

## Medio Ambiente y Cambio Climático

### Análisis ambiental utilizando Google Earth Pro en una granja avícola en Guasca, Cundinamarca\*

### *Environmental analysis using Google Earth Pro in a poultry farm at Guasca, Cundinamarca*

Manuela Aceró Ovalle<sup>1</sup>, Est MV; María M Botero Rueda<sup>1</sup>, Est MV; María E Belalcazar Zafra<sup>1</sup>, Zoot, Esp, MSC; Carolina Bespaholk Jacometo<sup>1</sup>, Zoot, PhD

\*Financiado por la Universidad de la Salle y Fenavi.

<sup>1</sup>Universidad de La Salle.

E-mail: mebelalcazar@unisalle.edu.co

**Antecedentes:** el monitoreo ambiental es clave en el sector avícola a fin de mejorar el rendimiento productivo de las granjas y permitir la implementación de prácticas de manejo sostenibles a fin de reducir los impactos ambientales de esta actividad. **Objetivo:** analizar el componente ambiental en una granja avícola a través de un diagnóstico rápido, utilizando Google Earth Pro. **Métodos:** selección de una granja avícola de pollo de engorde ubicada en el municipio de Guasca, Cundinamarca, por medio de Google Earth teniendo en cuenta sus coordenadas geográficas, con herramientas disponibles en la plataforma; medición las distancias desde los límites del predio hasta los establecimientos cercanos, las vías primarias o secundarias y las fuentes hídricas ubicadas a los alrededores del predio. Con información obtenida de la Guía Ambiental para el Subsector Avícola se diligenció una matriz para realizar un análisis rápido de los datos obtenidos del predio. **Resultados:** al analizar indicadores como: distancias mínimas en línea recta de áreas urbanas y suburbanas (600 m), nacimientos de agua (100 m), cauces de fuentes hídricas (30 m), otras granjas avícolas (50 m), vías primarias, secundarias y terciarias (50 m), y aislamiento con respecto a otros predios (50 m), además del área mínima de la granja (5 Ha) y el porcentaje máximo de ocupación del predio en uso avícola (8 %). Gracias a Google Earth fue posible evaluar estos indicadores sin la movilización a las instalaciones y se observó que la ubicación geográfica de la granja es apta en ocho del total de nueve variables consideradas en el proyecto, resultando en un 88% de aprobación, a fin de indicar que la granja genera un bajo impacto ambiental. **Conclusiones:** según el estudio realizado en la finca escogida, se pudo determinar que cumple con los parámetros establecidos dentro de la Guía Ambiental del Subsector Avícola, con lo cual se está previniendo, controlando y mitigando los impactos medioambientales de la producción. El cumplimiento de estos parámetros permite que la explotación sea más competitiva frente a otras empresas, al prevenir los riesgos de salud tanto de los animales de la producción como de la población cercana.

**Palabras clave:** guía ambiental, impacto ambiental, ubicación geográfica.

**Keywords:** environmental guide, environmental impact, geographic location.

### Efecto de la adición de microorganismos sobre la producción de gas metano en biodigestores alimentados con excretas animales\*

### *Effect of the addition of microbial strains on gas methane production in biodigesters fed animal excreta*

Julián M Botero Londoño<sup>1</sup>, Zoot, PhD; Javier Y Vera Morales<sup>2</sup>, Est Zoot; Jose L Hernández Mujica<sup>2</sup>, Est Zoot; Mónica A Botero Londoño<sup>3</sup>, Ing Elecc, PhD; Erika M Celis Celis<sup>2</sup>, Quim

\*Financiado por la Universidad Industrial de Santander.

<sup>1</sup>Docente planta temporal sedes regionales Universidad Industrial de Santander. <sup>2</sup>Estudiante Universidad Industrial de Santander. <sup>3</sup>Docente planta Universidad Industrial de Santander.

E-mail: jmbotlon@uis.edu.co

**Antecedentes:** la producción de biogás a partir de desechos orgánicos del sector agropecuario es una alternativa para la obtención de energías renovables que puedan impactar en el desarrollo socioeconómico del mismo y se presenta como opción tecnológica para la sostenibilidad y seguridad energética de los productores. **Objetivo:** determinar el efecto de la adición de microorganismos sobre la producción de gas metano en biodigestores alimentados con excretas animales. **Métodos:** los biodigestores se construyeron utilizando canecas herméticas de 100 L, a los cuales se les adicionaron 13,25 kg de bovinaza en base seca, 1,75 kg de porquinaza en base seca y 50 L de agua. Se trabajó un diseño experimental completamente al azar con 4 tratamientos y 4 repeticiones para un total de 16 unidades experimentales; los tratamientos consistieron en la adición a los biodigestores de 500 g de microorganismos capturados del bosque (T1), 500 g de contenido ruminal (T2), 500 g de lodos porcinos (T3) y un tratamiento control (T0) sin adiciones; los datos de volumen de biogás generado (producción de biogás) se tomaron diariamente a partir del momento en que se empezó a generar biogás, usando contadores de gas instalados en los biodigestores; la composición de los gases se determinó a los 5, 15, 25 y 35 días de iniciada la producción usando un Cromatógrafo de gases. Los registros de las variables analizadas fueron sometidos a un análisis de varianza; cuando hubo diferencias ( $P < 0,05$ ) se utilizó el test de rangos múltiples de *Dunnett* para la separación de medias incluido en el paquete SAS. **Resultados:** la producción de biogás mostró diferencias estadísticas ( $P < 0,05$ ) para todos los tratamientos, encontrando la mayor producción en el tratamiento T1, cuyo incremento fue del 47 % frente al control. La concentración de metano no mostró diferencias estadísticas entre los tratamientos, pero sí hubo diferencias estadísticas en la concentración de dióxido de carbono y nitrógeno. Los bioles evidenciaron mayor actividad microbiana y concentración en nutrientes disponibles en el tratamiento T1. **Conclusión:** la adición de microorganismos en biodigestores es una opción tecnológica para incrementar la producción de biogás y obtener bioles con mejores propiedades para ser utilizados en la fertilización.

**Palabras clave:** biogás, biol, energía renovable.

**Keywords:** biogás, organic fertilizer, renewable energy.

**Efecto de la estacionalidad e intensidad de la lluvia en la movilización de fosfato en pastizales Andinos del trópico: implicaciones para el ciclaje de nutrientes\***

**Effect of seasonality and intensity of rainfall on phosphate mobilization in tropical Andean grasslands: implications for nutrient cycling**

Diego Suescún Carvajal<sup>1</sup>, MS; Juan D León Peláez<sup>2</sup>, PhD; Juan C Villegas Palacio<sup>3</sup>, PhD; Guillermo A Correa Londoño<sup>4</sup>, PhD

\*Financiado por COLCIENCIAS, Convocatoria 543-2011.

<sup>1</sup>Universidad Industrial de Santander, sede Málaga. <sup>2</sup>Departamento de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín, Medellín, Colombia. <sup>3</sup>Grupo GIGA, Escuela Ambiental, Facultad de Ingeniería, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. <sup>4</sup>Departamento de Ciencias Agronómicas, Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín, Medellín, Colombia.

E-mail: diegocarvajal8@gmail.com

**Antecedentes:** los ecosistemas altoandinos proveen servicios ambientales asociados al recurso hídrico esenciales para la población, como es el mantenimiento y mejoramiento de la calidad de agua. Sin embargo, estos ecosistemas están amenazados por procesos de cambio ambiental como el cambio climático, el cual puede afectar de diferentes maneras los procesos ecohidrológicos y biogeocíquicos de los ecosistemas, más aún, cuando las proyecciones de cambio climático (según Panel Intergubernamental del Cambio Climático) predicen un aumento e intensificación de las temporadas secas y aumento en la intensidad de la lluvia. **Objetivo:** evaluar el efecto de la estacionalidad de la lluvia y algunas variables meteorológicas sobre flujos superficiales e internos de PO4-P en el suelo de un pastizal. **Métodos:** por un período de dos años, se analizó la dinámica del PO4-P conforme llega al pastizal a través de la lluvia, y que posteriormente circuló a través del suelo vía escorrentía superficial, infiltración y erosión. También se analizaron las relaciones de tales flujos con la intensidad de la lluvia. Se instalaron dos parcelas de escorrentía superficial (10x2 m) donde también se capturaron sedimentos. Se instalaron lisímetros a cero tensiones a tres diferentes profundidades del suelo (mantillo, Horizonte A y drenaje profundo). Se usó el PO4-P como indicador de la función de regulación de nutrientes, debido a su condición de nutriente limitante en los ecosistemas andinos del norte de los Andes. **Resultados:** se encontró un efecto de la estacionalidad de la lluvia sobre flujos de PO4-P vía escorrentía superficial (significativamente mayores en la temporada húmeda;  $P < 0,05$ ), más no en la infiltración. Sin embargo, las relaciones entre la erosión y la intensidad de la lluvia variaron dependiendo de la temporada hidrológica. **Conclusiones:** de cumplirse con las proyecciones de cambio climático, se afectaría la dinámica natural de circulación de PO4-P en ecosistemas andinos, con consecuencias en la provisión de servicios ambientales clave para la población, como es la calidad del agua. Más aún cuando los ecosistemas andinos se encuentran dominados por pastizales, generando alteraciones en el equilibrio y funcionamiento de los ecosistemas desde una perspectiva del ciclaje de nutrientes.

**Palabras clave:** cambio climático, cambio de uso del suelo, ecosistemas andinos, erosión del suelo, escorrentía superficial, servicios ecosistémicos

**Keywords:** andean ecosystems, climate change, ecosystem services, land use change, soil erosion, surface runoff.

**Emisiones de metano de novillos cebú alimentados con *Brachiaria híbrido* cv. Cayman de calidad nutricional contrastante medidas a través de un analizador de gas infrarrojo\***

**Methane emissions from cebu steers fed with *Brachiaria hybrid* cv. Cayman measures through an infrared gas analyzer**

Xiomara Gaviria Uribe, Zoot, MSc, cPhD; Ngonidzashe Chirinda<sup>2</sup>, BSc, MSc, PhD; Rolando Barahona Rosales<sup>3</sup>, BSc, MSc, PhD; Diana M Bolívar Vergara<sup>3</sup>, Zoot, MSc, PhD; Todd Rosenstock<sup>4</sup>, BSc, MSc, PhD; Jacobo Arango Mejía<sup>2</sup>, BSc, PhD

\*Financiado por CCAFS.

<sup>1</sup>Grupo de Investigación BIOGEM, Facultad de Ciencias Agrarias, Departamento de Producción Animal, Universidad Nacional de Colombia; <sup>2</sup>Tropical Forages and Soil Programs of the International Center for Tropical Agriculture (CIAT). <sup>3</sup>Tropical Forages and Soil Programs of the International Center for Tropical Agriculture (CIAT). <sup>4</sup>Grupo de Investigación BIOGEM, Facultad de Ciencias Agrarias, Departamento de Producción Animal, Universidad Nacional de Colombia. <sup>4</sup>World Agroforestry Centre (ICRAF); CGIAR Research Program on Climate Change, Agriculture and Food Security.

E-mail: xgaviri0@unal.edu.co

**Antecedentes:** la producción bovina implica inevitablemente emisiones de metano (CH4) que además de sus consecuencias ambientales significan una pérdida en términos de energía metabólica, siendo un factor determinante la calidad nutricional del alimento. Por esta razón, existe la necesidad de identificar formas de aumentar la eficiencia de producción que a la par contribuyan a la disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero y utilicen tecnologías que permitan un sistema factible de monitoreo, reporte y verificación. **Objetivo:** Evaluar las emisiones de CH4 de novillos alimentados con pasto *Brachiaria híbrido* cv. Cayman- CIAT BR02/1752 (Cayman) de diferente valor nutricional, medidas a través de un analizador multigas como tecnología alternativa al cromatógrafo de gases. **Métodos:** Las emisiones de CH4 se midieron a través de la técnica del politunel en cuatro novillos cebú y las concentraciones de estas emisiones se cuantificaron al mismo tiempo utilizando un analizador multigas infrarrojo y un cromatógrafo de gases. Los animales consumieron dos dietas diferentes que corresponden a Cayman cosechado con diferente edad de rebrote (T1: 45 días y T2: 65 días). **Resultados:** la cantidad de CH4 producido por kg de materia seca consumida (30,1 vs 60,4 g/kg) y materia seca digerida (48,8 vs 118,4 g por kg;  $P < 0,0001$ ) fue mayor para T2 en comparación con T1. Así mismo, los consumos de materia seca como porcentaje del peso vivo de los animales fueron mayores en T1 (0,76 % vs 1,63 %;  $P < 0,0001$ ). Las mediciones de las concentraciones de CH4 a través del analizador infrarrojo presentaron un coeficiente de correlación de 0,87 con respecto a las medidas a través del cromatógrafo de gases. **Conclusión:** los animales que consumieron pasto con mejor calidad nutricional tuvieron una mayor eficiencia en la utilización del alimento y, por lo tanto, presentaron una menor pérdida de energía en forma de metano; adicionalmente se evidenció que tecnologías como el Gasmet muestran ser una opción confiable para la cuantificación de las emisiones de metano In vivo y en tiempo real.

**Palabras clave:** bovinos, consumo de materia seca, metano entérico, pastos tropicales.

**Keywords:** cattle, dry matter intake, enteric methane, tropical grasses.

**Generación de mapas de remoción en masa aplicando sensores remotos y SIG, para un predio ganadero-forestal en los llanos orientales**

**Generation of mass removal maps applying remote sensing and GIS, for a livestock-forestry estate in the eastern plains**

Christopher A Ramírez Diaz<sup>1</sup>, Ing Amb; Cindi L Berbeo Cárdenas<sup>1</sup>, Ing Amb; Raúl A Díaz Giraldo<sup>2</sup>, Zoot, Est MSc; Mauricio Álvarez de Leon<sup>2</sup>, MVZ, MSc

<sup>1</sup>Corporación Universitaria del Meta. <sup>2</sup>Agrosavia. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. Centro de investigación de la Libertad, Villavicencio-Meta, Colombia.

E-mail: malvarez@agrosavia.co

**Antecedentes:** el conocimiento de los sitios más vulnerables de un predio donde puede haber la remoción en masa del suelo, hace parte de las buenas prácticas ganaderas y forestales, lo cual proporciona información específica para desarrollar este tipo de actividades. **Objetivo:** identificar las áreas de riesgo de remoción en masa en un predio, teniendo en cuenta los criterios de pendientes con probabilidad del movimiento masivo de tierra, el tipo de cobertura y el uso del suelo, mediante la integración de

sensores remotos y las herramientas de información geográfica “SIG”. **Métodos:** se utilizaron tres modelos digitales de superficie “MDS” de un predio ganadero-forestal de 1,720ha, ubicado en la Altillanura del departamento del Meta, de los cuales, dos provienen de las plataformas satelitales, *Aster* y *Alos Palsar* y el tercero fue generado por una ortofoto obtenida de un vehículo aéreo no tripulado “VANT”; la resolución espacial de los MDS fue de 30 m/pix, 12,5 m/pix y 3 cm/pix respectivamente; el procesamiento se realizó en el software *QGIS 3.6.0*, se generó y clasificó las pendientes de la siguiente manera <5 %, 5-25 %, 25-35 %, 35-55 % y >55 %; teniendo en cuenta el nivel de riesgo asociado al porcentaje de cada una, se clasificó: 1 (muy bajo), 2 (bajo), 3 (moderado), 4 (alto) y 5 (muy alto). Las coberturas se categorizaron por medio de la ortofoto, donde se utilizó la metodología *Corine Land Cover* adoptada para Colombia. **Resultados:** los mapas de riesgo de remoción en masa presentan variaciones para las zonas marcadas con los distintos niveles de riesgo, debido a las diferentes resoluciones espaciales que existe entre los MDS; el mapa proveniente del VANT presenta mejor resolución, el cual clasificó los riesgos más altos (4 y 5) en sitios con pendientes pronunciadas y cobertura herbazal no arbolada, que representan un área de 572ha, en contraste los niveles de riesgo (2 y 3) se distribuyeron en sitios con pendientes <5 % de cobertura mixta, con un área 1140,5 ha. **Conclusiones:** el MDS generado por el VANT proporciona información con mayor precisión en comparación a los demás sensores remotos debido a su resolución espacial y pocas limitantes atmosféricas.

**Palabras clave:** *cobertura, fotointerpretación, sostenibilidad.*

**Keywords:** *coverage, photointerpretation, sustainability.*

#### **Heterogeneidad del paisaje y su relación con la provisión de servicios ecosistémicos bajo escenarios de cambio de uso del suelo\***

*Heterogeneity of the landscape and its relationship with the provision of ecosystem services under scenarios of land use change*

Jenyfer C Gómez León<sup>1</sup>, Est Ing Forest; Hayde Y Barón Alarcón<sup>1</sup>, Est Ing Fores; Sandra M Díaz López<sup>1</sup>, Ing Fores

\*Financiado por la Universidad Industrial de Santander.

<sup>1</sup>Universidad Industrial de Santander.

E-mail: jenyfer.gomez@correo.uis.edu.co

**Antecedentes:** las prácticas productivas realizadas en fincas familiares, modelan constantemente las coberturas terrestres y a su vez generan cambios en los servicios ecosistémicos (SE) que el ambiente provee. No tener en cuenta la relación entre las fincas y el ecosistema, dificulta la implementación de planes de manejo y retrasa los esfuerzos de conservación, por parte de entes gubernamentales. **Objetivo:** conocer los beneficios que reciben los predios del ecosistema y analizar que tanto han influido las actividades productivas en los cambios ejercidos a las coberturas circundantes. **Metodología:** se llevó a cabo un análisis multitemporal de coberturas, utilizando imágenes satelitales Landsat, para todo el municipio de El Colegio – Cundinamarca, posteriormente se tomaron como muestra 24 predios de dicha zona para caracterizarlos y conocer así el comportamiento de los SE. **Resultados:** la caracterización permitió calificar las actividades productivas de cada finca y reveló que uno de los factores que lleva al cambio constante de las coberturas es la baja productividad de los predios, debida a prácticas poco sustentables. De hecho, el análisis multitemporal de coberturas a nivel municipal da fe de ello, ya que para el periodo comprendido entre 2005 y 2012, 245 ha de bosque secundario se transformaron en pastos limpios y otras 3251 ha pasaron a ser un mosaico entre cultivos, pastos y remanentes del bosque. Conforme pasa el tiempo se requiere más terreno para aumentar o mantener la demanda de productos y generar así los ingresos que sustenten el núcleo familiar. Por último, se evidenció que todas las fincas hacen uso

de SE de abastecimiento, sin embargo, solo el 17 % de los predios realiza actividades para mantener SE de regulación y abastecimiento, un 33 % posee áreas naturales conservadas que contribuyen a mantener servicios de regulación y soporte y el 50 % restante no contribuye a sostener ningún tipo de servicio. **Conclusiones:** aunque las fincas son pequeños núcleos del paisaje, juegan un papel determinante a la hora de construirlo, ya que las actividades que en ella se realizan tienen un impacto grande en escalas superiores del paisaje.

**Palabras clave:** *cambio de uso del suelo, fincas familiares, servicios ecosistémicos.*

**Keywords:** *change in land use, ecosystem services, family farms.*

#### **Huella de carbono en sistemas de producción de cría bovina en Colombia\***

*Carbon footprint in cow-calf systems in Colombia*

Ricardo González Quintero<sup>1</sup>, PhD(c); Ngonidzashe Chirinda<sup>2</sup>, PhD; Jacobo Arango Mejía<sup>2</sup>, PhD; Heiber A Pantevez Villamil<sup>3</sup>, MSc; Diana M Bolívar Vergara<sup>4</sup>, PhD; Rolando Barahona Rosales, PhD

\*Financiado por CGIAR Fund Donors and through bilateral funding agreements.

<sup>1</sup>Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Universidad de Antioquia. <sup>2</sup>Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). <sup>3</sup>Fedegan.

<sup>4</sup>Universidad Nacional de Colombia sede Medellín.

E-mail: ricardo.gonzalezq@udea.edu.co

**Antecedentes:** la agricultura es el segundo sector productivo con mayores emisiones de gases de efecto de invernadero (GEI) en Colombia (26 %), y la fermentación entérica (31 %) es la actividad con mayor aporte. La cría bovina cuenta con 15 % del inventario ganadero nacional, pero no se han estudiado sus emisiones de GEI, lo que impide identificar las principales fuentes de emisión y proponer estrategias para mitigarlas.

**Objetivo:** calcular la huella de carbono (HC) para fincas de crías bovinas pertenecientes a muy pequeños, pequeños, medianos y grandes ganaderos.

**Métodos:** fueron encuestados un total de 251 fincas y clasificadas en muy pequeños (MPG: 0-30 animales), pequeños (PG: 31-50 animales), medianos (MG: 51-250 animales) y grandes (GG: 251 o más animales). Se usaron 146 variables, entre categóricas y numéricas, para desarrollar un Análisis Factorial de Datos Mixtos (AFDM), con el número de animales y categoría de ganaderos como suplementarias. Mediante el AFDM, se identificó el centroide de cada grupo de ganaderos. Para calcular la HC se seleccionó la finca más cercana al centroide de cada grupo, que representara en mayor medida sus características. La HC se estimó desde la cuna hasta la puerta de la finca, utilizando las directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de GEI y factores de emisión estimados localmente. La unidad funcional fue 1 kg de ganancia de peso vivo (GPV). **Resultados:** las fincas con más animales presentaron mayor GPV. La HC fue menor en los PG (29,0 Kg CO<sub>2</sub>eq kg<sup>-1</sup> GPV-1) y MG (21,8 Kg CO<sub>2</sub>eq kg<sup>-1</sup> GPV-1), mientras que los MPG (52,2 Kg CO<sub>2</sub>eq kg<sup>-1</sup> GPV-1) y GG (37,3 Kg CO<sub>2</sub>eq kg<sup>-1</sup> GPV-1) presentaron mayor HC. El metano contribuyó más a las emisiones totales y la fermentación entérica fue la actividad con mayor aporte (entre 80 y 82 %). Aunque los GG presentaron mejores parámetros productivos (mayor GPV), el alto porcentaje de animales improductivos (53 %) contribuyó en gran medida a la alta HC. Los MPG presentaron la mayor HC, lo cual se relaciona con menor GPV que las demás categorías. **Conclusión:** es importante mejorar el rendimiento productivo y reproductivo con el fin de mitigar las emisiones de GEI de los sistemas de cría evaluados.

**Palabras clave:** *análisis de ciclo de vida, calentamiento global, ganancia diaria de peso, gases de efecto de invernadero (GEI).*

**Keywords:** *daily weight gain, global warming, greenhouse gases (GHG), life cycle assessment.*

**Respuesta astrocítica en exposición crónica subletal a clorpirifós y triclorfón en juveniles de cachama blanca, *Piaractus brachypomus*\***

***Astrocytic response in chronic sublethal exposure to chlorpyrifos and trichlorfon on juveniles of red-bellied pacu, Piaractus brachypomus***

Angie T Reyes Muñoz<sup>1</sup>, Est MVZ; Jorge E López Murillo<sup>1</sup>, Est MVZ; Gisella Holguín Céspedes<sup>2</sup>, MVZ; Ángel E Céspedes Rubio<sup>2</sup>, PhD; Iang S Rondón Barragán<sup>2</sup>, PhD

\*Financiado por la Universidad del Tolima.

<sup>1</sup>Estudiante Universidad del Tolima. <sup>2</sup>Docente Universidad del Tolima.

E-mail: isrondon@ut.edu.co

**Antecedentes:** los pesticidas organofosforados (OPs) se utilizan para el control de plagas en la producción agrícola a nivel mundial y han sido detectados en cuerpos de agua cercanos a los cultivos donde se ha demostrado poseer efectos deletéreos sobre las poblaciones humanas cercanas, así como en los organismos acuáticos. Particularmente en peces, se han evidenciado efectos neurotóxicos que pueden afectar la supervivencia y desarrollo de diversas especies. **Objetivo:** evaluar la respuesta astrocítica en el cerebro de la cachama blanca (*Piaractus brachypomus*) en etapa juvenil expuestos a triclorfón y clorpirifós en un ensayo subletal de 25 días. **Métodos:** alevinos de cachama blanca (n=8 x tratamiento, tres replicas) fueron expuestos por un periodo de 25 días a concentraciones subletales de clorpirifós (0,011 µg/L), triclorfón (18 µg/L) así como un grupo control no expuesto. Se tomaron muestras de cerebro para análisis inmunohistoquímico con el fin de evaluar la morfología y la reactividad astrocítica utilizando la proteína fibrilar ácida glial como biomarcador. Posterior a la validación de los supuestos estadísticos, los datos fueron analizados mediante prueba de Kruskall-Wallis seguido de un test de Dunn como *post hoc*. **Resultados:** los animales sometidos a una exposición crónica subletal a ambos xenobióticos mostraron una mayor densidad celular, así como cambios en el fenotipo de astrocitos caracterizados por acortamiento de las proyecciones citoplasmáticas, hipertrofia y morfología ameboide, en comparación con los animales no expuestos. De la misma manera, se detectó hiperreactividad de los astrocitos en el tectum óptico y el fascículo longitudinal medial. **Conclusiones:** la inmunorreactividad de las células gliales del cerebro bajo exposición crónica subletal a OPs puede ser útil como biomarcador candidato para monitorear la contaminación ambiental mediante el uso de pruebas inmunohistoquímicas en peces, así como en neuropatología inducida por OPs. Los datos mostrados en este estudio permiten caracterizar las lesiones neuropatológicas y neurotoxicológicas inducidas en el modelo experimental de *Piaractus brachypomus*, que se puede usar como biomodelo para el estudio analógico de enfermedades neurodegenerativas y neurotoxicológicas.

**Palabras clave:** astrocitos, biomarcadores de toxicidad, neurotoxicidad, organofosforados, peces.

**Keywords:** astrocytes, fish, neurotoxicity, organophosphates, toxicity biomarkers.

**Uso de sensores remotos y minería de datos para el monitoreo y estudio de vacas en producción\***

***Use of remote sensors and data mining for the monitoring and study of dairy cows***

Raúl A Molina Benavides<sup>1</sup>, PhD; Hugo Sánchez Guerrero<sup>1</sup>, MSc; Romulo Campos Gaona<sup>1</sup>, PhD; Sandra Perilla Duque<sup>1</sup>, Zoot; Julián Ramírez Villegas<sup>2</sup>, PhD; Daniel Jiménez Rodas<sup>2</sup>, PhD; Sylvain Delerce<sup>2</sup>, PhD; Luis A Muñoz<sup>2</sup>, MSc; Alberto S Atzori<sup>3</sup>, PhD.

\*Financiado por Colciencias.

<sup>1</sup>Universidad Nacional de Colombia. <sup>2</sup>Centro Internacional de Agricultura Tropical. <sup>3</sup>Università degli Studi di Sassari. E-mail: ramolinab@unal.edu.co

**Antecedentes:** las consecuencias del cambio climático sobre la agricultura han generado preocupación en investigadores y tomadores de decisiones acerca del efecto que ocasionará sobre este sector. Se espera que el fenómeno afecte la productividad de los sistemas ganaderos, más aún, en ganaderías que se encuentran en pastoreo, en donde los bovinos y las pasturas se enfrentan directamente a las variables climáticas. **Objetivo:** cuantificar el impacto del clima sobre el desempeño de los animales, a través de técnicas de recopilación de información in situ, con mínimo efecto sobre el comportamiento natural de los animales en sus hábitats cotidianos. **Métodos:** Para probar la aplicabilidad de la tecnología de sensores inalámbricos en este campo, se construyeron dos dispositivos para el monitoreo de la locomoción y temperatura timpánica, basado en la plataforma del internet de las cosas, incursionando en el escenario de ganadería de precisión. La frecuencia de captura y transmisión de datos se realiza diariamente, cada hora para los sensores de temperatura y cada 10 segundos para el sensor de movimiento. La información climatológica que permitirá relacionar las respuestas fisiológicas y comportamentales con las variables climáticas, será proporcionada por CENICAÑA. El análisis de los datos obtenidos se hará a través de metodologías de Big Data, a cargo del grupo de investigación en Agricultura digital del CIAT. Los dispositivos construidos están siendo utilizados en 35 vacas lactantes, ubicadas en 5 fincas ganaderas lecheras del departamento del Valle del Cauca - Colombia. **Resultados:** Los resultados preliminares muestran una correlación  $>0,68$  entre la temperatura ambiental y la temperatura timpánica de las vacas lecheras. **Conclusiones:** el uso de sensores inalámbricos como técnicas eficientes para obtener información sobre temperatura corporal, movimiento, descanso y pastoreo en bovinos, suministra grandes volúmenes de datos que servirán para el estudio, entendimiento y análisis de la interacción entre los animales y el ambiente con el fin de formular políticas en pro de la sostenibilidad de los sistemas ganaderos.

**Palabras clave:** Big data, cambio climático, estrés calórico, ganadería.

**Keywords:** Big data, climate change, heat stress, livestock.