Las vidas secretas de las vides

Integración de Datos Bioacústicos Relevantes en Vitivinicultura Digital
Una propuesta basada en grafos

Lautaro D. Barceló

24 de junio de 2024

Palabras clave: Bioacústica, vitivinicultura, grafos, bases de datos orientadas a grafos, agricultura de precisión, sistemas de información geográfica, geoespaciales, RAG, Machine Learning

Resumen

En este trabajo se explora el potencial de las bases de datos orientadas a grafos para la obtención, gestión y análisis de señales bioacústicas en el ámbito de la vitivinicultura de precisión. Este enfoque facilitaría la integración estratégica de las señales bioacústicas, ofreciendo una alternativa o complemento a las bases de datos convencionales. Los grafos pueden representar cada toma de audio en un espacio físico, estableciendo relaciones geoespaciales en base al ángulo de la toma y al patrón polar del micrófono. Además de su flexibilidad, softwares como Neo4j permiten la visualización de todos los datos referentes al viñedo de una forma más simple que los Sistemas de Información Geográfica, que tienen mucha potencia pero que suelen ser demasiado complejos para las necesidades de los productores. Por otro lado, estas bases de datos son fácilmente integrables a modelos de lenguaje como fuente de conocimiento para consultas en lenguaje natural. Inspirado en un estudio revelador[1] que demostró la capacidad de las plantas para comunicar diferentes tipos de estrés a través de ultrasonidos, este trabajo subraya la creciente importancia de incorporar metódicamente datos bioacústicos en la vitivinicultura digital en un contexto de cambio climático que desafía las prácticas tradicionales con cosechas adelantadas y sequías imprevistas. La gestión eficaz de esta nueva forma de datos promete transformar la agricultura de precisión y permitir que las fincas se adapten de manera óptima a los desafíos ambientales en constante evolución.

1. Introducción

La vid argentina La vitivinicultura es una de las actividades agroindustriales de mayor relevancia en Argentina [2]. Productores de todo el país adoptan técnicas de gestión apoyadas la tecnología e integradas en lo que se define como "Agricultura de Precisión" [3], para optimizar la calidad y la sostenibilidad de sus cultivos, estimar la cosecha, etc. En Argentina, el vigor de la vid suele estimarse en base al popular NDVI -Índice de vegetación de diferencia normalizada-, que se obtiene a partir del procesamiento de imágenes multiespectrales tomadas por satélites o drones [4]. Ésta estimación permite reducir la necesidad de otros tipos de mediciones físicas [5], que pueden incluir parámetros como la textura, la composición química, la disponibilidad de agua y nutrientes, etc [6]. Investigaciones recientes han hecho hincapié en las limitaciones en términos de resolución [7] y precisión [8] de las imágenes obtenidas para calcular el NDVI, además de la falibilidad del índice en distintas circunstancias [8]. En este contexto, la integración de nuevos tipos de datos añadiría un valor significativo al análisis agronómico.



Figura 1: Fotografía tomada entre hileras de Cabernet Sauvignon. Bodega Yanay, Jujuy, Argentina

La lengua de las plantas Las emisiones acústicas pueden aportar datos sobre el estrés de una planta antes de que éste se vuelva visible [9]. Un reciente estudio realizado en un espacio insonorizado demostró que las plantas emiten distintos sonidos según el tipo de estrés que presenten [1]. Gracias a modelos de Machine Learning, es posible interpretar el motivo del estrés y distinguir la especie de la planta. Se supone que cada especie, "habla una distinta lengua". Si bien es realmente dificultoso obtener una toma aislada de los sonidos de una planta en un exterior cacofónico, existen técnicas para limpiar esos registros y traducir aquellas expresiones.