre sus características biológicas.

Estas son líneas de aplicación potencial, no resultados garantizados para todas las especies amazónicas. Cada aplicación requiere un diseño de muestreo adecuado y la verificación de que los patrones espectrales permitan responder a la pregunta científica planteada.
En el caso de la Red Bioamazonia, el curso prevé una aplicación práctica inicial con hojas y madera, por un lado, y anuros y murciélagos, por otro. La elección de estos materiales permitirá trabajar con ejemplos concretos de flora y fauna y explorar cñomo de obtienen, organizan e interpretan los datos espectrales.

5. ¿Qué significa que la NIR permite identificar una especie a través de sus espectros?

El equipo no reconoce por sí solo el nombre de ningún organismo. La identificación se basa en la comparación del espectro de una muestra con patrones conocidos y en el uso de modelos capaces de interpretar las diferencias relevantes.

Para ello, los investigadores deben crear una base de referencia con ejemplares identificados de manera confiable. A partir de estas muestras, desarrollan modelos que aprenden a distinguir los patrones espectrales asociados a diferentes grupos o especies. Cuando se analiza una nueva muestra, el modelo puede estimar a qué categoría corresponde, siempre dentro de las condiciones para las que fue desarrollado y validado.

La calidad de la identificación depende de factores como la representatividad de las muestras, la variabilidad biológica, las condiciones de medición y la presencia de especies similares en la base de datos. Por eso, el NIR complementa el conocimiento taxonómico y otros métodos científicos, pero no los reemplaza de manera universal.

Es precisamente por la importancia del conocimiento previo ya sistematizado sobre las especies, ya sea en colecciones o en bases de datos, que el intercambio y la colaboración entre investigadores e institutos científicos que ya trabajan en la Amazonía pueden resultar muy enriquecedores para el uso de la tecnología NIR.

6. ¿Qué debemos tener en cuenta para aprovechar mejor la tecnología NIR en el estudio de la biodiversidad?

Para aprovechar todo el potencial de la espectroscopia NIR, es fundamental combinar la tecnología con un buen diseño de investigación, muestras de calidad y conocimientos científicos. Hay algunos aspectos que marcan la diferencia.

- **Contar con muestras bien identificadas.** Para que la tecnología ayude a reconocer una especie, necesitamos muestras de referencia cuya identidad se haya establecido de manera confiable. Cuanto mejor representen la diversidad que queremos estudiar, más útiles serán para desarrollar modelos de identificación.

- **Adoptar procedimientos consistentes.** Es importante definir cómo se seleccionan, preparan y analizan las muestras, cómo se utiliza el equipo y cómo se registran los datos. Esto facilita la comparación de resultados entre investigadores e instituciones.

- **Verificar la confiabilidad de los resultados.** Los modelos deben someterse a pruebas con muestras diferentes a las utilizadas en su desarrollo. Esto permite evaluar si reconocen correctamente nuevas muestras y en qué condiciones pueden utilizarse.

- **Compartir conocimientos y datos de manera organizada.** Las bases de datos espectrales de referencia pueden ampliarse con las contribuciones de diferentes equipos. Para que sean útiles, es necesario documentar las muestras, sus identificaciones y las condiciones en las que se obtuvieron los espectros.

- **Combinar el NIR con otros conocimientos y métodos científicos.** La experiencia de taxónomos, botánicos, zoólogos y otros especialistas es esencial para interpretar los resultados y determinar cuándo conviene complementarlos con análisis morfológicos, genéticos u otras técnicas.

Estas condiciones no son obstáculos, sino parte del trabajo científico necesario para convertir una herramienta prometedora en una herramienta útil y confiable. En el contexto del trabajo en red, apostamos por la construcción colectiva de una base de datos de referencias espectrales a partir de especímenes de colecciones biológicas. Para ello, necesitamos establecer protocolos compartidos de adquisición y organización de datos, garantizando la estandarización y la interoperabilidad entre los espectros y sus metadatos. De esta manera, diferentes instituciones podrán contribuir a una base común, generando datos comparables, integrables y reutilizables, independientemente del equipo o del lugar de adquisición.

7. ¿Por qué es importante capacitar a los institutos de la Red Bioamazonia en esta tecnología?

La Red Bioamazonia reúne a ocho institutos públicos de investigación de Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador y Perú, y tiene como misión fortalecer las capacidades científicas, promover el intercambio de conocimientos y desarrollar soluciones para la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad amazónica.

En este sentido, la capacitación en NIR pretende:

- **Fortalecer las capacidades científicas de los institutos.** La capacitación permitirá a los investigadores y colaboradores conocer los fundamentos de la técnica y practicar la adquisición, el procesamiento y la interpretación de datos espectrales.
- **Abrir oportunidades de colaboración entre países.** Al trabajar con criterios y procedimientos comparables, los institutos podrán explorar proyectos conjuntos, compartir experiencias y avanzar hacia la creación de bancos de datos espectrales de referencia sobre la biodiversidad amazónica.
- **Conectar la innovación tecnológica con las necesidades de investigación del territorio.** La posibilidad de trabajar con instrumentos portátiles y desarrollar métodos de identificación más ágiles merece especial atención en una región tan extensa y biológicamente diversa como la Amazonía.

Además de capacitar a investigadores y profesionales en el uso de un equipo, el curso también debe crear las condiciones para que la tecnología se pueda incorporar progresivamente a las agendas científicas de las instituciones participantes, ya que incluye la estandarización de procedimientos, el desarrollo de bancos de datos espectrales y el análisis de una posible red de espectroscopia NIR dedicada al reconocimiento de la biodiversidad amazónica

8. ¿Qué aporta la cooperación entre los ocho institutos en comparación con el trabajo independiente de cada institución?

La cooperación permite enfrentar un desafío que difícilmente podría resolver una sola institución: desarrollar conocimientos y herramientas aplicables a la diversidad biológica de una región tan extensa y que abarca varios países.

Si los institutos generan datos espectrales mediante protocolos compatibles, podrán explorar la creación de bancos de referencia más amplios, comparar resultados y estudiar aplicaciones en diferentes grupos biológicos y contextos geográficos.

El trabajo conjunto también puede facilitar el intercambio de conocimientos especializados, reducir la duplicación de esfuerzos y ayudar a identificar qué métodos funcionan mejor para cada cuestión científica.

9. ¿Qué resultados pretende lograr la Red Bioamazonia con esta iniciativa?

A capacitação busca fortalecer as competências das equipes científicas e explorar como incorporar a espectroscopia NIR às pesquisas sobre biodiversidade, conservação e gestão de coleções biológicas.

- Capacitación de investigadores y colaboradores en el uso y la interpretación de la tecnología.
- Experiencia práctica con un espectrómetro portátil de bajo costo.
- Identificación de posibles aplicaciones para estudios de la flora y la fauna amazónicas.
- Desarrollo de procedimientos estandarizados para la adquisición y el procesamiento de datos espectrales.

10. ¿Qué importancia puede tener esta tecnología para la conservación de la Amazonía a largo plazo?

La conservación requiere un conocimiento confiable sobre las especies, sus características, su distribución y los cambios que experimentan los ecosistemas. Cuanto mejores sean las herramientas para identificar y analizar organismos, mayores serán las posibilidades de desarrollar investigaciones capaces de responder a preguntas relevantes para la gestión ambiental.

La NIR puede contribuir a este esfuerzo al facilitar ciertos análisis, complementar los métodos de identificación y apoyar el procesamiento sistemático de muestras. Si estas aplicaciones se desarrollan y validan adecuadamente, también podrán proporcionar información útil para los programas de monitoreo ambiental, fiscalización, manejo forestal y de la fauna, así como para la toma de decisiones basada en evidencia.

Sin embargo, la tecnología por sí sola no conserva la biodiversidad. Su contribución depende de cómo se integre en los programas de investigación, de la calidad de los datos que produzca y del uso de sus resultados en acciones científicas, institucionales y de gestión. En una región tan diversa y extensa como la Amazonía, la oportunidad consiste en combinar herramientas innovadoras con el conocimiento acumulado por sus instituciones científicas y con la colaboración entre los países que comparten este territorio.

Datos del curso

El próximo mes de noviembre, del 10 al 18, la Red Bioamazonia llevará a cabo el curso teórico-práctico *«Introducción al uso de la espectroscopia NIR en el reconocimiento de la biodiversidad»*, dirigido a investigadores, colaboradores y socios de los institutos miembros de la red, con el fin de capacitarlos en la aplicación de la espectroscopia de infrarrojo cercano. El curso está a cargo de la investigadora del Instituto Mamirauá, Kelly Torralvo, y de Flávia Durgante, del INPA, y contará con la participación del especialista Dr. Célio Pasquini, de la Unicamp. Además, contará con conferencias de otros profesores.

Cuándo: del 10 al 18 de noviembre de 2026

Dónde: en la sede del Instituto Nacional de Investigaciones de la Amazonía (INPA), en Manaos, Amazonas, Brasil.

Carga horaria: 48 horas.

Instituciones a cargo: Instituto Mamirauá e INPA.

Público objetivo: investigadores, colaboradores y socios de los institutos miembros de la Red Bioamazonia

Contenidos: Fundamentos de la espectroscopia de infrarrojo cercano (NIR), uso de equipos portátiles, adquisición y análisis de espectros, métodos estadísticos y aplicaciones al reconocimiento de la biodiversidad

Participarão colaboradores de oito institutos da Rede:

- **Brasil:** Instituto Mamirauá, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) y Museo Paraense Emílio Goeldi (MPEG)
- **Colombia:** Instituto Humboldt e Instituto SINCHI
- **Ecuador:** Instituto Nacional de Biodiversidad (INABIO)
- **Perú:** Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP)
- **Bolivia:** Instituto de Ecología de la Universidad Mayor de San Andrés (IE/UMSA).