

# Ciencias de la innovación

## Innovación Agropecuaria

### Análisis colorimétrico de imágenes RGB e hiperespectrales para clasificación de muestras agrícolas

#### *Colorimetric analysis of RGB and hyperspectral images for classification of agricultural samples*

Andrés F Cerón M<sup>1</sup>; José D Ardila U<sup>1</sup>; Jhonny Osorio<sup>2</sup>;  
Andrés Ramírez<sup>2</sup>; Yulieth Reyes<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Universidad Distrital. <sup>2</sup>Fundación Universidad de América.

E-mail: [afceronm@udistrital.edu.co](mailto:afceronm@udistrital.edu.co)

**Antecedentes:** las imágenes hiperespectrales (HSI) son un objeto de estudio importante en la espectroscopia dado que permite condensar información espacial y espectral en una sola matriz de datos mediante diversas técnicas, por tanto, proporciona la suficiente información para identificar o distinguir rasgos característicos en un material. La implementación de HSI se ha desarrollado con todo tipo de técnicas espectroscópicas, pero en la industria agrícola para el estudio de posibles contaminantes y su evolución en plantas se hace uso de la espectroscopia infrarroja cercana (NIR) en combinación de las imágenes hiperespectrales (NIR-HSI). **Objetivo:** desarrollar un método de análisis automático para la discriminación y categorización de la información en HSI y RGB, que permita detectar cambios en parámetros colorimétricos (croma, tono y brillo) en productos vegetales de interés que expresan cambios de color como respuesta a condiciones de estrés ambiental. **Método:** se implementa una metodología computacional que permite optimizar, analizar, depurar y resaltar la información sobre el conjunto de datos que entrega una imagen RGB y HSI. Por otro lado, se implementa una comparativa entre los dos tipos de imágenes, asociando así las ventajas y desventajas que presenta cada metodología estudiada. Para el presente trabajo se implementó una cámara hiperespectral de una resolución espectral de 204 bandas es un rango de 397 - 1003 nm (VIS-NIR) y una resolución espacial de 512 x 512 píxeles, por lo tanto, la información que se analiza en cada imagen es alrededor de 53M de datos. **Resultados:** los resultados obtenidos en la implementación del método indican que la información colorimétrica de cada muestra varía dependiendo las condiciones ambientales, permitiendo así la clasificación y selección de los componentes de la muestra según su color sin importar el método que se implemente. **Conclusiones:** la implementación de una metodología que aplique imágenes RGB para la determinación de cambios en parámetros colorimétricos es sustentable siempre y cuando los resultados sean estandarizados mediante una comparativa con una metodología hiperespectral.

**Palabras clave:** análisis de datos, espacio de color, espectroscopia óptica, imágenes hiperespectrales, imágenes RGB.

**Keywords:** color space, data analysis, hyperspectral imaging, optical spectroscopy, RGB imaging.

### Empleo del aprendizaje de máquina en el análisis espacial del uso potencial de la tierra en fincas lecheras

#### *Application of machine learning in spatial analysis for the potential land use in dairy farms*

Fausto C Moreno Vásquez; Erika D Camacho Morales; Juan E Carulla Fornaguera; Cristian A Pulido Quintero.

Universidad Nacional de Colombia - UNAL.

E-mail: [datalab\\_ifbog@unal.edu.co](mailto:datalab_ifbog@unal.edu.co)

**Antecedentes:** la programación SIG es indispensable para ejecutar análisis geoespaciales de manera simplificada, agilizar procesos complejos, visualizar información espacial y dar soluciones acertadas y rápidas a problemáticas del sector agropecuario, al facilitar el manejo de grandes volúmenes de datos y automatizar tareas. Su uso posibilita el desarrollo de modelos y herramientas que ayuden a monitorear de manera remota y periódica la tierra, el entorno, y los recursos bióticos y abióticos. **Objetivo:** aplicar la programación SIG para tipificar el uso potencial de la tierra de 397 fincas lecheras de los municipios de Guasca, Guatavita y Ubaté. **Métodos:** a través del empleo del lenguaje de programación de Python y la librería Geopandas, se reconoció en una capa espacial la ubicación de 397 sistemas de producción de leche la cual se cruzó con la frontera agrícola nacional. Posteriormente, se superpusieron las capas de aptitud para leche bovina y la aptitud para la producción de pasto kikuyo (*Cenchrus clandestinus*) con los sistemas que se encontraron dentro de la frontera agrícola en los tres municipios; salida gráfica a la cual se le aplicó un método de reclasificación para los niveles de la aptitud con el objetivo de identificar áreas con potencial alto, medio y bajo para la producción del kikuyo en zonas de aptitud lechera en las áreas geográficas de los sistemas analizados. **Resultados:** se identificaron 370 fincas dentro de frontera agrícola. 302 fincas se encuentran en zonas de aptitud alta y 13 en aptitud media para la producción de leche bovina. De estos 315 sistemas, 239 están en áreas con aptitud alta y 61 con aptitud media para producción de pasto y de leche. **Conclusiones:** implementar este tipo de tecnologías en el sector agrario, amplía las posibilidades de análisis de grandes volúmenes de datos y automatización de procesos; y por ende, mejorar el análisis y los procesos metodológicos de la producción de bienes y servicios bajo un enfoque territorial.

**Palabras clave:** análisis espacial, programación SIG, uso potencial de la tierra.

**Keywords:** GIS programming, potential land use, spatial analysis.

## Adopción de herramientas digitales para la toma de decisiones en la producción pecuaria: estudio de caso Ganadería especializada en leche SENA - CBA Mosquera (c)

### *Adoption of digital tools for decision-making in livestock production: case study Livestock specialized in milk SENA - CBA Mosquera (c)*

Claudia Del P Herrera Farfán; Camilo A Molano Salamanca; Angélica J Maldonado Zambrano.

*Centro de Biotecnología Agropecuaria.*

*E-mail: cpherreraf@sena.edu.co*

**Antecedentes:** el SENA-CBA realizó una investigación enfocada en la adopción de herramientas tecnológicas para interconectar tecnologías IoT con el sistema productivo ganadero. **Objetivo:** integrar herramientas y tecnología IoT a los procesos productivos ganaderos, para monitorear variables ambientales, nutricionales y comportamentales que afectan los indicadores pecuarios. **Métodos:** los datos se recolectaron durante el primer semestre del 2022 en la finca San Pedro, Mosquera (C), que cuenta con un Hato de 112 animales especializados en leche. Se seleccionaron los lotes de pastoreo L, M y N con un área de 33.000 m<sup>2</sup> con presencia de Kikuyo y Ryegrass. Para el desarrollo de IoT se gestionaron recursos para obtener información y recursos para procesar los datos. Las imágenes aéreas RGB fueron tomadas con Mavic mini DJI2 y procesadas con software Tauruswebs. Para estimar la temperatura efectiva se implementó un Arduino con sensores de temperatura del aire (TA) y humedad relativa (HR). Durante el estudio se monitorearon 3 grupos poblacionales: producción, Horro y levante, con collares GPS que transmiten la geo posición durante 4 a 6 veces al día vía GSM-Internet. **Resultados:** las vacas inician actividad diaria de pastoreo antes del amanecer, atenúan su actividad con el anochecer con marcada fase de reposo nocturno. Dedicán 11 h/día al pastoreo. El pastoreo y rumia abarca el 58 % del día. La distancia diaria recorrida por los animales fue de 1895 ± 612 m/día. La TA en el periodo de estudio fue 11,2 ± 3,8 °C, con valores desde 4,3 a 22,0 °C. La HR promedio fue de 80,9 ± 14,1 %. El ITH promedio fue de 55,2 ± 6,3 %. La capacidad de carga para los lotes estudiados fue de 0,81 animales, con una producción de leche vaca/día de 17,3 ± 3,5 L y con PV de 550 kg/animal y consumo voluntario por animal de 77,13 kgFV. El aforo digital promedio fue de 0,39 kgFVg/m<sup>2</sup>, con una energía de 3,9 Megajulios, 18 % de MS y 9,93 % de PC. **Conclusión:** la tecnología apropiada evidencia una información en tiempo real para la toma de decisiones en pro de la sostenibilidad del agronegocio, avizorando un futuro promisorio para el fomento de ganaderías inteligentes.

**Palabras clave:** *ganadería inteligente, monitoreo, sistemas de sensores.*

**Keywords:** *monitoring, sensor systems, smart livestock.*

## Aplicación de la Inteligencia Artificial en el análisis cualitativo de necesidades y estrategias de productores porcinos en el Contexto de la Resistencia Antimicrobiana

### *Application of artificial intelligence in the qualitative analysis of needs and strategies of pig producers in the Context of Antimicrobial Resistance*

Fausto C Moreno Vásquez<sup>1</sup>; Cristian A Pulido Quintero<sup>1</sup>; Francisco A Gómez Jaramillo<sup>1</sup>; Erika D Camacho Morales<sup>1</sup>; María F Naranjo Ortíz<sup>1</sup>; Mario E Peña González<sup>2</sup>; Fernando Rojas Bermúdez<sup>2</sup>; Diana C Zambrano Moreno<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Universidad Nacional de Colombia - UNAL. <sup>2</sup>Fondo Nacional de la Porcicultura - Porkcolombia.

*E-mail: datalab\_ifbog@unal.edu.co*

**Antecedentes:** los análisis cualitativos se han utilizado para comprender la subjetividad de los actores de las cadenas agroalimentarias, métodos de investigación social que ayudan a evaluar políticas y programas relacionados con sus eslabones, al mejorar la toma de decisiones informada. Con el avance de la inteligencia artificial, el Procesamiento de Lenguaje Natural (PLN) fortalece el análisis cualitativo automático de datos a partir de su cuantificación. **Objetivo:** aplicar PLN para identificar necesidades y estrategias del sector porcino respecto del uso de Diagnóstico Veterinario (DV) en el contexto de la Resistencia Antimicrobiana (RAM). **Métodos:** a partir de resultados previos de 75 entrevistas con 6 perfiles en 40 granjas y un grupo focal de actores del sector porcino, se aplicó PLN para preprocesar textos, identificar n-gramas, establecer frecuencias, generar correlaciones de ocurrencia y definir términos representativos, para conformar listados de necesidades y estrategias respecto al uso del DV agrupadas por categorías. Conformadas las listas y las agrupaciones, se diseñó un conjunto de 100 instrumentos para priorizar y ponderar necesidades y estrategias mediante el uso de Operadores Lingüísticos. **Resultados:** se identificó y calculó la importancia de las palabras usadas por los distintos actores en las respuestas a las entrevistas y el grupo focal; adicionalmente, se generó una medida de similaridad entre las respuestas de los actores, donde a pesar de usar distintas palabras, el resultado promedio fue análogo en cuanto a la necesidad por el acceso y uso del DV expresado en 52 necesidades agrupadas en 11 categorías y 38 estrategias agrupadas en 11 categorías. La priorización y ponderación determinó que las necesidades asociadas con capacitación y laboratorios, al igual que las estrategias relacionadas con asistencia técnica y capacitación fueron las principales. **Conclusiones:** la aplicación del PLN contribuyó al soporte de procesos de toma de decisiones en el contexto de la RAM para el sector porcino, al obtener y generar nuevos resultados de tipo cuantitativo que antes no se tenían y mejorar la eficiencia de los análisis.

**Palabras clave:** *análisis cualitativos, inteligencia artificial, necesidades, PLN.*

**Keywords:** *artificial intelligence, needs, NLP, qualitative analysis.*

## Uso de grafos en el análisis de la movilización porcina para identificar nodos de alto riesgo en la transmisión de PRRS

### *Usage of graphs in the analysis of pig movements to identify high-risk nodes in the transmission of PRRS*

Fausto C Moreno Vásquez<sup>1</sup>; Cristian A Pulido Quintero<sup>1</sup>; Francisco A Gómez Jaramillo<sup>1</sup>; Andrés J Bermúdez García<sup>1</sup>; María F Naranjo Ortíz<sup>1</sup>; Mario E Peña González<sup>2</sup>; Fernando Rojas Bermúdez<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Universidad Nacional de Colombia - UNAL. <sup>2</sup>Porkcolombia - FNP.

E-mail: [datalab\\_ifbog@unal.edu.co](mailto:datalab_ifbog@unal.edu.co)

**Antecedentes:** la enfermedad del Síndrome Respiratorio y Reproductivo Porcino (PRRS) es altamente contagiosa y causa grandes pérdidas en la industria porcina. En Colombia, la movilización de cerdos es fundamental en la economía del sector, siendo uno de los principales factores de riesgo que contribuye a la propagación de la enfermedad. Por lo tanto, resulta importante identificar y definir zonas de riesgo sanitario para ser priorizadas a través del diseño de estrategias de vigilancia epidemiológica. **Objetivo:** desarrollar un modelo que permita priorizar los municipios de Colombia con mayor riesgo por movilización para convertirse en puntos de vigilancia epidemiológica para PRRS. **Métodos:** a partir de los datos de la movilización de cerdos registrados en el año 2019, se construye un grafo temporal para analizar los desplazamientos entre municipios en el tiempo. Cada municipio se representa como un nodo y sus relaciones en un período fijo como aristas ponderadas según la cantidad de cerdos transportados. Primero, se identifican patrones y tendencias en la movilización, luego se calculan medidas para cada municipio y período, con el fin de responder preguntas relevantes sobre el comportamiento de la movilización, la existencia de comunidades y anomalías. Por último, se comparan los resultados obtenidos con la presencia de PRRS en cada municipio para establecer un modelo de riesgo sanitario. **Resultados:** se calcularon medidas que permiten identificar y establecer la priorización de los municipios con mayor probabilidad de convertirse en puntos de vigilancia para PRRS. Algunos municipios de Antioquia, el mayor productor, se encontraron en la parte superior de la lista. **Conclusiones:** los grafos temporales permiten identificar patrones y tendencias en la movilización de cerdos y su relación con la probabilidad de convertirse en puntos de vigilancia para PRRS. Representa una alternativa innovadora e interesante para la prevención de la enfermedad. Estos resultados pueden ser utilizados por la autoridad sanitaria para diseñar estrategias de vigilancia epidemiológica y prevenir la propagación de la enfermedad.

**Palabras clave:** análisis de redes, epidemiología, grafos temporales, movilización de cerdos, PRRS.

**Keywords:** epidemiology, network analysis, pig movement, PRRS, temporal graphs.

## Policultivo de tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*) y capaz (*Pimelodus grosskopfii*) mediante un sistema de recirculación acuapónico acoplado a un estanque en tierra, en Gigante Huila

### *Polyculture of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and capaz (*Pimelodus grosskopfii*) using a recirculating aquaponic system coupled to an earth pond, in Gigante Huila*

Andrés F Martínez Remolina.

Fundación Agrotech BMA.

E-mail: [dp.agrotechbma@gmail.com](mailto:dp.agrotechbma@gmail.com)

**Antecedentes:** la adaptación tecnológica de la acuaponía en el país presenta innovaciones tales como el uso de estanques en tierra, potenciando la acuicultura semi intensiva con resultados prometedores, facilitando la transición hacia una acuicultura más sostenible a gran escala. **Objetivo:** evaluar el policultivo de tilapia nilótica y capaz en un modelo de recirculación acuapónico acoplado a un estanque de tierra bajo condiciones de clima templado. **Método:** se experimentó en la estación piscícola del alto magdalena durante 196 días, en donde fue establecido un sistema de recirculación acuapónico, con un estanque en tierra de 200 m<sup>2</sup>, un clarificador y un biofiltro con volúmenes nominales de 2 m<sup>3</sup> y 1 m<sup>3</sup> respectivamente y 20 m<sup>2</sup> el componente hidropónico. 350 ejemplares de *P. grosskopfii* y 1000 ejemplares de *O. niloticus* fueron sembrados en el estanque a razón de 5 *O. niloticus* y 1,75 *P. grosskopfii* por metro cuadrado, peso promedio inicial de 0,3 ± g y 2,2 ± 0,6 g respectivamente. La alimentación se realizó con alimento balanceado comercial a saciedad por observación con ajustes al ofrecimiento, realizando biometrías cada 30 días, los parámetros fisicoquímicos registrados fueron pH, temperatura, nitrógeno amoniacal total, nitritos, nitratos, oxígeno disuelto, conductividad eléctrica y turbidez. El componente hidropónico fue sembrado con plántulas de pimentón (*Capsicum annuum* L) a una densidad de 2 plantas/m<sup>2</sup>, semanalmente se registró altura de la planta, y en fruto el peso, altura y circunferencia en frutos. **Resultados:** al final de la experimentación se cosecharon 538,4 kg de tilapia nilótica con peso de 564,3 ± 91 g, y 21,7 kg de capaz con peso y talla promedio de 68,6 ± 15 g. El cultivo presentó una TCA 1,11 global. Se cosecharon 48,02 kg de pimentón, con un número promedio de 8 frutos por planta y un peso promedio de 114,1 ± 34 g. **Conclusiones:** el policultivo integrado de tilapia, capaz y pimentón es altamente productivo en un sistema acuapónico aún en primera cosecha. Se requieren mayores estudios para profundizar el conocimiento sobre este policultivo en sistemas de recirculación acuapónicos acoplados a un estanque en tierra a mayores escalas.

**Palabras clave:** biometrías, capaz, componente hidropónico, tilapia nilótica.

**Keywords:** biometrics, capable, hydroponic component, Nile tilapia.



## Modelos de forecasting aplicados a precio base de subastas ganaderas

### *Forecasting models applied to the base price of livestock auctions*

Giovanny Reales Rodríguez; Edimer D Jaramillo.

*Universidad de Antioquia - UdeA.*

*E-mail: giovanny.realesr@udea.edu.co*

**Antecedentes:** para comprender los sucesos aleatorios se usan diversos métodos estadísticos, estos también se emplean en las subastas de ganado, ya que los cambios en los precios y la venta afectan directamente a los ingresos de las explotaciones bovinas. Algunos ejemplos de estos métodos son los modelos aditivos lineales, la media móvil multiplicativa, la tasa de crecimiento sobre las medias anuales, los modelos condicionales heterocedásticos auto-regresivos y el modelo lineal econométrico auto-regresivo con retrasos distribuidos. **Objetivo:** describir el comportamiento de los precios base que se aplican en la subasta CENCOGAN. **Metodología:** la extracción de datos se realizó mediante la técnica de Web Scraping en las páginas oficiales de CENCOGAN, Fedegan y Datos Abiertos del gobierno colombiano. La información recolectada fue analizada mediante el software R con RStudio, aplicando técnicas de análisis estadístico descriptivo, exploratorio univariado, bivariado y multivariado. Se aplicaron técnicas de pronóstico para modelar la variación de los precios a lo largo del tiempo. Se utilizaron modelos de regresión lineal múltiple y modelos Autorregresivos (ARIMA). Los modelos fueron comparados con la métrica Error Absoluto Porcentual Medio (MAPE). **Resultados:** con los modelos evaluados se obtuvo un MAPE de 9,15 % hasta 11,89 % y de 4,28 % hasta 22,42 %, para predicciones globales y locales, respectivamente. Se evidenció que la volatilidad en el precio base del ganado incrementó después del COVID19, también fue posible dilucidar que categorías como el toro y hembras de vientre exhiben comportamientos más homogéneos en el precio. Se encontraron correlaciones altas y positivas entre variables exógenas como la tasa representativa del mercado y el precio base del ganado. **Conclusiones:** el uso de técnicas de análisis estadístico y herramientas de modelado predictivo son de alta relevancia para comprender la variabilidad temporal del precio base del ganado, constituyéndose en un elemento de utilidad para los inversores y demás actores del mercado ganadero, permitiéndoles tomar decisiones anticipadas y precisas en cuanto a la gestión de sus operaciones y estrategias comerciales.

**Palabras clave:** *series temporales, subastas ganaderas, web scraping.*

**Keywords:** *livestock auctions, time series, web scraping.*

## Ideación de una plataforma interactiva para el manejo de información hiperespectral

### *Ideation of an interactive platform for hyperspectral information management*

Susana Mesa Londoño; Mario F Cerón Muñoz; Luis F

Galeano Vasco; Marisol Medina Sierra.

*Grupo de Investigación Agrociencias; Biodiversidad y Territorio (GAMMA); Facultad de Ciencias Agrarias; Universidad de Antioquia - UdeA; Medellín; Colombia.*

*E-mail: susana.mesa@udea.edu.co*

**Antecedentes:** la ideación combina la creatividad y el análisis de pensamiento para el desarrollo acertado de un software. Su importancia radica en que encuentra el punto de equilibrio entre los usuarios potenciales, los desarrolladores y las necesidades de la empresa. La ideación es una etapa crucial cuando se deben generar análisis estadísticos con grandes volúmenes de datos (ej. datos hiperespectrales) y cuando hay diferentes niveles de usuarios (ej, investigadores, estudiantes, productores). **Objetivo:** idear una plataforma interactiva y escalable para la gestión de conocimiento en el uso de información hiperespectral para el análisis de diferentes tipos de muestras, insumos y productos agropecuarios. **Métodos:** para identificar las necesidades del proyecto, se realizó un estudio previo mediante una revisión bibliográfica para determinar la tecnología y herramientas más adecuadas para su desarrollo. Esto generó un paso a paso para la elaboración de una plataforma que permita cubrir las necesidades del proyecto. **Resultados:** se definió que Python es el lenguaje más apropiado para la elaboración de la plataforma. También se identificaron los pasos necesarios para el desarrollo de esta, como la recopilación de la información y materiales necesarios para la enseñanza de imágenes hiperespectrales de forma didáctica, el diseño de la interfaz y la programación de las funciones necesarias. **Conclusión:** los resultados obtenidos en la ideación indicaron que es posible generar un prototipado y evaluar una herramienta interactiva, escalable y adaptable que pueda crecer con el tiempo y permita a los usuarios aprender sobre imágenes hiperespectrales de forma interactiva y efectiva.

**Palabras clave:** *desarrollo de software, enseñanza virtual, escalabilidad, espectroscopía, interfaz de usuario.*

**Keywords:** *e-learning, scalability, software development, spectroscopy, user interface.*

**Propagación *in vitro* de jabín (*Piscidia piscipula* L.) y Parota (*Enterolobium cyclocarpum* Jacq.) con aplicación en sistemas ganaderos silvopastoriles en México**

***In vitro* propagation of Jabín (*Piscidia piscipula* L.) and Parota (*Enterolobium cyclocarpum* Jacq.) with application in silvopastoral livestock systems in Mexico**

José E Ramírez Benítez<sup>1</sup>; José H Caamal Velázquez<sup>1</sup>; Casandra Salazar Pérez<sup>1</sup>; Fany Moralez Jiménez<sup>1</sup>; Mónica N Dzul Decena<sup>1</sup>; Víctor E Contreras Medina<sup>1</sup>; Martha V Dzib-Vivas<sup>1</sup>; Ana J García Ramírez<sup>1</sup>; José J Huijara Vasconcelos<sup>1</sup>; Norma L Rodríguez Ávila<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Universidad Autónoma de Campeche. <sup>2</sup>Instituto Tecnológico de Chiná.

E-mail: jeramire@uacam.mx

**Antecedentes:** los sistemas silvopastoriles se basan en la combinación de forrajes procedentes de pastos y árboles o arbustos. El sureste mexicano posee diversas especies forestales que son usadas para este fin en la producción de ganado bovino y caprino. El crecimiento de este tipo de sistemas de producción está limitado por la disponibilidad de plántulas para siembra de más áreas de producción.

**Objetivo:** implementar protocolos de cultivo *in vitro* de Jabín y Pich, con aplicación en producción silvopastoril de Campeche, México. **Métodos:** se recolectaron semillas de Jabín (*Piscidia piscipula* L.) y Pich o Parota (*Enterolobium cyclocarpum* Jacq.), durante la primavera de 2022. Las vainas se colectaron posterior a la desecación del embrión y se desinfectaron mediante inmersión con etanol al 70 % e hipoclorito de sodio al 6 % en condiciones asépticas. Las semillas se sembraron el medio semisólido Murashige & Skoog (MS) y MS suplementado con 1 mg/L de 6-BAP y 15 % de sacarosa. Las semillas fueron incubadas a 25 °C y con fotoperiodo 12 h luz/12 h oscuridad durante 30 días. Se evaluó el porcentaje de germinación, así como el porcentaje de contaminación para las diferentes semillas. **Resultados:** la especie que presentó mayor respuesta a la inducción de la germinación fue jabín, con un porcentaje de germinación del 33 %, mientras que la de menor respuesta fue Parota, con un porcentaje del 2,1 %. La principal fuente de contaminación fueron hongos filamentosos y levaduras, probablemente debido a un proceso de desinfección inadecuado. La presencia de una testa dura en las semillas de Parota se sugiere como la principal razón para la recalcitrancia de la germinación *in vitro* de esta especie. **Conclusiones:** los protocolos de germinación para especies forestales deben de considerar la naturaleza mecánica de la testa, para facilitar la entrada de agua al interior de la semilla y la inducción de la germinación. Los resultados indican que estas especies responden favorablemente a protocolos de producción masiva de plántulas con fines del establecimiento de bosques de producción silvopastoril.

**Palabras clave:** 6-BAP, *Enterolobium cyclocarpum*, germinación *in vitro*, *Piscidia piscipula*.

**Keywords:** 6-BAP, *Enterolobium cyclocarpum*, *in vitro* germination, *Piscidia piscipula*.

**Estructuración y modelado de información zootécnica, financiera y metagenómica de granjas porcícolas colombianas para la toma eficiente de decisiones**

**Structuring and modeling of zootechnical, financial and metagenomic information of Colombian pig farms for efficient decision making**

Andrés J Acevedo Montoya; Johanna M Uran Velásquez; Catalina M Bedoya Ortiz; Luis C Veloza Angulo; Juan C Pareja Arcila; Óscar A Sáenz Ruiz; Juan F Naranjo Ramírez; René Ramírez García; Javier M Agudelo Rendón.

Bialtec SAS.

E-mail: jnaranjo@ces.edu.co

**Antecedentes:** en los últimos años el auge de la 4<sup>ta</sup> revolución industrial ha hecho que las personas y empresas en general comiencen a tomar decisiones basadas en la información que recolectan de sus procesos. Las granjas porcícolas, aunque bien capturan información de los animales, sigue siendo muy básicas y pobres de estructura, impidiendo así la explotación del 100 % de la información y que las decisiones tomadas carezcan de los aprendizajes que nos dejan los datos históricos. **Objetivo:** diseñar una tecnología de fácil implementación en la captura de información zootécnica en campo que almacene la información en bases de datos estructuradas para su posterior modelado y relacionamiento con otros conjuntos de información. **Metodología:** se diseñó un formulario automatizado en la aplicación Microsoft Excel para la captura de la información en bases de datos estructurada que luego se extrae, transforma y carga (ETL) en el aplicativo Microsoft power BI a través de la herramienta integrada power query para la limpieza de la información. Luego, se diseñan modelos relacionales que permiten el análisis de información conjunta a través de visualizaciones interactivas y amigables con el usuario final. **Resultados:** hemos registrado 630 animales experimentales equivalente a una base de datos de 5500 filas x 84 columnas. La información incluye datos de metagenómica, hematológicos y química sérica e información zootécnica. Se construyeron cuadros de mando integral donde se pueda revisar a través de filtros dinámicos la interacción de todas las variables por cerdo evaluado y facilitar así la toma de decisiones. **Conclusión:** el desarrollo de la herramienta para la captura de la información estructurada para su posterior modelado y análisis ha generado eficiencias en tiempo al momento de analizar la información, permitiendo tomar decisiones de una forma más sencilla y con bases más sólidas. Actualmente la herramienta se encuentra en el desarrollo de una opción para la captura de información desde la web, permitiendo llegar la tecnología a cualquier campo donde se requiera y desee mejorar la eficiencia y eficacia de sus granjas a través de la toma de decisiones basadas en datos.

**Palabras clave:** datos, ETL, modelos, power, variables.

**Keywords:** data, ETL, models, power, variable.

## Diseño de una metodología experimental para la captura de imágenes hiperespectrales y su uso en la determinación de propiedades ópticas en muestras de la industria agrícola

### *Design of an experimental methodology for the capture of hyperspectral images and their use in the determination of optical properties in samples from the agricultural industry*

José D Ardila Useda<sup>1</sup>; Jorge A Ramírez Rincón<sup>2</sup>; Yulieth C Reyes Roa<sup>2</sup>; Andrés F Cerón Molina<sup>1</sup>; Jhonny Osorio<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Universidad Distrital Francisco José De Caldas. <sup>2</sup>Fundación Universidad De América.

E-mail: [jdardilau@udistrital.edu.co](mailto:jdardilau@udistrital.edu.co)

**Antecedentes:** tradicionalmente, la calidad de los productos agrícolas se ha evaluado mediante procesos de inspección visual y/o métodos químicos. Sin embargo, en muchos casos estos métodos resultan inoportunos e insuficientes debido a que los cambios morfológicos en los alimentos se evidencian en etapas avanzadas de su desarrollo dificultando la restauración de su calidad. Además, los análisis químicos requieren de largos tiempos de análisis, son costosos y no permiten obtener resultados en tiempo real. En este contexto, las técnicas de espectroscopia óptica se presentan como una alternativa rápida, confiable, económica y ecológica para la evaluación de la calidad y la detección de irregularidades en alimentos. El café es un producto de gran interés debido a su alta demanda a nivel mundial, que presenta diferentes modificaciones sensoriales a través de su procesamiento. Por lo tanto, estas técnicas resultan especialmente útiles para realizar predicciones sobre su calidad. **Objetivo:** diseñar, probar y estandarizar una metodología de análisis colorimétrico en tiempo real mediante el uso imágenes RGB, para cuantificar la calidad física del café cereza antes del beneficiado. **Métodos:** en este trabajo se ha desarrollado probado y estandarizado una metodología de análisis colorimétrico en tiempo real mediante el uso de imágenes RGB para la cuantificación de la calidad física de la cereza de café. Para ello se ha comparado la información cromática obtenida a partir de imágenes RGB e hiperespectrales con el fin de validar el método de análisis y su accesibilidad desde cualquier cámara convencional. Todo esto se ha logrado mediante el uso de un algoritmo de análisis cromático desarrollado en Python. **Resultados:** se obtienen mapas colorimétricos en tiempo real para la cuantificación precisa de la calidad de los granos de café diferenciando las cerezas maduras, verdes y pintonas. **Conclusiones:** se espera que los resultados obtenidos al finalizar el proyecto sirvan para entregar a los agricultores una metodología de bajo costo y eficaz que evalúe la calidad y el rendimiento de la cosecha de café.

**Palabras clave:** *café, espectroscopia óptica, imagen hiperespectral, imagen RGB, inspección visual.*

**Keywords:** *coffee, hyperspectral imaging, optical spectroscopy, RGB imaging, visual inspection.*

## Evaluación de Resiliencia socio ecológica en sistemas territoriales de innovación de los municipios de Florida y Pradera en el Valle del Cauca, Colombia

### *Evaluation of socio-ecological resilience in territorial innovation systems of the municipalities of Florida and Pradera in Valle del Cauca, Colombia*

Joan F Díaz Calderón; Sonia D Ospina Hernández; Eliana Martínez Pachon; Maricel Piniero; Carlos E Narváez Marmolejo.

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - AGROSAVIA.

E-mail: [jfdiaz@agrosavia.co](mailto:jfdiaz@agrosavia.co)

**Antecedentes:** los sistemas territoriales de innovación (STI) promueven el desarrollo rural en Colombia basándose en la colaboración e interacción de los actores de un territorio con el objetivo de mejorar la calidad de vida de los productores campesinos. Estas estrategias de los STI inician con la lectura del territorio como socio ecosistema por lo que es necesaria la comprensión de las dinámicas sociales y el grado de resiliencia socio ecológica frente a las crisis sociales, ambientales y económicas. **Objetivo:** analizar los indicadores de resiliencia socio ecológica en los municipios de Pradera y Florida (Valle del Cauca), municipios priorizados por los programas con enfoque territorial (PDET). **Métodos:** se utiliza la metodología llamada “Territorios Innovadores y Socio ecológicamente Resilientes - TISERE” adaptada por la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA) de la “caja de herramientas para los indicadores de resiliencia de paisajes socio ecológicos terrestres y marinos de producción” por la United Nations University - Institute for the Advanced Study of Sustainability, Biodiversity International, Institute for Global Environmental Strategies y United Nations Development Program, mediante una evaluación cualitativa en consenso con los actores del territorio. **Resultados:** se identificó que el eje de mayor grado de resiliencia es el conocimiento e innovación asociados a prácticas agrícolas innovadoras, conocimiento tradicional, documentación del conocimiento y conocimiento de las mujeres, mientras que el eje crítico es la diversidad del paisaje y la conservación de los ecosistemas naturales evaluado con los indicadores de áreas protegidas, acceso a recursos naturales y preparación ante la crisis. **Conclusiones:** a partir de los resultados de evaluación de resiliencia y enmarcado en la gobernanza que fomenta la acción colectiva y la autogestión, se construye un plan de acción con los diversos actores territoriales para gestionar programas de desarrollo, mejorar la competitividad de los sistemas productivos frente al uso sostenible de los recursos, el mejoramiento de la calidad de vida, la cohesión y el empoderamiento de los actores.

**Palabras clave:** *desarrollo, innovación, resiliencia, socio ecológica, territorio.*

**Keywords:** *development, innovation, resilience, socioecology, territory.*



## Mitigación de las emisiones de amoníaco en cerdos en engorde a través de la inclusión dietaria de *Yucca schidigera* o Saponinas de Quillaja

### *Mitigation of ammonia emission in growing-finishing pigs through the dietary inclusion of Yucca Schidigera or Quillaja saponin*

Juan E Gómez Martínez; Alejandro Trujillo Trujillo; Juliana Villegas Cuadros; Carlos A Maya Ortega; Cristian J Cardozo Pascuas; Javier D Chica Peláez.

*Iluma Alliance; Alura; Premex; Asimetrix.*

*E-mail: juan.gomez.martinez@premexcorp.com*

**Background:** one of the leading environmental alterations in the pigs' barns is due to greenhouse gases; ammonia plays an important role. Most nitrogen in pigs' diet is excreted in feces or urine. **Objective:** to determine the effect of including *Yucca Schidigera* (Y) or Quillaja saponin (Q) in the diet of growing and finishing pigs on ammonia emissions, growth performance (GP), and carcass characteristics (CC). **Methods:** the study conducted at the Iluma Alliance validation center involved 660 IC-male pigs, with an initial weight of 24.9 kg and a final weight of 117.3 kg. Trt 1: Control diet (CD) = basal diet (BD; without Q or Y). Trt 2: BD + Q (200 ppm). Trt 3: BD + Y (125 ppm). A randomized block design was used, with 11 replicates and 11 repetitions in different pen settings. Measurements included average daily gain (ADG), feed intake (ADFI), feed conversion ratio (FCR), ammonia emission, and CC. The experimental unit (EU) for GP was the 20-pig pen, and for the CC, it was each individual pig. The data collected were analyzed using linear mixed models in R, with results informing an economic analysis considering feed cost and gain. **Results:** the ADG from start to end was 1.12 kg, 1.11 kg, and 1.1 kg for treatments 1, 2, and 3, respectively. The ADFI was 2.19 kg, 2.16 kg, and 2.15 kg, with treatment 1 significantly higher than 3 ( $P$  value  $< 0.05$ ). The FCR was similar across treatments at 1.96, 1.95, and 1.96. Ammonia levels varied significantly among treatments: lowest in Treatment 2 (5.92 ppm), highest in Treatment 1 (15.23 ppm), with Treatment 3 intermediate (9.14 ppm) ( $P$  value  $< 0.05$ ). Regarding processing plant data there were similar backfat and meat lean yields and statistical differences in weight before the process among treatments. **Conclusions:** while GP was similar across treatments, ammonia levels, and pre-processing weights varied. Treatment 2 (Quillaja saponin) showed the lowest ammonia levels, making it a potential option for reducing environmental impact in pig farming while maintaining growth performance like the control and *Yucca Schidigera* treatments.

**Keywords:** *ammonia emissions, carcass, performance, pigs, saponin.*

**Palabras clave:** *canal, cerdos, emisión de amoníaco, rendimiento, saponina.*

## Estimación del peso vivo de cerdos en crecimiento y acabado mediante inteligencia artificial: comparación con el pesaje en báscula de granja

### *Estimating live weight of growing and finishing pigs using artificial intelligence: a comparison with farm scale weighing*

Juan E Gómez Martínez; Alejandro Trujillo Trujillo; Carlos A Maya Ortega; Cristian J Cardozo Pascuas; Javier D Chica Peláez.

*Iluma Alliance; Alura; Premex; Asimetrix.*

*E-mail: juan.gomez.martinez@premexcorp.com*

**Background:** traditional pig weighing methods in pig farming is inefficient and stressful. By utilizing digital image analysis and neural networks, this approach may improve animal welfare and expedite decision-making based on live weight. **Objective:** to compare two weighing methodologies, scale, and Artificial Intelligence, based on the body weight of pigs in the growth and fattening stages up to the investigative level. **Methods:** the study was at the Iluma Alliance's pig validation center, where historical data from three research batches involving 2,174 pigs was collected. Live weight data obtained through scale weighing was compared with that derived from artificial intelligence-based weighing in three experiments, which consisted of 114 different treatment groups. A completely randomized block design and mixed linear models were employed to analyze the live weight variable. Measurements were taken at various stages of each experiment, correlating daily weights recorded by the AI system with scale measurements. The findings contribute to our understanding of alternative weighing methodologies for pigs. **Results:** the analysis of pig weight measurements from scale and artificial intelligence methods shows similar trends across different periods and experiments. Initial discrepancies between the methods were more pronounced, especially in the early stages. Nevertheless, the trend was consistent across both sexes and weight ranges (25-125 kg). A subsequent joint analysis revealed a high, significant correlation (0.989,  $p < 0.001$ ) between the methods. These results suggest both weighing methodologies can effectively inform productive parameters in pig farming. Moreover, artificial intelligence maintained statistical test power and, in some cases, demonstrated greater sensitivity in detecting treatment differences. **Conclusions:** the artificial intelligence tool allows real-time weight measurements, enabling the calculation of zootechnical indicators. It shows over 95 % similarity with direct scale measurements, detecting statistical differences in experimental treatment weights. Additionally, it reduces standard errors in later phases ( $> 100$  kg), enhancing precision.

**Keywords:** *animal-welfare, artificial-intelligence, neural-networks, pig-weighing, precision.*

**Palabras clave:** *bienestar animal, inteligencia artificial, pesaje de cerdos, precisión, red neuronal.*

## Evaluación del desempeño de dos métodos de visión artificial para identificar vacas lecheras en pastoreo

### *Assessing the performance of two computer vision methods for identifying grazing dairy cows*

Fredy Ramírez Agudelo; Sebastián Bedoya Mazo; José F Guarín Montoya.

*Grupo de Investigación en Ciencias Agrarias - GRICA;  
Facultad de Ciencias Agrarias; Universidad de Antioquia -  
UdeA; Medellín; Colombia.*

*E-mail: sebastián.bedoyam@udea.edu.co*

**Background:** computer vision plays a crucial role in Precision Livestock Farming (PLF), enabling the monitoring and analysis of animal health, behavior, and productivity. However, the implementation of these technologies presents technical challenges that require collaboration among farmers, researchers, and technology providers. **Objective:** this study aimed to compare the performance of two approaches for identifying grazing dairy cows using a computer vision model based on ResNet. The first approach involved image classification (IC), while the second approach focused on feature or embedding comparison (EC). **Methods:** to generate the image dataset for approaches training and evaluation, a YOLO model was used. Three high-definition cameras strategically placed in the grazing area of a dairy farm

were used to record videos, from which the YOLOv5 model was employed to detect and extract images of individual cows. The identification approaches were trained and validated using 4740 and 2256 images, respectively. FastAI was utilized for training the ResNet50 model in the IC approach, while the open-source PyTorch ReID project was employed for the EC approach. The performance of the trained approaches was evaluated using a confusion matrix and five metrics: Accuracy (A), Precision (P), Recall (R), F1 score (F1) and Matthews Correlation Coefficient (MCC). **Results:** the confusion matrix highlighted that the EC experienced issues in correctly identifying three cows, whereas the IC struggled with the identification of seven cows. The A, P, R, F1 and MCC of the IC approach were 0.80, 0.75, 0.74, 0.73, 0.78; and 0.89, 0.88, 0.87, 0.86, 0.88 for the EC approach. The results indicate that the EC approach is a more robust and accurate technique for identifying Holstein cows under grazing conditions than the IC approach. **Conclusions:** the EC approach emerges as the preferred method for identifying grazing Holstein cows, offering improved accuracy and versatility for diverse farm conditions. This study showcases the value of using computer vision as a tool for monitoring animal productivity and health in the context of PLF.

**Keywords:** *FastAI, image classification, precision livestock farming, PyTorch ReID, ResNet.*

**Palabras clave:** *clasificación de imágenes, FastAI, ganadería de precisión, PyTorch ReID, ResNet.*