

Diseño y Estructuración de una Biblioteca de Firmas Espectrales de Coberturas Agropecuarias para Panamá

Javier Sánchez-Galán, Dr. Ing.¹, Jorge Serrano, Ing.¹, José Ulises Jiménez S., M.Sc.¹, Evelyn Itzel Quirós-McIntire, Dra. Ing.², and José Fábrega, Dr. Ing.¹

¹Universidad Tecnológica de Panamá, Panamá, javier.sanchezgalan@utp.ac.pa, jorge.serrano1@utp.ac.pa, ulises.jimenez@utp.ac.pa, jose.fabrega@utp.ac.pa

²Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá, Panamá, evelynitzel26@gmail.com

Resumen— En este trabajo se presentan algunas consideraciones sobre el diseño y la estructuración de una base de datos de las respuestas espectrales de coberturas agropecuarias representativas de la República de Panamá. Estas firmas espectrales se adquieren a con el uso de un espectrorradiómetro portátil, midiendo sobre los cultivos a cielo abierto. El objetivo de esta base de datos es presentar a la comunidad científica nacional e internacional firmas espectrales georreferenciadas de coberturas de cultivos y de vegetación baja natural; de manera abierta, pública y de calidad. Además, se creará un paquete de funciones en el lenguaje estadístico R, que contenga métodos de análisis espectral multivariado aplicables a las firmas espectrales, así como, una base de datos de acceso público, en formato comma-separated-values. Se prevé que esta base de datos será útil para investigadores en campos relacionados a la gestión y uso de tierra, y otros usos relativos al manejo de cultivos a gran escala con métodos de teledetección a través de imágenes multiespectrales e hiperespectrales.

Palabras claves—coberturas agropecuarias, firmas espectrales, reflectancia, espectrorradiometría, base de datos.

I. INTRODUCCIÓN

Es bien sabido que el espectro electromagnético interactúa con la materia en una relación lineal balanceada que indica que la luz que incide sobre un cuerpo será proporcional a luz que es transmitida (medida a través de la transmitancia), absorbida (medida a través de la absorbancia) y reflejada (medida a través de la reflectancia) [1].

En la actualidad somos capaces de lograr estas mediciones de distribución de potencia espectral en longitudes de onda (bandas) específicas sobre cualquier objeto con la ayuda de un espectrorradiómetro.

Con el espectrorradiómetro podemos medir la cantidad de radiación reflejada en distintas longitudes del espectro; y nos presenta una muestra de la relación entre el flujo de la radiación incidente y la reflejada, obteniendo así una medida de referencia radiométrica o una firma espectral propia del tipo de cobertura vegetal, sea cultivada o silvestre [2].

Las firmas espectrales de los cultivos son de especial interés, ya que sirven como medidas de referencia que nos ayudan a determinar el estado de un cultivo: su estado fitosanitario (salud del cultivo), su estado fenológico y de desarrollo (crecimiento) [3].

El proyecto SENACYT IDDS 15 – 184 propone el diseño de un sistema experto basado en firmas espectrales de coberturas agropecuarias, tomando como caso de estudio principal los cultivos de arroz en Panamá [1]. Además, el proyecto tiene como objetivo el desarrollo de una base de datos de firmas espectrales georreferenciadas de coberturas de cultivos y vegetación baja (biblioteca de firmas espectrales), y de un software para automatizar la clasificación de tipos de coberturas agrícolas.

La importancia del presente artículo redunda en que en nuestro país se tiene muy poca experiencia en el este tipo desarrollos tecnológicos, que pueden ser de mucha importancia para el sector agropecuario.

En el presente trabajo se abordan las consideraciones de diseño y estructuración de la base de datos propuesta en el proyecto IDDS 15 – 184. En la Sección II se explica en detalle el procedimiento realizado para obtener las firmas espectrales. En la Sección III se hace referencia al diseño y estructuración de la base de datos. Se hace especial interés a la organización de los datos, así como, a la implementación del programa informático para su análisis. Finalmente, en la Sección IV se agregan comentarios finales, referentes al uso de la base de datos en estudios futuros.

II. PROCEDIMIENTO DE MEDICIÓN Y RECOLECCIÓN DE DATOS ESPECTRALES

A. Sitios de Medición

Para la obtención de las firmas espectrales se utilizó un espectrorradiómetro (*GER 1500 de Spectra Vista Corporation*) con rango espectral entre 350 nm y 1050 nm de longitud de onda y un campo de visión de 8°. Una muestra del equipo portátil y de la manera correcta de cómo se utiliza al obtener una medida se muestra en la Figura 1.



Fig. 1 – Uso adecuado del espectrorradiómetro GER 1500 de *Spectra Vista Corporation*. Fuente. *Spectra Vista Corporation* [4].

B. Instrumentos de Medición

Las mediciones espectrorradiométricas se realizan en campo en los meses de verano (entre enero y abril), y en horas de abundante luz solar, generalmente entre las 10:00 a.m. y 2:30 p.m. Las mismas son georeferenciadas utilizando un GPS marca *Garmin eTrex*.

Se ha logrado obtener mediciones en 3 fincas en la Provincia de Coclé, Panamá: en la finca privada TESKO, en Juan Hombrón, (8° 19'N, 80° 13' O.) ; y en dos fincas experimentales del IDIAP, El Coco (8°27'N, 80°21' O.) y Río Hato (8° 21'N, 80°9 O.)

Para la captura de datos de la firma espectral se realiza un muestreo preferencial; tomando, al menos 10 réplicas de la firma espectral del tipo de cobertura identificada a priori, en puntos homogéneos. Las mediciones se realizan con un cielo despejado y se asegura que la medición entre la referencia y el objetivo sea lo más rápido posible, ya que la condición de luz solar puede variar por aparición de nubes de manera apreciable.

En la Figura 2, se muestran colaboradores del proyecto realizando pruebas sobre una parcela de arroz.



Fig. 2 - Adquisición de firmas espectrales de un cultivo con el uso del espectrorradiómetro.

C. Coberturas Agropecuarias y de vegetación natural baja

Como se ha mencionado en la sección introductoria para el desarrollo de este proyecto se ha utilizado como cultivo principal el arroz, en especial variedades producidas por el IDIAP. En la Tabla I se listan algunas de las coberturas agropecuarias que conforman la biblioteca de firmas espectrales.

III. ESTRUCTURACIÓN DE LA BASE DE DATOS

A. Estructuración de los Datos Espectrométricos y Datos de Cultivo

Las firmas espectrales son guardadas en el espectrorradiómetro como archivos de texto plano en formato “.asc”, que contienen aparte del registro de la firma espectral (fecha y hora de la adquisición), la información espectral en el rango de 350 nm y 1050 nm de longitud de onda (100 puntos). Esos archivos son guardados bajo un código que hace referencia que contiene la cobertura y la fecha de la medición.

TABLA I

Cultivo / Cobertura	Variedad	Observación
Arroz (<i>Oryza sativa</i> L.)	Picaporte Rexoro Ligero	Cultivares Criollos
	FCA 616FL IDIAP 54-05	Cultivares experimentales y comerciales
Tomate (<i>Solanum lycopersicum</i> L.)	N/A	N/A
Ají (<i>Capsicum annuum</i> L.)	N/A	N/A
Maíz (<i>Zea mays</i> L.)	N/A	N/A
Cebolla (<i>Allium cepa</i> L.)	N/A	N/A
Sandia (<i>Citrullus lanatus</i> (Thunb.) Matsum. & Nakai)	N/A	N/A
Pastos	N/A	N/A
Suelo Desnudo	N/A	N/A

Dentro de la base de datos la información espectrorradiométrica será estructurada para que cada medición tenga además información del lugar de la medición (mediante coordenadas de GPS) y un campo de observaciones del muestreo, donde se pueden especificar condiciones del entorno, nubosidad, humedad, etc. Otra particularidad es que cada registro tendrá información sobre el cultivo o cobertura, por ejemplo información similar a la propuesta en la Tabla I.

Esta información se podrá descargar y procesar por registros de una especie o como promedios previamente calculados para estudios posteriores en formato comma-separated-values para uso en hojas de cálculo o en programas especializados. Además, se dispondrá que se comparta como una base de

datos en en Lenguaje R [5].

B. Paquete de Funciones en Lenguaje R

Se prevé que esta base de datos sea de acceso público y abierto, por lo que se proveerá a los usuarios con un paquete de Funciones de Lenguaje R para visualizar los espectros, que ayuda a identificar bandas espectrales que pueden ser utilizadas para discriminar entre clases, cultivares, o condiciones del cultivo. Además, se prevé incluir funciones para análisis más detallados por ejemplo en análisis de componentes principales (PCA), gráficas *biplo*t y en modelos Regresión de Mínimos Cuadrados (PLS).

En la Figura 3, se muestran ejemplos de visualización de espectros de arroz y análisis de componentes principales descritos en otro trabajo del grupo [1].

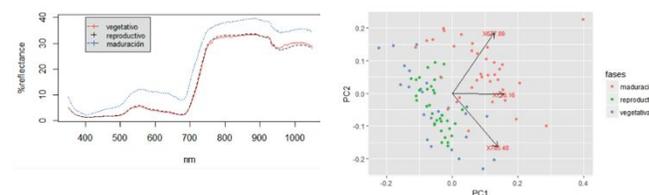


Fig. 3 - Ejemplo de uso de las funciones de visualización y análisis escritas en lenguaje R.

IV. COMENTARIOS FINALES

Las firmas espectrales sirven como una manera rápida y proximal de saber el estado de un cultivo, por lo que esta base de datos, una vez puesta en línea, será útil para investigadores en campos relacionados a la generación de mapas de uso de tierra y otros usos relativos al manejo de cultivos a gran escala con métodos de teledetección hiperespectral.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean dar las gracias a la Secretaría Nacional de Ciencias, Tecnología e Innovación (SENACYT) por su apoyo a través del proyecto “Diseño de un sistema experto basado en firmas espectrales de coberturas agropecuarias en

Panamá” (IDDS 15-184). Queremos expresar nuestra gratitud a todos los colaboradores del CIHH, del Centro de Producción e Investigaciones Agroindustriales (CEPIA) y del Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP), que contribuyen con este proyecto. Dos de los autores, E.Q. y J.F., agradecen especialmente el apoyo del Sistema Nacional de Investigación (SENACYT).

REFERENCIAS

- [1] J. Serrano, J. Fábrega, E. Quirós, J. S. Galán, and J. U. Jiménez, "Análisis prospectivo de la detección hiperespectral de cultivos de arroz (oryza sativa l.)," *KnE Engineering*, vol. 3, no. 1, pp. 69+, Feb. 2018.
- [2] E. Chuvieco Salinero, *Teledetección ambiental: la observación de la Tierra desde el espacio*, 3ra, 2010 ed. Barcelona, España: Ariel, 2002.
- [3] Y. M. de Moura, et al., "Spectral analysis of amazon canopy phenology during the dry season using a tower hyperspectral camera and modis observations," *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*
- [4] Spectra Vista Corporation. Ger 150. URL: <http://www.spectravista.com/ger150/>
- [5] R Core Team, "R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing", 2017. URL: <https://www.r-project.org/>.