



INVESTIGACIONES UNISARC



Unisarc

Corporación Universitaria
Santa Rosa de Cabal



Unisarc

**Corporación Universitaria
Santa Rosa de Cabal**

Rectora
Elizabeth Villamil Castañeda

Vicerrector Académico
John Jairo Rincón Loiza

Vicerrectora Administrativa
Isabel Cristina Muñoz Alzate

COMITÉ EDITORIAL

Editor de la revista y Directora del Centro Investigaciones
MSc., Alba Nydia Restrepo Jiménez

Docente Facultad de Ciencias Agrícolas
PhD., Adriana Patricia Restrepo Gallón

Docente Facultad de Ciencias Pecuarias
PhD., Julia Victoria Arredondo Botero

Directora de Proyección Social e Internacionalización
MSc., Ana María Tabares Castrillón

Directora del centro de Documentación
y Servicio Bibliográfico
Profesional, Gigiola Prada Madrid

Comunicadora
Especialista, Erika Marcela García García

GRUPO DE EVALUADORES

Ángela María Vinasco Mongragón

Zootecnista, MSc. en Ciencias Agrarias

Carlos Gilberto Bedoya Patiño.

Ingeniero Agrónomo, MSc. Desarrollo Regional y Planificación del Territorio

Diego Mauricio Suarez

Abogado, especialista y M.Sc. en pedagogía y desarrollo humano, candidato PhD en ciencias de la educación.

José Nelson Álvarez Carvajal

Licenciado en Educación, Español y Comunicación Audiovisual, Especialista en docencia universitaria, Especialista en gestión curricular, M.Sc en Informática Educativa

Juan Carlos Blandón Martínez

Zootecnista, Especialista en métodos administrativos y de producción, M.Sc. en iniciación a la investigación en producción animal, PhD en producción animal

Juliana Andrea Cuetia Londoño

Zootecnista, M.Sc. en Ciencias Agrarias

Julián Andrés Valencia Arbeláez.

Ingeniero Agrónomo. MSc. en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente, PhD en Ciencias Agrarias

José Ivan Montoya

Zootecnista; Especialista en Gestión y Producción Acuícola.

Luis Gabriel Gonzales Herrera

Médico Veterinario Zootecnista, MSc. y PhD en Mejoramiento Genético

María Claudia Leguízamo.

Agrónoma, MSc. Ciencias Agrarias Área Suelos y Aguas, PhD en Ciencias Agropecuarias

Contenido

05 DIAGNÓSTICO FÍSICO-QUÍMICO DE SUELOS EN SISTEMAS DE APROVECHAMIENTO FORESTAL NATIVO EN ZONAS DEL DEPARTAMENTO DE RISARALDA
PHYSICAL-CHEMICAL DIAGNOSIS OF SOILS IN NATIVE FOREST RESOURCE SYSTEMS IN AREAS OF THE RISARALDA DEPARTMENT

15 CALIDAD FÍSICA, QUÍMICA Y MICROBIANA DE SUELOS FERTILIZADOS CON PORCINAZA
PHYSICAL, CHEMICAL AND MICROBIAL QUALITY OF FERTILIZED SOILS WITH PIG MANURE

35 EFECTO DE DOS FUENTES ALTERNATIVAS DE ALIMENTACIÓN SOBRE LA PRODUCTIVIDAD EN POLLOS DE ENGORDE
EFFECT OF TWO ALTERNATIVE FOOD SOURCES ON PRODUCTIVITY OF BROILERS

44 DESEMPEÑO PRODUCTIVO DE SEIS LÍNEAS GENÉTICAS DE TILAPIA (*Oreochromis niloticus*), EN EL DEPARTAMENTO DE RISARALDA
PRODUCTIVE PERFORMANCE OF SIX GENETIC LINES OF TILAPIA (*Oreochromis niloticus*) IN THE DEPARTMENT OF RISARALDA

56 COMO DINAMIZAR LA ECONOMÍA DE UN PUEBLO AGRARIO
HOW TO DYNAMIZE THE ECONOMY OF AN AGRARIAN PEOPLE

64 EL RENDIMIENTO ACADÉMICO EN INSTITUCIONES UNIVERSITARIAS COLOMBIANAS
THE COLOMBIAN UNIVERSITY INSTITUTIONS ACADEMIC PERFORMANCE

75 INSTRUCCIONES PARA LOS AUTORES DE LOS ARTÍCULOS DE LA REVISTA DE INVESTIGACIONES DE UNISARC

DIAGNÓSTICO FÍSICO–QUÍMICO DE SUELOS EN SISTEMAS DE APROVECHAMIENTO FORESTAL NATIVO EN ZONAS DEL DEPARTAMENTO DE RISARALDA

PHYSICAL–CHEMICAL DIAGNOSIS OF SOILS IN NATIVE FOREST RESOURCE SYSTEMS IN AREAS OF THE RISARALDA DEPARTMENT

Adriana Restrepo-Gallón¹ Diana Milena Giraldo², Cindy Dayana Valencia² y Diana Carolina Viveros³

¹ Docente Asociado, Facultad de Ciencias Agrícolas, UNISARC, Campus el Jazmín Km 4 vía Santa Rosa de Cabal – Chinchiná (Risaralda), Colombia. E-mail address: adriana.restrepo@unisarc.edu.co

² Estudiante-Ingeniería Agronomía, Facultad de Ciencias Agrícolas, UNISARC, Campus el Jazmín Km 4 vía Santa Rosa de Cabal – Chinchiná (Risaralda), Colombia.

³ Directora del Laboratorio de Suelos, UNISARC, Campus el Jazmín Km 4 vía Santa Rosa de Cabal – Chinchiná (Risaralda), Colombia.

Fecha de recibido del artículo 17 de octubre 2018
Fecha de aceptación del artículo 22 de noviembre 2018

RESUMEN

El objetivo del presente estudio es el diagnóstico físico-químico de suelos en zonas de ladera con predominio en el sistema de producción forestal nativo en el departamento de Risaralda Colombia, se tomaron muestras superficiales de suelo en veinticinco parcelas de cinco municipios (Balboa, Dosquebradas, La Virginia, Mistrató y Santuario), teniendo en cuenta la importancia del funcionamiento del ecosistema edáfico se determinaron técnicas de campo y laboratorio, de acuerdo a las propiedades físicas y químicas realizadas, se logró diagnosticar tres unidades cartográficas; Asociación **TAUDIA-Chinchiná**, Asociación **RIO ARMA-Castilla** y Asociación **CHINCHINA-Azufrado**, predominando texturas medias a gruesas,

densidades aparentes con valores medios entre 0,96-1,23g/cm³, la porosidad total con rangos de 46 a 69%, bien drenados, la estabilidad de agregados es media en los horizontes superficiales e inestables en algunos horizontes inferiores lo cual puede ocasionar erosión, además son moderadamente ácidos exceptuando el 8% de los predios (Dosquebradas), altos en MO exceptuando 4% de los predios (La Virginia), altos valores en Cu y S, bajos en N, P, AL y B. Entre las tres unidades de suelos; la Asociación **TH** se caracterizó por mostrar valores más altos en pH, CIC, K, Ca y Zn y bajos en MO, N y Al, la Asociación **RC** con valores más altos en CE, CN, P, Mg, Fe, S y Al y bajos en pH, Cu y B y la Asociación **CL** con valores más altos en MO, N, Cu y B y bajos en CE, CN, P, CIC, K, Ca, Mg, Fe, Zn, S.

Palabras claves: Análisis físico-químico, Fertilización Forestal, Materia Orgánica

ABSTRACT



The present study evaluates the physical-chemical diagnosis of the soils in the hillside areas with predominance in the native forest production system in the department of Risaralda Colombia, the soil samples were taken in twenty five plots of five municipalities (Balboa, Dosquebradas, La Virginia, Mistrato and Santuario), taking into account the importance of the functioning of the edaphic ecosystem, determine the field and laboratory techniques. It is possible to categorize three cartographic units; TAUDIA-Chinchiná, RIO ARMA- Castilla and CHINCHINA-Azufrado, predominating medium to thick textures, apparent densities with values between 0.96-1.23g / cm³, the total porosity with ranges from 46 to 69%, well drained, the stability of the aggregates is medium in the superficial horizons and unstable in some inferior horizons, which can cause, the erosion. In addition, moderately acid, except 8% of the properties (Dosquebradas), the high ones in MO, except 4% of the properties (La Virginia), high values in Cu and S, low in N, P, AL and B. Among the three soil units; The TH Association is characterized by showing higher values in pH, CIC, K, Ca and Zn and low values in MO, N and Al, the RC Association with higher values in CE, CN, P, Mg, Fe, S, Al and low in pH, Cu and B, and CL Association with higher values in MO, N, Cu and B and low in CE, CN, P, CIC, K, Ca, Mg, Fe, Zn, S.

Keywords: *Physical-chemical analysis, Forest Fertilization, Organic Matter*

INTRODUCCIÓN

En Colombia, se ha sufrido las consecuencias de la deforestación y la desaparición progresiva de especies forestales en zonas montañosas, asociadas con el cambio de uso del suelo, así como expansión de las fronteras ganadera y agrícola (Bennett, 2017; Berrouet *et al.*, 2018; Coulibaly, 2016), incidiendo de manera importante en la calidad del suelo (Machado *et al.*, 2019), y en su capacidad para resistir a la acción del viento y del agua (Gutiérrez, 2004).

La región andina Colombiana ha sido el soporte del desarrollo económico del país, dando lugar al crecimiento demográfico, la demanda de recursos naturales y la expansión de la frontera agrícola, generando una serie de trastornos sobre los ecosistemas (Echeverri *et al.*, 2014; Berrouet *et al.*, 2018). Para el año 2016 se presentó en la región andina el 26% de la deforestación nacional y para el año 2017 agrupó el 16.7% de la superficie nacional deforestada (IDEAM, 2017), estas situaciones generan presiones demográficas, disminuyendo el recurso forestal (Galindo *et al.*, 2003), produciendo un cambio de uso de suelo (Berrouet *et al.*, 2018), dando lugar a una fuerte regresión y el posterior reemplazo por plantaciones fores-

tales de rápido crecimiento (Ramírez *et al.*, 2007; Echeverri *et al.*, 2014).

El suelo es un componente importante de los bosques y los ecosistemas forestales, puesto que ayuda a regular importantes procesos ecosistémicos (Machado *et al.*, 2019). La eficiencia de los ecosistemas forestales depende, entre otros del factor ambiental y de la integración natural del suelo (Machado *et al.*, 2019), los especialistas forestales pueden hacer muy poco para modificar este factor, de tal manera que los esfuerzos que hacen para incrementar la productividad de los bosques se concentran, en su mayoría, en el manejo de nutrientes (Lázaro *et al.*, 2012) y conocer los procesos físicos, químicos y biológicos que conducen a la formación de suelos en estos sistemas (Machado *et al.*, 2019).

La disponibilidad de nutrientes en el suelo puede modificarse en forma directa mediante prácticas de manejo, como el uso de fertilizantes (Fisher y

Binkley, 2013; Fernadez *et al.*, 2014), ya sea con fertilización orgánica, de síntesis química (la más utilizada y con mayor afección ambiental) (Pratap, 2016). Sin embargo, existe dificultad de fertilizar ya que es un asunto complejo de determinar en los sistemas de producción de forestales nativos, por la gran cantidad de interacciones que se presentan (Machado *et al.*, 2019), las cuales pueden expresarse como una función entre los requerimientos nutricionales de los árboles, la fertilidad natural del suelo, la naturaleza del fertilizante a emplear, las interacciones entre el suelo y el fertilizante, en ocasiones se aplican dosis y tipos de fertilizantes inadecuados (Lázaro *et al.*, 2012; Fisher y Binkley, 2013; Fernadez *et al.*, 2014). Por lo tanto, cada vez se requiere mayor información para determinar el funcionamiento del ecosistema edáfico (Machado *et al.*, 2019); así, las propiedades bioquímicas están adquiriendo mayor importancia en este tipo de investigaciones, ya que son indicadores de la calidad y el equilibrio que existe en el medio (Peña *et al.*, 2006).

Las características edafoclimáticas de Risaralda permiten definir una gran variedad de suelos que en su mayoría son de origen volcánico, factores como el clima, la pendiente y la inadecuada utilización del suelo son los responsables de la erosión (Hincapié y Ramírez, 2010), por lo tanto

para desarrollar, seleccionar y aplicar prácticas adecuadas de uso y manejo de suelos que sean efectivas y sostenibles, se requiere un enfoque integral, desde el estudio del efecto de las propiedades del suelo (Cenicafé, 2011; Fernadez *et al.*, 2014; Machado *et al.*, 2019).

Con el fin de prevenir o minimizar dicho impacto, es necesario llevar a cabo prácticas forestales que conduzcan hacia una mayor sustentabilidad en el manejo forestal nativo (Gayoso y Alarcón, 1999). Ya que una sola recomendación de fertilización se aplica generalmente a grandes plantaciones de varios kilómetros cuadrados, sin tener en cuenta cualquier heterogeneidad de la fertilidad del suelo por lo que la clasificación de las masas forestales nativas en grupos según su fertilidad del suelo (es decir, en áreas de manejo de nutrientes) puede ser muy útil y se considera un primer paso en lo que se ha llamado silvicultura de precisión (Fernadez *et al.*, 2014), por lo que el objetivo de este trabajo fue diagnosticar las propiedades físico-químicas de suelos en zonas de ladera con predominio en sistema de producción forestal nativo en zonas del departamento de Risaralda.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el desarrollo experimental, se seleccionaron muestras de suelos procedentes de cinco (5) municipios con vocación de sistemas con aprovechamiento de forestales nativos de Risaralda; Balboa, Santuario, Dosquebradas, Mistrató y La Virginia, seleccionados dentro de la convocatoria del proyecto “FORTALECIMIENTO DEL SECTOR AGROPECUARIO Y AGROINDUSTRIAL MEDIANTE LA INNOVACIÓN, CIENCIA Y TECNOLOGÍA EN EL DEPARTAMENTO DE RISARALDA” de una población de 125 fincas de productores de forestales locales del departamento, donde se seleccionó un 20% de la población, obteniendo 25 fincas en total entre los cinco municipios.

Se tomó como base la información del estudio general de suelos de Risaralda (escala 1:100000), segunda edición (IGAC, 2004), para la caracterización, además se realizó descripción de las zonas de estudios, información cartográfica y de fotointerpretación en el software ArcGIS versión 10.3. Se seleccionaron las parcelas mediante un diseño no probabilístico intencionado con diferentes condiciones edáficas, producto del uso de suelo. Una vez identificadas las unidades de suelos se delimitaron y se muestreo teniendo en cuenta los protocolos del laboratorio de suelos de la Corporación Universitaria Santa Rosa de Cabal UNISARC, donde las muestras se tomaron a 30 cm de profundidad, para su posterior trabajo en el laboratorio.

El procedimiento de caracterización física y química de las muestras de suelos, se efectuó en el Laboratorio de Suelos de UNISARC. Los análisis físicos se caracterizaron utilizando la siguiente metodología: Textura (Bouyoucos), Densidad Aparente (Terrón Parafinado), Porosidad Total (Calculado), Estructura de agregados (Yoder Modificado) e Infiltración (Cilindro Simple). Los análisis químicos de suelos se realizaron empleando los siguientes métodos: pH (Método potenciómetro (relación 1:2.5)), C.E (Método Conductímetro), Aluminio (Método de Yuan), C.I.C (Acetato

de Amonio 1N pH7), Nitrógeno (Kjeldahl), M.O (Walkley-Black colorimétrico, espectrofotometría), cationes intercambiables (Acetato de Amonio 1N pH7, Espectrofotometría), Fósforo (Bray II y Kurtz, espectrofotometría), Boro (colorimétrico, espectrofotometría), Azufre (Turbidimétrico, espectrofotometría) Hierro – Zinc – Cobre (DTPA, espectrofotometría).

Para la selección de muestras se utilizó un diseño no probabilístico intencionado (Veliz y Arredondo, 2009). Se aplicó un análisis de varianza (ANOVA) de dos factores con medidas repetidas, se compararon con la prueba de Tukey al 5%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los suelos presentaron una clasificación de suelos Inceptisoles en un 72 % de las fincas evaluadas (los códigos 2, 3, 4 y 5 del municipio de Balboa; 6, 7, 8, 9 y 10 del municipio de Dosquebradas; 15, 16, 17 y 18 del municipio de Mistrató; 20, 22, 23, 24 y 25 del municipio de Santuario), clasificados como suelos de la Asociación CHINCHINA-Azufrado (CL), seguido de los suelos Molisoles de la Asociación RIO ARMA - Castilla (RC) en un 16 % las fincas: 1 del Municipio de Balboa; 13 del municipio de La Virginia; 19 del municipio de Mistrató y la finca 24 del municipio de Santuario y por último la clasificación de los Molisoles en la Asociación TAUDIA - Chinchiná (TH) con 12 % de las fincas evaluadas 11, 12 y 14 del municipio de La Virginia.

La caracterización física de los suelos estudiados se muestra en la tabla 1. La textura dominante de los suelos estudiados son las texturas medias a gruesas, siendo la fracción granulométrica de mayor proporción las arenas (>38.6%), mostrando valores altos en porosidad, estos valores posiblemente se deben al contenido de M.O (Husson, *et al.*, 2018) presentes en los predios evaluados que contribuye a elevar el volumen de poros, presentando mejores condiciones estructurales.

La densidad aparente de esta clasificación oscila entre 0,96 - 1,23 g/cm³, más altos que los referenciados en el IGAC (2004) posiblemente esto puede deberse al método de determinación donde el de terrón parafinado presenta valores más altos que otros métodos utilizados (probeta y cilindro biselado) (Rojas y Sáenz, 2013), o puede deberse a problemas de compactación por ganadería (Sadeghian *et al.*, 2000), uso indiscriminado de insecticidas, fungicidas, herbicidas (Glifosato) entre otros productos agroquímicos de síntesis química, lo cual se evidenció en los muestreos realizados en las visitas a los predios.

En las zonas de estudio presentan problemas de erosión, aunque la mayoría de los suelos son moderadamente estables (D.M.P= 1,54 a 2,85 mm) en el horizonte superficial, exceptuando el 16 % clasificados como ligeramente estables (D.M.P= 1,03 a 1,45 mm), debido a la inestabilidad hallada en horizontes inferiores IGAC (2004), sumado las fuertes y continuas lluvias, se presentan condiciones de alto riesgo de movimiento en masa teniendo más susceptible a la erosión en la finca 14 con un % AE >0.5mm (55,26%).

Tabla 1. Resumen de la Caracterización física y química de suelos

| CÓDIGO FINCA | Fracción Granulométrica % ^[1] | | | | ρ_b ^[3] (gcm ⁻³) | st ^[4] (%) | Estabilidad de Agregado ^[5] | |
|-----------------|--|---------|------|-------------------------------|---|--------------------------|--|-----------|
| | Arena | Arcilla | Limo | Clase textural ^[2] | | | D.M.P | %AE>0,5mm |
| 1 | 62,6 | 61,4 | 23,4 | Franco – Arenosa | 0,96 | 2,25 | 23,4 | 79,33 |
| 2 | 56,6 | 10,8 | 32,6 | Franco- Arenosa | 1,03 | 1,54 | 32,6 | 99,00 |
| 3 | 58,6 | 16,8 | 24,6 | Franco- Arenosa | 0,71 | 1,58 | 24,6 | 94,51 |
| 4 | 38,6 | 36,8 | 24,6 | Franco – Arcillosa | 1,13 | 2,85 | 24,6 | 94,97 |
| 5 | 58 | 26,4 | 15,6 | Franco-Arcillo-Arenosa | 1,07 | 2,55 | 15,6 | 92,48 |
| 6 | 61,6 | 8,4 | 30 | Franco – Arenosa | 1,08 | 2,13 | 30 | 88,86 |
| 7 | 59,6 | 8,4 | 32 | Franco-Arenosa | 0,89 | 2,39 | 32 | 91,62 |
| 8 | 61,6 | 6,4 | 32 | Franco-Arenosa | 1,15 | 2,30 | 32 | 86,33 |
| 9 | 84 | 2,4 | 13,6 | Arenosa-Franca | 1,23 | 1,82 | 13,6 | 99,00 |
| 10 | 83,6 | 3,3 | 13,1 | Arenosa-Franca | 1,15 | 2,04 | 13,1 | 87,79 |
| 11 | 44 | 30 | 26 | Franco- Arcillosa | 1,23 | 2,55 | 26 | 87,30 |
| 12 | 40 | 28 | 32 | Franco- Arcillosa | 1,20 | 2,11 | 32 | 90,10 |
| 13 | 54 | 24 | 22 | Franco- Arcillo- Arenosa | 1,23 | 2,50 | 22 | 87,35 |
| 14 | 48 | 30 | 22 | Franco-Arcillo-Arenosa | 1,18 | 1,45 | 22 | 55,26 |
| 15 | 51,6 | 18 | 30,4 | Franca | 1,25 | 2,82 | 30,4 | 88,57 |
| 16 | 46,6 | 21,4 | 32 | Franca | 1,24 | 2,67 | 32 | 93,50 |
| 17 | 42,6 | 29,4 | 28 | Franco – Arcillosa | 1,24 | 2,80 | 28 | 88,47 |
| 18 | 40,6 | 29,4 | 30 | Franco – Arcillosa | 1,03 | 2,65 | 30 | 87,71 |
| 19 | 51,7 | 22,4 | 25,9 | Franco-Arcillo-Arenosa | 1,13 | 2,74 | 25,9 | 90,39 |
| 20 | 56,6 | 12 | 31,4 | Franco – Arenosa | 1,13 | 2,35 | 31,4 | 87,31 |
| 21 | 46,6 | 34 | 19,4 | Franco- Arcillo- Arenosa | 1,10 | 1,03 | 19,4 | 80,88 |
| 22 | 48 | 26 | 26 | Franco- Arcillo- Arenosa | 0,91 | 2,03 | 26 | 90,04 |
| 23 | 64 | 8 | 28 | Franco- Arenosa | 1,21 | 2,32 | 28 | 91,23 |
| 24 | 87,6 | 2,4 | 10 | Arenosa | 1,02 | 1,43 | 10 | 84,19 |
| 25 | 75,6 | 5,3 | 19,1 | Arenosa-Franca | 1,01 | 1,38 | 19,1 | 82,55 |

[1]: Gravimetría, A: Arena, L: Limo, Ar: Arcilla [2]: Clasificación USDA, [3]: Densidad Aparente por método del terrón Parafinado. Las muestras 3,7 y 20 se hicieron por el método de probeta graduada, [4]: Porosidad total, [5]: Estabilidad Estructural por el método de Yoder Modificado.

La caracterización química de los suelos en los predios evaluados se resume en la tabla 2. El pH de los suelos evaluados es moderadamente ácido (5,0 a 5,9), exceptuando algunos suelos de Dosquebradas ligeramente alcalinos, lo que hacen que se muestre un poco la variabilidad en la media, encontrando los valores más altos (5.933) para los clasificados como Asociación CL. Ninguno tipo de suelos presentan problemas de salinidad (<2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$), e incluso con valores por debajo de la media de suelos ligeramente ácidos (300–400 $\mu\text{S}/\text{cm}$) (Husson, *et al.*, 2018). El contenido de la MO mostró diferencias significativas entre los municipios, observándose en Dosquebradas el contenido más alto (8,476%) y La Virginia con el contenido más bajo (2,893%), de igual manera el tipo de suelo también presentó diferencia significativa ya que la Asociación TC presentó el valor más bajo (2.927%), con valores típicos de la zona (Sadeghian *et al.*, 2000).

Los niveles de N fueron bajos (0,093 a 0,978%) posiblemente por la baja fertilización y su deterioro por la explotación masiva (Moreno *et al.*, 2011). Los contenidos de P oscilan con valores 0,79 a 42,25 mg kg⁻¹ incrementando la disponibilidad cuando el pH se aproxima a 7, posiblemente en Dosquebradas que es el municipio que presenta mayor pH mejora la disponibilidad de P (Silva, 2001), y por ende presentó un valor bajo de P al ser aprovechado por las plantas, los promedios más bajos de P lo tienen los suelos Asociación CL y el más alto Asociación RC. El contenido de K varía entre 0,06 y 1,36 mg kg⁻¹, el promedio más bajo lo tiene Dosquebradas y el más alto Balboa debido a valores bajos de pH, el promedio más alto lo presenta Asociación TH y bajos en Asociación CL esto es confirmado por lo reportado en IGAC, (2004) respecto a los demás tipos de suelos objeto de estudio.

El contenido de Ca y Mg presentó diferencias altamente significativas entre municipios y tipos de suelos; Dosquebradas presenta los valores más bajos de Ca y Mg (Ca= 2,68 cmol kg⁻¹, Mg= 0,578 cmol kg⁻¹), valores altos de Ca en la Virginia (10,97 cmol kg⁻¹) y Mg en Mistrató (4,672 cmol kg⁻¹), posiblemente este valor se deba a que estos suelos presentan altos contenidos de arcillas (Havlin *et al.*, 2005). El promedio más bajo de Ca y Mg lo tiene la Asociación CL y más alto en Ca (11,84 cmol kg⁻¹) para la Asociación TH y para Mg (3,6525 cmol kg⁻¹) para la Asociación RC.

La CIC es media a alta, con valores de 2,38 a 19,63 cmol kg⁻¹, podría deberse al buen contenido de MO que presentaron los predios del estudio; ya que los niveles altos de materia orgánica inciden en la CIC (Sadeghian *et al.*, 2000). En cuanto al suelo de los predios evaluados del municipio de Dosquebradas que fueron los que presentaron mayor cantidad de MO (8,476 %) y baja CIC (3,63) es probable que se deba a la textura del suelo en los que predominaron las arenas (Franco –Arenosa y Arenosa-Franca); ya que la CIC depende de la cantidad y tipo de arcillas, un suelo que tiene alto contenido de estas puede retener más cationes intercambiables que un suelo con bajo contenido de arcillas (Arroyo *et al.*, 2014). Los valores de CIC más bajos los presentó la Asociación CL, seguido de Asociación RC y con valores más altos Asociación TH, según estos valores son característico de estos suelos (IGAC, 2004).

Los elementos menores (Fe, Cu, Zn, S) se encuentran entre valores medios a muy altos, variando según los valores de pH, la materia orgánica y textura de los suelos. Los valores de Al son bajos, siendo Mistrató quien presentó una menor concentración (0,027 mg kg⁻¹) y el más alto Santuario (0,313 mg kg⁻¹). Entre tipos de suelos hay también diferencias significativas, donde la asociación TH presentó el valor promedio más bajo y el más alto la Asociación RC. El contenido de B se encuentra en 0,015-0,659 mg kg⁻¹ y son muy inferiores a los encontrados en otros estudios (Piraneque *et al.*, 2007).

Tabla 2: Variación de los parámetros químicos

| FUENTE DE VARIACIÓN | pH | CE | MO | C/N | N | P | K | Ca | Mg | CIC | Fe | Zn | Cu | S | Al | B |
|-------------------------------|----------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|
| MUNICIPIO | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Balboa | 5,644 a | 100,06 a | 6,048 ab | 18,334 a | 0,3240 b | 8,282 a | 0,650 a | 6,77 c | 2,104 b | 9,73 c | 70,15 bc | 2,428 a | 10,39 a | 15,1036 b | 0,161 ab | 0,091 a |
| Dosquebradas | 6,450 a | 74,38 a | 8,476 a | 13,368 a | 0,5976 a | 4,599 a | 0,150 a | 2,68 e | 0,578 c | 3,63 e | 38,70 c | 3,170 a | 1,493 a | 14,118 b | 0,188 ab | 0,659 a |
| La Virginia | 5,927 a | 95,53 a | 2,893 c | 18,490 a | 0,1507 c | 8,789 a | 0,560 a | 10,97 a | 2,042 b | 13,66 b | 99,57 ab | 6,150 a | 4,99 a | 25,000 a | 0,031 b | 0,210 a |
| Mistrató | 5,800 a | 96,08 a | 4,220 cb | 14,312 a | 0,3192 b | 9,118 a | 0,546 a | 8,55 b | 4,672 a | 13,81 a | 130,54 a | 2,334 a | 3,84 a | 18,058 ab | 0,027 b | 0,013 a |
| Santuario | 5,673 a | 105,18 a | 7,820 a | 18,137 a | 0,4293 b | 6,537 a | 0,408 a | 4,25 d | 1,415 bc | 6,44 d | 68,08 bc | 3,268 a | 2,066 a | 12,455 b | 0,313 a | 0,035 a |
| SIGNIFICANCIA EN MUNICIPIO | 0,337 ns | 0,381 ns | 0,010* | 0,164 ns | 0,0003 ** | 0,710 ns | 0,195 ns | <0,0001** | <0,0001** | <0,0001** | 0,024 * | 0,122 ns | 0,544 ns | 0,0204 * | 0,0516* | 0,172 ns |
| TIPO DE SUELO | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Asociación CHINCHINA-Azufrado | 5,933 a | 90,47 a | 6,869 a | 15,579 a | 0,4422 a | 5,702 a | 0,4044 a | 4,95 c | 1,8178 b | 7,38 c | 71,11 a | 2,492 b | 3,818 a | 14,293 b | 0,165 a | 0,188 a |
| Asociación RIO ARMA-Castilla | 5,740 a | 106,60 a | 4,873 ab | 19,600 a | 0,2490 b | 13,743 a | 0,5350 a | 8,66 b | 3,6525 a | 13,9 b | 112,77 a | 3,995 b | 3,973 a | 25,023 a | 0,171 a | 0,111 a |
| Asociación TAUDIA-Chinchiná | 5,820 a | 104,87 a | 2,927 b | 18,010 a | 0,1543 b | 10,16 a | 0,6667 a | 11,84 a | 2,0333 b | 14,66 a | 90,85 a | 7,677 a | 5,102 a | 17,973 ab | 0,041 a | 0,201 a |
| SIGNIFICANCIA EN SUELO | 0,858 ns | 0,423 ns | 0,0065* | 0,188 ns | 0,0009 ** | 0,132 ns | 0,414 ns | <0,0001** | 0,0125* | <0,0001** | 0,188 ns | 0,0047* | 0,931 ns | 0,0066** | 0,439 ns | 0,899 ns |
| R ² | 0,2235 | 0,2577 | 0,7064 | 0,3803 | 0,7616 | 0,2529 | 0,3239 | 0,999 | 0,7686 | 0,999 | 0,5037 | 0,5614 | 0,1555 | 0,6146 | 0,4251 | 0,2921 |
| Sn-1 | 0,6714 | 25,7925 | 18,623 | 4,0611 | 0,1166 | 1,25 | 0,3335 | 0,000 | 0,9891 | 0,000 | 40,6779 | 2,2051 | 26,608 | 5,349 | 0,1731 | 0,576 |
| CV | 11,4 | 27,2 | 30,6 | 24,6 | 31,1 | 44,8 | 73 | 0,000 | 46,3 | 0,000 | 50,7 | 65,7 | 101,85 | 32,5 | 12,54 | 27,75 |

Fracción fina (< 2 mm) del suelo, CE: Conductividad Eléctrica; MO: Materia Orgánica; *, **: significancia $p < 0,05$, $0,01$ ns: no significancia R²: coeficiente de determinación - Sn₁, desviación estándar - C.V., coeficiente de variación.

CONCLUSIONES

Las propiedades fisicoquímicas y las clases texturales en general son medias - gruesas, con suelos de porosidad alta, haciendo que tengan una buena infiltración en un 35% moderadamente rápida y una densidad aparente media.

El contenido de MO y pH fueron similares a los de la zona de influencia del Risaralda, la MO alta excepto el 4 % del municipio de La Virginia que fue bajo, y el pH moderadamente ácidos exceptuando el 8% del municipio de Dosquebradas que presento suelos ligeramente alcalinos, en cuanto el N y P se hallaron en contenidos bajos, lo cual pueden presentar deficiencias nutricionales que deben de ser corregidas con aplicaciones de estos elementos ya sea química u orgánica.

El municipio de La Virginia se caracterizó por presentar valores altos de CN, Ca, Zn, S y bajos contenidos en M.O y N. Mostrando el predominio de suelos TH y el municipio de Dosquebradas presenta valores altos de pH, M.O, N, B y bajos contenidos en CE, CN, P, CIC, K, Ca, Mg, Fe, Cu. Mostrando el predominio de suelos CL.

La Asociación TH se caracterizó entre los tres tipos de suelos por mostrar los valores más altos en pH, CIC, K, Ca y Zn y bajos en M.O, N y Al, la Asociación RC por mostrar los valores más altos en CE, CN, P, Mg, Fe, S y Al y bajos en pH, Cu y B, y la Asociación CL se caracterizó entre los tres tipos de suelos por mostrar los valores más altos en M.O, N, Cu y B y bajos en CE, CN, P, CIC, K, Ca, Mg, Fe, Zn, S.

Este diagnóstico que caracteriza tres tipos de suelos en los cinco municipios podría proporcionar que la aplicación de fertilizantes se pueda implementar con mayor eficiencia y productividad en los sistemas forestales nativos.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por “El Sistema General de Regalías”, en el marco del proyecto fortalecimiento del sector agropecuario y agroindustrial mediante innovación, ciencia y tecnología en el departamento de Risaralda”, convenio especial 0692 del 24 de enero 2014, Gobernación de Risaralda, UNISARC, Federación de Frutas y Hortalizas de Risaralda FEDEFHOR.

BIBLIOGRAFÍA

- ARROYO, V.D; BERTEL, G. D; DORIA, C. J. y ROCHA, V. L, (2014). Determinación De Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC). Practica No. 8 - Universidad de Sucre - Programa de Ingeniería Agrícola Suelos Agrícolas. pp 17.
- BENNETT, L, (2017). Deforestation and Climate Change. The Climate Institute. 1-16.
- BERROUET, L.M; MACHADO, J. y VILLE GAS-PALACIO, C, (2018). Vulnerability of socio-ecological systems: A conceptual Framework. Ecological Indicators 84: 632–647.
- CENICAFÉ, (2011). "Construyendo el modelo para la gestión integrada del recurso hídrico en la caficultura colombiana". Cenicafe, pp 89.
- COULIBALY, N, (2016). Macro-economics Policies and Deforestation in Côte d'Ivoire. Journal of Energy and Natural Resources. 5(6): 78-91.
- ECHEVERRI, L; ESTÉVEZ, J.V y BEDOYA, J.G. 2014. Caracterización física, química y mineralógica de suelos con vocación forestal protectora, región Andina Central Colombiana, Revista Facultad Nacional de Agronomía, Medellín. 67(2): 7335-7343.
- FERNADEZ, J; ALVARADO, A; MORALES, M; SAN MIGUEL, A. y MARCHAMALO, M, (2014). Using multivariate analysis of soil fertility as a tool for forest fertilization planning. Nutr Cycl Agroecosyst 98:155–167.
- FISHER, R. y BINKLEY, D, (2013). Ecology and Management of Forest Soils, 4th Edition, pp 362.
- HUSSON, O; BRUNET, A; BABRE, D; CHARPENTIER, H; DURAND M y SARTHOU, J, (2018). Conservation Agriculture systems alter the electrical characteristics (Eh, pH and EC) of four soil types in France. Soil & Tillage Research 176:57–68.
- GALINDO, T.R; BETANCUR, J y CADENA-M, J.J, (2003). Estructura y composición florística de cuatro bosques andinos del santuario de flora y fauna guanentá-alto río fonce, cordillera oriental colombiana. Caldasia 25(2): 313-335.
- GAYOSO, J. y ALARCON, D, (1999). Guía de conservación de suelos forestales. Proyecto Certificación del Manejo Forestal en las Regiones Octava, Decima y Duodécima. Universidad Austral de Chile. Valdivia – Chile. pp 91.
- HAVLIN, L; BEATON, J; TISDALE, S y NELSON, W, (2005). Soil Fertility and fertilizers an Introduction to nutrient Management 7th ed New Jersey: Prentice Hall Hinsinger, P; Jailard, B. 1993. Root-induced release of interlayer potassium and vermiculitization of phlogopite as related to potassium depletion in the rhizosphere of ryegrass. Soil Sci: 44: 525-534.
- HINCAPIÉ, E. y RAMÍREZ, F, (2010). Riesgo a la erosión en suelos de ladera de la zona cafetera. Ceni café - avances técnicos 400. Programa de Investigación Científica. Fondo Nacional del Café. pp 8.

-
- IDEAM, (2017). Resultados monitoreo de la deforestación 2017. Recuperado de: <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023835/023835.html> Fecha de consulta: junio 2018.
- IGAC, (2004) Estudio general de suelos y zonificación de tierras: Departamento de Risaralda, 2ª edición. CD.
- LÁZARO, M; VELÁZQUEZ, J; VARGAS, J; GÓMEZ, A; ÁLVAREZ, M. y LÓPEZ M, (2012). Fertilización con nitrógeno, fósforo y potasio en un latizal de *Pinus patula* Schl. et Cham. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente 18(1): 33-42.
- MACHADO, J; VILLEGAS-PALACIO C; LOAIZA J.C. y CASTAÑEDA D, (2019). Soil natural capital vulnerability to environmental change. A regional scale approach for tropical soils in the Colombian Andes. *Ecological Indicators* 96: 116–126.
- MORENO, R; GARCÍA, T; STORCH, J.M; MUÑOZ, M; YÁÑEZ, E. y PÉREZ, E, (2011). Fertilización y corrección edáfica de suelos agrícolas con productos orgánicos. *Revista de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente* 4: 1- 34.
- PRATAP, R, (2016). Organic fertilizers types, production and environmental impact. Nova Science Publishers, Inc. New York. pp 273.
- PEÑA, W; LEIRÓS, M. y BRICEÑO, J, (2006). Propiedades generales y bioquímicas de suelos forestales en áreas serpentinizadas de Galicia, *Agronomía Costarricense* 29(3): 71-78.
- PIRANEQUE, N; AGUIRRE, S y MENJIVAR J, (2007). Evolution of nutrients element content in soils dedicated to onion crop. *Acta Agronómica*. 56(1):37-42.
- RAMÍREZ, J.A; ZAPATA, C.M; LEÓN, J.D. y GONZÁLEZ, M.I, (2007). Caída de hojarasca y retorno de nutrientes en bosques montanos andinos de Piedras Blancas, Antioquia, Colombia. *Interciencia* 32(5): 303-311.
- ROJAS, J. y SÁENZ, E, (2013). Densidad aparente. Comparación de métodos de determinación en Ensayo de rotaciones en siembra directa INTA, Argentina. pp 3.
- SADEGHIAN, S; RIVERA, J.M. y GÓMEZ, M.E, (2000). Impacto de sistemas de ganadería sobre las características físicas, químicas y biológicas de suelos en los Andes de Colombia. pp 19.
- SILVA, R, (2001). Factores que afectan la disponibilidad de nutrimentos para las plantas. Instituto Colombiano Agropecuario. Bogotá – Colombia. A.A. No. 151123. pp 27.
-



ALIDAD FÍSICA, QUÍMICA Y MICROBIANA DE SUELOS FERTILIZADOS CON PORCINAZA

PHYSICAL, CHEMICAL AND MICROBIAL QUALITY OF FERTILIZED SOILS WITH PIG MANURE

Adriana Restrepo-Gallón¹ Nohemí Moreno², Beatriz Silva³, Mónica Betancourt¹

¹ Docente Asociado, Facultad de Ciencias Agrícolas, UNISARC, Campus el Jazmín Km 4 vía Santa Rosa de Cabal – Chinchiná (Risaralda), Colombia.
E-mail address: adriana.restrepo@unisarc.edu.co

² Estudiante-Ingeniería Agronomía, Facultad de Ciencias Agrícolas, UNISARC, Campus el Jazmín Km 4 vía Santa Rosa de Cabal – Chinchiná (Risaralda), Colombia

³ Profesional especializada de la CARDER, Avenida de Las Américas # 46-40, Pereira (Risaralda), Colombia.

Fecha de recibido: 2 de noviembre 2018
Fecha de aceptación: 21 de noviembre 2018


RESUMEN

Los fertilizantes orgánicos son los más conocidos y de aplicación universal dado a sus características nutricionales, fácil accesibilidad y economía, como es el caso de la porcinoza, sin embargo, pese a las virtudes que se le atribuye no se puede desconocer la problemática ambiental generada por su mal uso. El presente estudio de caso tuvo como propósito identificar y caracterizar los suelos provenientes de planes de fertilización con porcinoza y sus efectos sobre las propiedades físicas, químicas y microbiológicas del suelo, además de los efectos contaminantes en agua superficiales cercanas al área de estudio, la cual estuvo compuesta por cinco granjas certificadas por el Instituto Colombiano Agropecuario-ICA en Buenas Prácticas Ganaderas en la Producción Porcícola, ubicadas en los

municipios de: Pereira, Marsella, Santa Rosa de Cabal y Balboa del Departamento de Risaralda. En cuanto al análisis físicoquímicos de los suelos, el suelo arenoso evidencio su menor capacidad de retención lo que provocó presencias de fosfatos, Coliformes y *Escherichia coli* en aguas, los suelos con arcillas mostraron los mayores valores de Capacidad de Intercambio Catiónico y la aplicación prolongada en el tiempo de este residuos al suelo muestra efectos de acumulación de elementos como pH, MO, N y P, con estos resultados se evidencia la importancia de seguir desarrollando investigaciones que implementen periodos de seguimiento y evaluación más extensos, que permitan realizar un diagnóstico más detallado proporcionando la información suficiente para desarrollar en el corto, mediano y largo plazo, alternativas de mitigación de impacto ambiental.

Palabras claves: Coliformes, *Escherichia coli*, Fertilizante, Purín, Residuo Orgánico

ABSTRACT



rganic fertilizers are important for the nutritional characteristics, easy accessibility and economy, as is the case of pig manure, however, the virtues attributed to it can not ignore the environmental problems generated by its misuse. The purpose of this case study was to identify and characterize the soils coming from pig manure fertilization plans and their effects on the physical, chemical and microbiological properties of the soil, as well as the contaminating effects on surface water near the study area, which was composed of five farms certified by the Colombian Agricultural Institute -ICA in Good Livestock Production Practices, located in the municipalities of: Pereira, Marsella, Santa Rosa de Cabal and Balboa of Risaralda the Department. Regarding the physico-chemical analysis of the soils, the sandy soil evidenced its lower retention capacity, which caused presences of phosphates, Coliforms and *Escherichia coli* in waters, soils with clays showed the highest values of Cationic Exchange Capacity and the prolonged application in the time of this waste to the soil shows effects of accumulation of elements such as pH, MO, N and P. These results show the importance of continuing to develop research that implements longer monitoring and evaluation periods, which allow for a more detailed diagnosis, providing sufficient information to develop environmental impact mitigation alternatives in the short, medium and long term.

Keywords: Coliforms, *Escherichia coli*, Fertilizer, Liquid Manure, Organic Waste.

INTRODUCCIÓN

La población mundial de cerdos produce aproximadamente 1.7 billones de toneladas de abono líquido al año (Makara y Kowalski, 2018), en Colombia ha aumentado en los últimos años el consumo de la carne de cerdo por ende el crecimiento de las explotaciones a pesar de ser una solución a la demanda también ha generado problemáticas medio ambientales debido a la generación de grandes volúmenes de su principal residuo, el estiércol. En Risaralda se registraron para el año 2017 un total de 2351 predios productores de cerdo en las modalidades de cría, levante, ceba, hembras de reemplazo, machos reproductores y producción en traspatio, de las cuales un porcentaje muy bajo, se estima que inferior al 10% están certificadas en buenas prácticas agrícolas y la mayoría de explotaciones no hacen un manejo adecuado de sus residuos (ICA, 2018).

Esta producción ganadera intensiva está asociada a varios impactos medioambientales y de salud humana, tales como vertidos incontrolados, tanto superficiales como profundas, lixiviaciones a aguas subterráneas, contamina-

ción de suelos (metales pesados), emisiones de olores, gases a la atmósfera y patógenos (Dhyani *et al.*, 2018). Sin embargo, desde un punto de vista de producción más limpia, es un material con numerosos usos, entre ellos fertilizante orgánico, mejorador de suelos, alimento para rumiantes, materia prima para generar energía, insumo en la elaboración de compost entre otros. Los fertilizantes orgánicos son los más conocidos, históricamente los agricultores han utilizado el estiércol y los purines como una fuente de nutrientes para los cultivos, considerándose un recurso valioso para la fertilización (Restrepo, 2013) especialmente en suelos que han sido utilizados durante siglos para la agricultura y que, por tanto, están empobrecidos respecto a sus cualidades nutritivas (Llona y Faz, 2006), por lo que la aplicación racional y controlada de los purines y estiércoles presenta un gran interés desde el punto de vista de la fertilización.

También es de resaltar la importancia que tiene el hecho de reemplazar la fertilización mineral por la de tipo orgánica, diversos estudios coinciden en afirmar que el método más efectivo y económico de afrontar la problemática de la acumulación de estos residuos orgánicos es a través de su aplicación en el suelo (Westernam y Bicudo, 2005), a la vez que ayuda a mejorar las condiciones medioambientales (Schröder, 2005). Sin embargo, es importante tener en cuenta que el uso directo de los residuos orgánicos de forma no controlada también puede ocasionar serios problemas de contaminación y degradación del suelo (Goulding *et al.*, 2000; Dhyani *et al.*, 2018). Los principales contaminantes de las excretas porcinas pueden dividirse a su vez en: A) físicos como la materia orgánica y los sólidos en suspensión; B) químicos como el nitrógeno, el fósforo y el potasio excretado y el olor el cual es ocasionado por una gran cantidad de compuestos orgánicos volátiles (Mariscal, 2007; Restrepo, 2013). La presencia incontrolada de materia orgánica es un riesgo ambiental, no sólo para aguas superficiales y subterráneas, sino también para los suelos agrícolas, que pueden sufrir anoxia y condiciones reductoras (Moral *et al.*, 2008).

Por otra parte, el aporte de residuos orgánicos sin compostar provoca un aumento de nitrógeno en los suelos a los que son incorporados. En el caso del purín de cerdo, el 70% de N se encuentra en forma amoniacal (Bernal *et al.*, 1993), por lo que tras su adición al suelo actúa como un fertilizante inorgánico. La adición de altas cantidades de purín puede causar problemas para el cultivo por un exceso de amoníaco, y una alta proporción de NH₃ puede volatilizarse. La problemática del nitrógeno es doble, puede producirse contaminación atmosférica por la volatilización del amoníaco y también puede contaminar las aguas por lixiviación de los nitratos (Fountoulakis *et al.*, 2008). El N orgánico del purín y del estiércol sólido no es fácilmente mineralizable y se acumula en el suelo. Esto se traduce en que no todo el nitrógeno aportado a los suelos está en forma disponible para los cultivos (Lasisi *et al.*, 2018), quedando importantes cantidades en los suelos, los cuales en unos casos serán arrastrados por infiltraciones (Mellek *et al.*, 2010) y en otros quedarán en los mismos para su posterior nitrificación. La mineralización de N orgánico del purín es lenta y entre un 60% y un 75% de N orgá-

nico es resistente a la mineralización (Bernal y Roig, 1993).

El fósforo en los estiércoles está presente en formas orgánicas e inorgánicas, pero la fracción orgánica se hidroliza rápidamente, así que su disponibilidad en los estiércoles animales se acerca a menudo al 90-100. Por otra parte, entre el 8 y el 13% del P del purín de cerdo puede infiltrarse en el perfil del suelo, alcanzando profundidades de hasta 90 cm en suelos ácidos (Vetter y Steffens, 1981). En estiércoles de porcino, bovino, ovino y, sobre todo aviar, las cantidades de calcio pueden ser importantes, pudiendo provocar aumentos en el pH del suelo, para suelos ácidos o neutros. La alta conductividad eléctrica de los purines, revela una alta concentración de sales solubles como el potasio y el magnesio, provenientes principalmente de la orina de los animales, de modo que su disponibilidad para las plantas es similar a la de un abono mineral (Restrepo, 2013).

La presencia de metales pesados como zinc y cobre suelen ser relativamente altos, particularmente en los purines de porcino, derivados de la adición de sulfato de cobre como regulador del crecimiento, y de sales de zinc (óxido y sulfato), como fungicida, que son eliminados, en gran parte, a través de los excrementos (Pomares y Canet, 2001). Se puede producir contaminación en las aguas subterráneas por el lavado de nutrientes y otras sustancias a través del perfil del suelo donde se han realizado aplicaciones agrícolas de las deyecciones (Mellek *et al.*, 2010). El arrastre de los nitratos a las aguas propaga la contaminación por nitrógeno, ya que favorece, de forma conjunta con el fósforo, aunque en menor medida, la eutrofización de las aguas, aumentando la toxicidad por aporte de iones amonio y nitrato, aumentando la DBO y favoreciendo la transmisión de enfermedades (Gallert *et al.*, 1998). También se pueden ocasionar problemas de salud al ingerir aguas con altas concentraciones de nitratos, ya que los nitratos son transformados en el organismo en nitritos, que a su vez se transforman en nitrosaminas, compuestos cancerígenos con efectos nocivos sobre el hígado y el estómago (Palau, 2000).

Por ello, utilizar tecnologías sostenibles para controlar y minimizar la contaminación ambiental ya es una prioridad para el porcicultor (Tamayo, 2014), por consiguiente las explotaciones futuras están condicionadas por varios aspectos claves que determinarán su viabilidad y continuidad: la bioseguridad, las condiciones medioambientales, el bienestar de los animales (FAO, 2006) y la salud pública (Dhyani *et al.*, 2018). Incluir el aspecto ambiental

en el proceso productivo contribuye al bienestar humano y animal, considerando la inocuidad, seguridad alimentaria y la trazabilidad (Sánchez, 2001).

Sin embargo, un contaminante es un recurso en el lugar equivocado, por lo cual se puede argumentar que la porcicultura no produce residuos, sino subproductos que al no ser manejado y reutilizado adecuadamente implicaría un costo que debe soportar el porcicultor para eliminarlos (Chará *et al.*, 1999). El uso de estiércol para la fertilización depende de las condiciones locales, como la accesibilidad de las tierras cultivables, los costos de transporte y la disponibilidad de otros fertilizantes (Burton y Turner, 2003). Esto implica que las soluciones ambientales no

deberán ser de carácter general, sino que, por el contrario, han de ser estudiadas y elaboradas específicamente para cada zona de acuerdo con sus condiciones ambientales y de producción (Restrepo, 2013). Es por ello que en este estudio de caso se pretende identificar y caracterizar los suelos provenientes de planes de fertilización con estiércoles porcinos y evaluar el impacto (positivo o negativo) en las características fisicoquímicas y microbiológicas que pudieran presentarse por las continuas aplicaciones de porcinazas en cinco granjas ubicadas en los municipios de Pereira, Marsella, Santa Rosa de Cabal y Balboa.

MATERIALES Y MÉTODOS

A. Diseño experimental

Para el desarrollo experimental, se seleccionaron cinco (5) de veintiocho (28) granjas porcícolas con las siguientes características: A) Certificadas por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), en Buenas practicas Ganaderas en la producción Porcina. B) Que utilizaran los estiércoles para la fertilización de cultivos de pastos u otros, en periodos consecutivos.

Variables: Se analizó el comportamiento del suelo en el cultivo de pasto después de la aplicación continua de porcinaza; en cinco granjas y tres repeticiones sobre el tiempo, sin ningún testigo ya que las fincas no disponían de terrenos no inferiores a un año de NO aplicación de porcinaza, cada granja se estableció en función del lote de aplicación que llevaba el productor, y se analizó las características físico-químicas, químicas y microbiológicas de los suelos y el impacto generado por la aplicación de la porcinaza sobre las corrientes de agua superficiales cercanas a los predios objeto de estudio se realizó análisis químico y microbiológico al principio y final de estas corrientes de agua.

B. Descripción de la zona de estudio y caracterización de los predios

Las cinco granjas seleccionadas estaban ubicadas en los municipios de: Pereira, Santa Rosa de Cabal, Balboa y Marsella se ubicaron en las siguientes coordenadas y presenta las siguientes características:

Pereira: GRANJA 1 se encuentra ubicada en las coordenadas geográficas: 4°45'86.9"N 75°46'26.4"W, altitud

1258 m.s.n.m. Sistema productivo ciclo completo, cinco años de aplicación continuada de porcinaza.

Marsella: GRANJA 2 se encuentra ubicada en las coordenadas geográficas: 4°54'39.2"N 75°48'23"W, altitud 1043 m.s.n.m Sistema productivo engorde, tres años de aplicación continuada de porcinaza.

Balboa: GRANJA 3 se encuentra ubicada en las coordenadas geográficas: 4°56'49.22"N 75°55'24.40"W, altitud 1216 m.s.n.m Sistema productivo ciclo completo, tres años de aplicación continuada de porcinaza.

Santa Rosa de Cabal: GRANJA 4 se encuentra ubicada en las coordenadas geográficas: 4°57'24.9"N 75°38'49.5"W, altitud 1477 m.s.n.m. Sistema productivo ciclo completo, seis años de aplicación continuada de porcinaza.

Santa Rosa de Cabal: GRANJA 5 se encuentra ubicada en las coordenadas geográficas: 4°57'55.3"N 75°38'39"W, altitud 1426 m.s.n.m Sistema productivo ciclo completo, seis años de aplicación continuada porcinaza.

C. Toma de muestras

Para cada una de las granjas se tomaron TRES muestras homogéneas de suelos correspondientes a tiempos diferentes después de la aplicación de la porcinaza por lo que la frecuencia general de los lotes de los veintiocho ganaderos es de ciclos de 15 días:

Primera muestra: Para lotes de aplicación entre **1-3 días** después de la aplicación

Segunda muestra: Para lotes de aplicación entre **4 -7 días** después de la aplicación

Tercera muestra: Para lotes de aplicación entre **8 -15 días** después de la aplicación

Para la determinación de aguas se realizó dos muestras en las corrientes de aguas afectadas por cada predio: **Granja 1** (El Caucho), **Granja 2** (Sanabria), **Granja 3** (Los Alpes), **Granjas 4 y 5** (San Eugenio).

D. Determinaciones en campo

Para garantizar que la recolección de muestras para el análisis químico, físico y microbiológico, fuera efectiva y representativa, se trabajó con los protocolos de toma de muestras del laboratorio de suelos de la Corporación Universitaria Santa Rosa de Cabal UNISARC y los protocolos de aguas de CARDER. Se utilizó tres tipos de muestras de suelos. A) Las muestras disturbadas, secadas al aire y tamizadas a 2mm para determinación de propiedades químicas. B) Las muestras sin disturbar para propiedades físicas C) La muestra se refrigera para análisis microbiológico. Y dos muestras para el análisis de aguas. A) aguas arriba B) aguas abajo del efluente de agua.

E. Análisis del laboratorio

El procedimiento de la caracterización física, química y microbiológica de las muestras de suelos, se efectuaron en los Laboratorios de Suelos y microbiología de la Corporación Universitaria Santa Rosa de Cabal UNISARC, y la caracterización de aguas en el laboratorio de CARDER, mediante las siguientes metodologías: **A)** Los análisis físico y químicos: Textura (Bouyoucos), Densidad Aparente (Terrón Parafinado), Porosidad (Calculado), pH (Método potenciómetro (relación 1:2.5), Materia Orgánica - M.O (Walkley-Black) colorimétrico, Espectrofotometría, Nitrógeno (Kjeldahl), Fósforo (Bray II y Kurtz, espectrofotometría), Cationes intercambiables (Acetato de Amonio 1N pH7, Espectrofotometría), Capacidad de Intercambio catiónico - C.I.C (Acetato de Amonio 1N pH:7), Hierro, Zinc y Cobre (DTPA, espectrofotometría) y Aluminio (Método de Yuan). **B)** Los análisis microbiológicos se realizaron de acuerdo a la metodología de diluciones seriadas en placa petri y por recuento directo. Se determinó en número de unidades formadoras de colonia por gramo de suelo, utilizando medios selectivos para caracterización y conteo (*Agar de coliformes - Chromogenic Coliforms*: identificación de *Pseudomonas*, *Escherichia* y *Enterococcus*). **C)** Los análisis de aguas se realizaron en el laboratorio de CARDER por los métodos de: DQO SM 5220 C Titulométrico, DBO5 4500-O G Electrodo de Membrana, Nitritos con SM 4500 NO3- B Fotométrico, Fosfatos 4500-P E Fotométrico, Coliformes Totales y E. Coli 9223B 2b Sustrato Definido.

F. Diseño estadístico

Los datos obtenidos de las pruebas en laboratorio se recopilaron en una base de datos mediante el software Microsoft Excel que se exportó al programa estadístico Statistical Analysis Software (SAS) Versión 7.0. El análisis de varianza (ANOVA) y los promedios se compararon con la prueba de Tukey al 5%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Suelo: Evolución de parámetros físicos del suelo

Descripción de suelos: En el tabla 1, se muestra la distribución granulométrica, la textura, la densidad aparente y la porosidad total calculada a partir de la relación entre la densidad aparente y la densidad real ($2,3\text{g cm}^{-3}$) tomado como referencia del estudio general de suelos y zonificación de tierras de Risaralda (IGAC, 2004).

Las Granjas 1, 4, 5 corresponden a suelos de la Consociación Chinchiná (CId1), **La Granja 2** pertenece a los suelos Asociación Cerritos – Pereira (CPd2) y **La Granja 3** a los suelos de la Asociación Rio Arma – Castilla (RCf2).

Tabla 1. Resumen Propiedades Físicas

| Muestra | Fertilización | Rango de días | ρ_b ^[3] (gcm^{-3}) | St ^[4] | Fracción Granulométrica ^[1] | | | |
|---------|---------------|---------------|--|-------------------|--|---------|------|-------------------------------|
| | | | | [%] | Arena | Arcilla | Limo | Clase textural ^[2] |
| 1 | GRANJA 1 | 1 a 3 | 0,80 | 65,11 | 52 | 10 | 38 | FRANCO- ARENOSA |
| 2 | GRANJA 1 | 4 a 7 | 0,74 | 67,90 | 54 | 10 | 36 | FRANCO- ARENOSA |
| 3 | GRANJA 1 | 8 a 15 | 0,77 | 66,51 | 78 | 10 | 12 | FRANCO- ARENOSA |
| 1 | GRANJA 2 | 1 a 3 | 0,88 | 65,95 | 66 | 14 | 18 | FRANCO -ARENOSA |
| 2 | GRANJA 2 | 4 a 7 | 0,80 | 69,11 | 62 | 16 | 22 | FRANCO -ARENOSA |
| 3 | GRANJA 2 | 8 a 15 | 0,76 | 70,69 | 64 | 16 | 20 | FRANCO -ARENOSA |
| 1 | GRANJA 3 | 1 a 3 | 0,77 | 68,66 | 62 | 24 | 14 | FRANCO-ARCILLO-ARENOSA |
| 2 | GRANJA 3 | 4 a 7 | 0,98 | 60,36 | 61 | 21 | 18 | FRANCO-ARCILLO-ARENOSA |
| 3 | GRANJA 3 | 8 a 15 | 0,93 | 62,51 | 66 | 22 | 12 | FRANCO-ARCILLO-ARENOSA |
| 1 | GRANJA 4 | 1 a 3 | 0,63 | 72,49 | 88 | 4 | 8 | ARENOSA |
| 2 | GRANJA 4 | 4 a 7 | 0,65 | 71,48 | 88 | 2 | 10 | ARENOSA |
| 3 | GRANJA 4 | 8 a 15 | 0,92 | 59,91 | 90 | 2 | 8 | ARENOSA |
| 1 | GRANJA 5 | 1 a 3 | 0,65 | 71,48 | 62 | 6 | 32 | FRANCO -ARENOSA |
| 2 | GRANJA 5 | 4 a 7 | 0,74 | 67,90 | 72 | 6 | 22 | FRANCO -ARENOSA |
| 3 | GRANJA 5 | 8 a 15 | 0,79 | 65,63 | 70 | 8 | 22 | FRANCO -ARENOSA |

[1]: Gravimetría, A: Arena, L: Limo, Ar: Arcilla [2]: Clasificación USDA, (3): Densidad Aparente por método de probeta graduada [3]: Porosidad total.

Textura, densidad aparente y porosidad total: en la fracción fina (<2mm) de los suelos estudiados, la fracción granulométrica dominante es la arena (69%). Como podemos observar las diferentes granjas objeto de estudio la clase textural predominante es la Franco-Arenosa (F-A) **en las Granjas 1, 2 y 5**, estas arenas gruesas permiten un nivel de organización y empaquetamiento de partículas tal, que hace que los valores de DA sean relativamente bajos cuando se les aplica este tipo de fertilización. Sin embargo, se ha encontrado que en suelos con muy altos contenidos de arena, un cierto nivel de compactación puede ser deseable para incrementar la microporosidad, disminuir la tasa de percolación y aumentar la capacidad de retención de agua en el suelo (Román, 1990).

La Granja 4 presenta una textura arenosa o gruesa lo que podría verse afectada ya que tienen menor capacidad de retención que las texturas finas, por lo que deberíamos llevar cuidado ya que la aplicación excedentaria de fósforo exige que la erosión y la escorrentía estén controladas (Mellek *et al.*, 2010) y en este estudio los porcentajes de fósforo para esta granja fueron mayores que para el resto de las fincas estudiadas, por lo que podría evidenciar una influencia

directa sobre el agua que presenta un valor alto aguas abajo. Por otra parte la DA de estos suelos tienden a ser bajas, los valores oscilan entre 0,63 – 0,98 g/cm³, pero similares a los rangos referenciados en el IGAC (2004) para estos tipos de suelos, y este parámetro es inversamente proporcional a la porosidad que presenta valores altos (>50%) estos valores pueden ser por su alto contenido de MO presente en alguno de los rangos estudiados en las **Granjas 2, 4 y 5** que contribuye a elevar el volumen de la porosidad, presentando mejores condiciones a nivel físico-químico y biológico que garantizan una productividad más alta.

Suelo: evolución de parámetros químicos del suelo

En general, los residuos ganaderos suministran una suficiente concentración de todos los nutrientes, siendo más común la presencia de problemas por exceso que por defecto (Moss *et al.*, 2000). En la tabla 2, se muestra la evolución de los parámetros pH, MO, C/N, N y P, entre días y entre granjas respecto a la aplicación continuada de porcínaza en los suelos de los municipios de Balboa, Pereira, Marsella y Santa Rosa de Cabal.

Tabla 2: Variación de los parámetros químicos de pH, MO, C/N, N y P

| FUENTE DE VARIACIÓN | pH | MO | CN | N | P |
|-----------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| MUNICIPIO | | | | | |
| 1-3 | 5,9520 a | 6,9320 a | 19,258 a | 0,411 a | 33,38 a |
| 4-7 | 6,8880 a | 6,0340 a | 13,572 a | 0,4642 a | 53,08 a |
| 8-15 | 6,3420 a | 7,1820 a | 14,332 a | 0,5098 a | 63,77 a |
| SIGNIFICANCIA EN DÍAS SITIO | 0,4715 N.S | 0,4966 N.S | 0,1661 N.S | 0,2839 N.S | 0,2443 N.S |
| MUNICIPIO | | | | | |
| GRANJA 1 | 6,8300 a | 3,667 b | 10,797 a | 0,344 b | 17,09 b |
| GRANJA 2 | 6,7200 a | 6,023 ab | 17,400 a | 0,342 b | 11,57 b |
| GRANJA 3 | 6,3167 a | 6,127 ab | 22,660 a | 0,319 b | 70,36 a |
| GRANJA 4 | 6,3533 a | 9,080 a | 14,690 a | 0,639 a | 82,79 a |
| GRANJA 5 | 5,7500 a | 8,683 a | 13,057 a | 0,664 a | 68,58 a |
| SIGNIFICANCIA EN PARCELA | 0,8015 N.S | 0,0145 * | 0,0887 N.S | 0,0025 ** | 0,0304 * |
| R ² | 0,29 | 0,76601 | 0,6724 | 0,8543 | 0,7344 |
| S _{n-1} | 1,156 | 1,5435 | 4,5857 | 0,0909 | 26,517 |
| CV | 18,1 | 23,0 | 29,2 | 19,7 | 53,0 |

Análisis de pH: Como podemos observar en la tabla 2, la evolución sobre el tiempo en el pH del suelo, muestra que la aplicación de la porcina no presenta diferencias significativas respecto al tiempo y entre granja. Al principio del ensayo posiblemente la adición de materia orgánica al suelo ha supuesto, en general (excepto en la **Granja 5**), un aumento mínimo inicial de los valores de pH sobre el tiempo. Este efecto ha sido comprobado en distintos ensayos con materiales orgánicos similares probablemente es el resultado de la actividad biológica inicial (por la intensificación de la mineralización) que produce el aporte de estos residuos al suelo, según Shi *et al.*, (2019) la asociación de los aniones orgánicos de la disociación de los grupos funcionales (COOH y OH) en la materia orgánica del suelo consumió protones y, por lo tanto, aumentó el pH del suelo, también cabe destacar que para este tipo de suelos presenta valores altos de pH en un rango de 5,85-8,5 tal vez esto se debe a la aplicación continuada de este fertilizante orgánico, que presenta sales solubles en los estiércoles animales (principalmente por la orina), provocando aumentos en el pH para suelos ácidos o neutros (Restrepo, 2013), como los que encontramos en estas zonas.

Materia Orgánica, C/N: La tabla 2 muestra que no hubo diferencias significativas en el contenido de MO entre días pero si entre granjas, esto puede deberse a aplicaciones de porcina por periodos prolongados donde las **Granjas 4 y 5** son estadísticamente similares y su aplicación continuada es desde hace más de 6 años, las **Granjas 2 y 3** son estadísticamente similares y su aplicación se realiza hace 3 años esto hecho también se ha observado en otros estudios (Serrano, 2001; Shi *et al.*, 2019). En las **Granjas 1, 4 y 5** se produce una disminución de la MO, esta reducción podría ser debido a la mineralización más rápida de los compuestos orgánicos (Shi *et al.*, 2019), en la **Granja 1** posiblemente esto se deba a su textura gruesa que se caracterizan por una mejor aireación, y la presencia de oxígeno acelera la descomposición de la materia orgánica. Con la incorporación de la porcina al suelo pretendemos incrementar el contenido de MO y este efecto lo vemos en las Granjas 2 y 3. Esta porcina sufre un proceso lento de

mineralización en el suelo, reduciendo así las pérdidas en forma de dióxido de carbono. Esto favorece la conservación del carbono orgánico en el suelo, al evitar la degradación de la MO por la actividad microbiana, la cual es importante en el caso de este material no estabilizado (Bustamante, 2007).

Los dos constituyentes básicos de la MO se expresan en la relación C/N, lo que hace que el carbono y el nitrógeno sean variables importantes para obtener un buen fertilizante orgánico con relación equilibrada entre ambos elementos. La relación C/N no presentó diferencias significativas entre el tiempo y entre granja. Sin embargo el C en relación al N, varía disminuyendo el valor inicial respecto al final en las **Granjas 1, 4 y 5**.

Nitrógeno total Kjeldahl y Fosforo: En cuanto al N-NTK, no se encontraron diferencias significativas entre días, posiblemente esto se deba a que la mineralización de N orgánico del purín es lenta (Lasisi *et al.*, 2018) y entre un 60% -75% de N orgánico es resistente a la mineralización (Bernal y Roig, 1993) y los intervalos de tiempos de estudio fueron muy cortos, sin embargo si presenta diferencias altamente significativas entre granjas $P=0,0025$ ($P<0,05$), las **Granjas 4 y 5** mostraron los valores más altos, tal vez esto pudo deberse a la aplicación del N orgánico del estiércol líquido no es fácilmente mineralizable y se acumula en el suelo, contribuyendo a la reserva de N en el suelo (Ige *et al.*, 2015), ya que estas fincas llevan seis años con aplicaciones continuas del fertilizante líquido.

Por otra parte, en el fósforo no se encontraron diferencias significativas entre días al igual que el nitrógeno, posiblemente esto se deba a que todas las formas solubles del fósforo son poco móviles (Lobera *et al.*, 1998) y más en suelos arcillosos que retiene hacia fuentes hídricas (FAO, 1997), sin embargo si presenta diferencias significativas entre

parcela posiblemente esto pudo deberse a la acumulación de este elemento en el suelo que puede llegar a durar hasta 8 años después de su adición (Lobera *et al.*, 1998), mostrando en las **Granjas 3, 4 y 5** los valores más altos.

Potasio, Calcio y Magnesio: En estiércoles, K^+ , Ca^{2+} y Mg^{2+} están presentes en forma de sales solubles, y provienen casi totalmente de la orina de los animales, cerca del 90% de K en la alimentación es excretado por los animales (Restrepo, 2013). Con relación al K se hallaron diferencias estadísticas significativas entre días ($P=0,0160$) (tabla, 3), la porcinoza aumentó la disponibilidad de potasio en todas las granjas estudiadas, probablemente esto se debe a que el potasio está contenido casi exclusivamente en las orinas. Se encuentra en forma de sal mineral, soluble en agua más del 80%. En consecuencia, su disponibilidad para los cultivos es buena ya que el estiércol líquido se encuentra en forma homogénea (Losu y Abaigar, 2002) y la disponibilidad de K a las plantas se acerca a menudo al 100% (Bernal *et al.*, 1993). Al igual se presentó diferencias altamente significativas en el K entre granjas, presentando los mayores valores en las **Granjas 2, 4 y 5** esta última contenían los mayores valores de arcillas, por lo que pueden retener estos compuestos en la zona radicular y reducir su caída a las aguas subterráneas (Mellek *et al.*, 2010). Particularmente, el potasio, siendo uno de los minerales mayores presentes en la porcinoza, es de muy poca preocupación ambiental (Rankin, 1993).

En Ca y Mg no se observaron diferencias estadísticas significativas entre días sin embargo presentan un mayor porcentaje al final del ensayo con porcinoza esto también es observado por otros autores (Losu y Abaigar, 2002), debido a la naturaleza de la porcinoza líquida, pero si se observaron diferencias estadísticas significativas entre granjas de $P= 0,001$ y $P= <,0001$ respectivamente ($P<0,05$), presentando los mayores valores la **Granja 5** posiblemente por la presencia de arcillas. Estas concentraciones de sales por aplicaciones continuas posiblemente han incrementado los valores de pH en las parcelas evaluadas en esta zona.

Tabla 3: Variación de los parámetros químicos de K, Ca, Mg, Ca/Mg, CaMgK, CaK y CIC

| FUENTE | Potasio | Calcio | Magnesio | CaMg | CaMgK | CaK | CIC |
|-----------------------------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| DÍAS | | | | | | | |
| 1-3 | 0,8240 b | 3,7500 a | 1,8580 a | 2,0680 a | 5,6880 a | 3,842 a | 6,6780 a |
| 4-7 | 0,9000 b | 5,1360 a | 2,0680 a | 3,3260 a | 7,2620 a | 6,754 a | 8,3480 a |
| 8-15 | 1,4560 a | 5,0200 a | 2,1160 a | 2,9880 a | 6,3600 a | 3,434 a | 8,9620 a |
| SIGNIFICANCIA EN DÍAS SITIO | 0,0160 * | 0,1320 N.S | 0,6153 N.S | 0,3363 N.S | 0,2251 N.S | 0,1583 N.S | 0,0965 N.S |
| PARCELA | | | | | | | |
| GRANJA 1 | 0,8700 ab | 3,7767 bc | 1,1133 cd | 3,723 a | 5,173 bc | 5,907 a | 5,777 bc |
| GRANJA 2 | 1,3533 a | 5,3833 b | 2,6033 b | 2,077 a | 7,377 b | 4,100 a | 9,410 b |
| GRANJA 3 | 1,6667 a | 9,5200 a | 3,9333 a | 2,427 a | 12,123 a | 6,260 a | 15,260 a |
| GRANJA 4 | 1,1433 a | 3,3467 bc | 2,1667 bc | 1,537 a | 5,243 bc | 2,950 a | 6,840 bc |
| GRANJA 5 | 0,2667 b | 1,1500 c | 0,2533 d | 4,207 a | 2,167 c | 4,167 a | 2,693 c |
| SIGNIFICANCIA EN PARCELA | 0,0031 ** | 0,001 ** | <,0001 ** | 0,1521 N.S | 0,0002 ** | 0,5506 N.S | <,0001 ** |
| R ² | 0,8742 | 0,9319 | 0,9428 | 0,5903 | 0,9198 | 0,498 | 0,9411 |
| Sn-1 | 0,2866 | 1,0589 | 0,427 | 1,3006 | 1,3612 | 2,6458 | 1,483038 |
| CV | 27,045 | 22,844 | 21,2 | 46,55 | 21,21 | 56,57 | 18,5 |

Capacidad de Intercambio de Cationes (CIC): Los suelos con materia orgánica y CIC altos pueden intercambiar y retener grandes cantidades de cationes liberados en el proceso de mineralización de la excreta (conversión de la materia orgánica en inorgánica). De la CIC no se observaron diferencias estadísticas significativas entre días sin embargo los valores estuvieron más altos al final que al comienzo del estudio, pero si se observaron diferencias altamente significativas entre granjas de $P= 0,001^*$ ($P= <,0001$: r^2 : 0,941) (tabla 3), la Granja 5 mostro los mayores valores de CIC, esto posiblemente puede deberse a que esta parcela mostro los más altos valores de arcillas, reteniendo más cationes intercambiables que un suelo con bajo contenido de arcillas (Silva, 2001).

Micronutrientes disponibles

El contenido de micronutrientes (Fe, Cu y Zn) son elemento no tan esencial para el crecimiento del pasto, pero son necesarios para los animales pastoreando, las variaciones de Fe, Zn, Cu y Al las podemos observar en la tabla 4.

Tabla 4: Variación de los parámetros químicos de Fe, Zn, Cu y Al

| FUENTE DE VARIACIÓN | Hierro | Zinc | Cobre | Aluminio |
|-----------------------------|------------|------------|------------|-----------|
| MUNICIPIO | | | | |
| 1-3 | 203,26 a | 18,960 a | 7,374 a | 0,2460 a |
| 4-7 | 202,99 a | 12,442 b | 8,442 a | 0,2420 a |
| 8-15 | 225,16 a | 12,080 b | 9,502 a | 0,3700 a |
| SIGNIFICANCIA EN DÍAS SITIO | 0,5044 N.S | 0,00092 ** | 0,3630 N.S | 0,0659 NS |
| PARCELA | | | | |
| GRANJA 1 | 255,52 ab | 16,113 a | 12,387 a | 0,0166 b |
| GRANJA 2 | 220,84 ab | 13,677 a | 1,993 b | 0,0700 b |
| GRANJA 3 | 312,45 a | 16,273 a | 10,950 a | 0,1400 b |
| GRANJA 4 | 209,04 b | 15,870 a | 8,447 a | 0,1800 b |
| GRANJA 5 | 54,50 c | 10,537 a | 8,720 a | 1,0233 a |
| SIGNIFICANCIA EN PARCELA | 0,0001 ** | 0,1663 N.S | 0,0040 ** | <,0001 ** |
| R ² | 0,9281 | 0,7677 | 0,834218 | 0,9752 |
| Sn-1 | 32,9413 | 2,897 | 2,2156 | 0,0824 |
| CV | 15,6213 | 19,98 | 26,25 | 28,8 |

Cobre, Zinc y Hierro: La incorporación de porcina en Cu no presentaron diferencias significativas entre días, pero si presentaron diferencias altamente significativas entre granjas. Los niveles de Cu en las granjas fueron altos a excepción de la **Granja 2** que presento un valor de 1,99 esto puede explicarse por la modalidad de la granja de engorde, unica granja con esta modalidad ya que las demas presentaron ciclo completo, contradiciendo lo mencionado por Restrepo (2013), donde alude que se han encontrado valores de Cu que superan ampliamente los límites de inhibición en granjas de engorde.

Respecto al Zn no se encontraron diferencias significativas entre granjas pero si entre tiempo, produciendo un descenso del elemento respecto al final. Con relación al Zn los valores para todas las granjas fueron altos pues superaron el nivel >3,0, según la tabla de interpretación del ICA. Según Pomares y Canet, (2001) y Moral *et al.*, (2008) también encontraron valores altos Zn y

Cu en los estiercoles porcinos, derivados de la adición de sulfato de cobre como regulador del crecimiento, y de sales de zinc (óxido y sulfato), o posiblemente tambien como fungicida, que son eliminados, en gran parte, a través de los excrementos (Pomares y Canet, 2001).

Estos metales son introducidos en las dietas de porcino (Lobera, 1998; Restrepo, 2013), y pueden actúan como limitantes para su uso en suelos agrícolas durante periodos muy prolongados (Burton y Turner, 2003) por lo que es necesario una adecuada gestion de estos residuos ya que las granjas objeto de estudio llevan aplicando este fertilizante por algunos años sin interferencia, y podian generar problemas de salud pública (Sánchez, 2001; Dhyani *et al.*, 2018).

El Fe no presento diferencias significativas sobre el tiempo sin embargo los valores estuvieron algo mas altos al final que al comienzo del estudio, este hecho tambien fue observado por Bustamante *et al.*, (2010) en un experimento de adición de fertilizante orgánico donde los contenido disponibles de Fe aumentaron en comparación con el

suelo control, incluso al final de la experiencia, pero si presentaron diferencias altamente significativas entre granjas de $P=0,0001$ ($P<0.05$). Según la tabla de interpretación del ICA los niveles para Fe presentes en este estudio fueron altos (>50).

Aluminio: Es el factor más limitante de crecimiento y productividad en los suelos ácidos del mundo (Silva, 2001; Shi *et al.*, 2019). Los suelos minerales ácidos con pH inferior a 5.5, gran proporción de los sitios de cambio de las arcillas están ocupados por aluminio, en donde reemplaza los cationes como Ca^{2+} y Mg^{2+} y simultáneamente adsorbe los fosfatos. Para el Al no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre días pero si se encontraron diferencias altamente significativas entre granjas, mientras el pH no alcance valores extremadamente bajos, tiene una alta capacidad de retener minerales (Shi *et al.*, 2019) y disminuye la posibilidad de contaminar con metales pesados las aguas subterráneas cuando se aplica porcinazas a estos suelos (Rankin, 1993).

Evolución de parámetros microbiológicos

Microorganismos patógenos

Se denominan coliformes termotolerantes a un grupo de bacterias Gram negativas perteneciente a las enterobacterias

capaces de fermentar lactosa y producir indol a $44,5^{\circ}C$. De acuerdo a la EPA10 la presencia de este grupo en un alto número es un posible indicador de la presencia de bacterias patógenas como *Salmonella*, *Shigella* y *E. coli* verotoxigénicas. También su presencia en concentraciones altas del purín líquido podría ser el causante de brotes de *Salmonella* en animales en pastoreo, como lo confirma Kelly y Collins (1982) los cuales ovejas y terneros alimentados con pastos contaminados con marcadores de *Salmonella* o *E. coli* no dan lugar a resultados inequívocos. Los mayores valores al final del muestreo los encontramos en las **Granjas 3 y 4 (figura 1)**, donde se presenta una mayor cantidad de nutrientes como el fósforo, se han reportado que la variedad de los nutrientes y las fracciones de carbono orgánico que proporciona el estiércol son la principal causa de una mayor diversidad en el suelo, las comunidades bacterianas proporcionan mayor capacidad para metabolizar los sustratos de carbono (Hamm *et al.*, 2016).

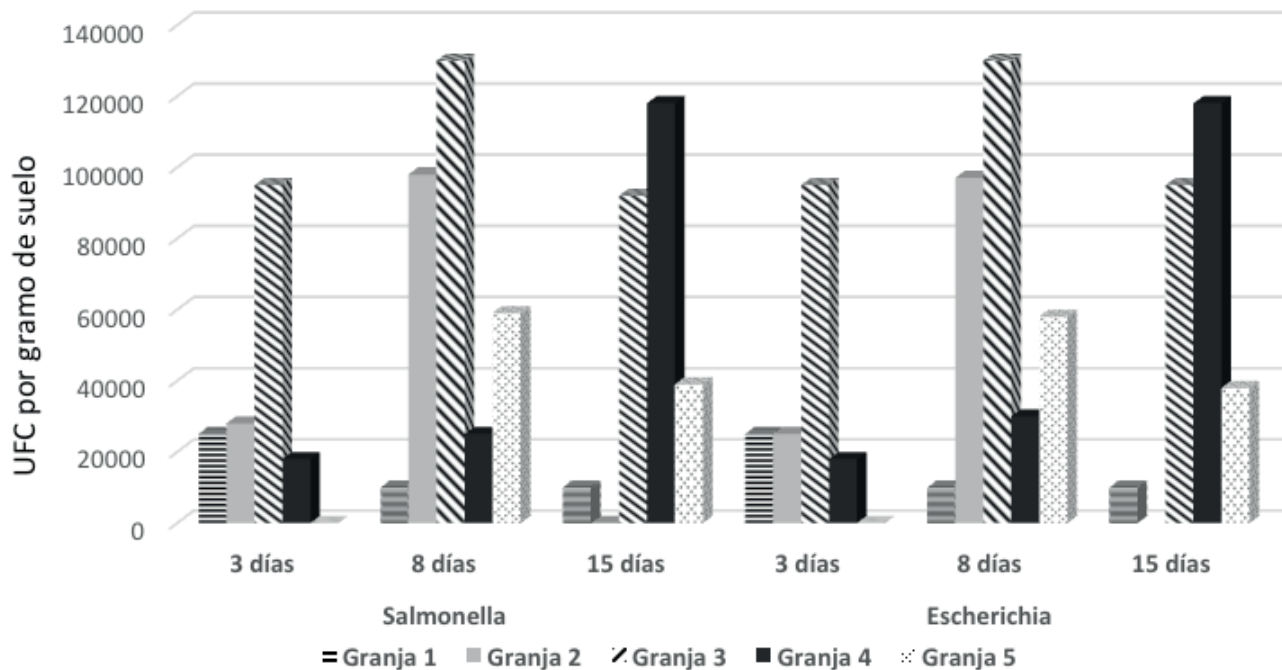


Figura 1: Unidades Formadoras de Colonia – UFC de *Salmonella* y *Escherichia*

La **Granja 2** presenta los valores más bajos al final del muestreo posiblemente esto se deba a que el suelo resultó ser un filtró eficiente de bacterias (Dean y Foran, 1992), también es de resaltar que es la única finca de las estudiadas donde el tiempo entre aplicación es más prolongada permitiendo un descanso de estos microorganismos en el suelo.

Si se comparan los niveles obtenidos con los límites críticos permitidos en las reglamentaciones nacionales e internacionales, resulta muy preocupante los niveles encontrados en todas las parcelas y debe revisarse urgentemente la aplicación de este tipo de porcizas porque pueden ser un factor de riesgo tanto para los animales, como para la producción de leche y carne. De hecho, de acuerdo a la norma colombiana no deben encontrarse coliformes en 25 gramos de suelo y en este caso el valor es superado hasta en un 1000%.

Uno de los problemas del uso del residuo orgánico de estiércoles está relacionado con la posibilidad de contener bacterias patógenas como *Salmonella* spp. y *Escherichia coli* (Islam *et al.*, 2005; Lasaridi *et al.*, 2006), y huevos de parásitos que pueden llegar a los consumidores a través del consumo de frutas y vegetales contaminados. Por eso es importante asegurar que los residuos orgánicos que se utilicen, en especial para el cultivo de hortalizas de tallo corto o de hoja, así

como para la producción de frutas, no contenga estos patógenos e indicadores de contaminación fecal.

Análisis químico y microbiológico de agua

Los análisis realizados en aguas se realizaron en las corrientes de aguas **Granja 1** (El Caucho), **Granja 2** (Sanabria), **Granja 3** (Los Alpes), **Granjas 4 y 5** (San Eugenio), estos análisis revisten gran importancia ya que se puede producir contaminación en las aguas subterráneas por el lavado de nutrientes y otras sustancias a través del perfil del suelo donde se han realizado aplicaciones agrícolas de las estiércoles (Mellek *et al.*, 2010), provocando problemas no solo a los ecosistemas sino también a la salud humana (Restrepo, 2013).

Nitritos

Los microorganismos presentes en el suelo, el agua y el drenaje transforman los nitratos en nitritos (Lasisi *et al.*, 2018). En la **figura 2**, se observa que la **Granja 5** registro un nivel de nitrito 0.5718 muy por encima del valor permitido que es 0.1mgN-NO₂/L (según la Resolución 2115 de 2007) esto puede explicarse a la existencia de viviendas encontradas aguas arriba, a la ganadería intensiva, a empresas de agroindustria con fuertes impactos medio ambientales en el área de influencia mientras aguas abajo se realizó en una desviación de esta quebrada que sale justo debajo de la parcela objeto de estudio y se veía influenciada directamente de otros efluentes que posiblemente diluían estos contenidos, debido al verano prolongado que se presentó en el periodo de estudios se profundizó el agua en la parte alta, por lo tanto se tomó aguas arriba la general del Rio San Eugenio (figura 4).

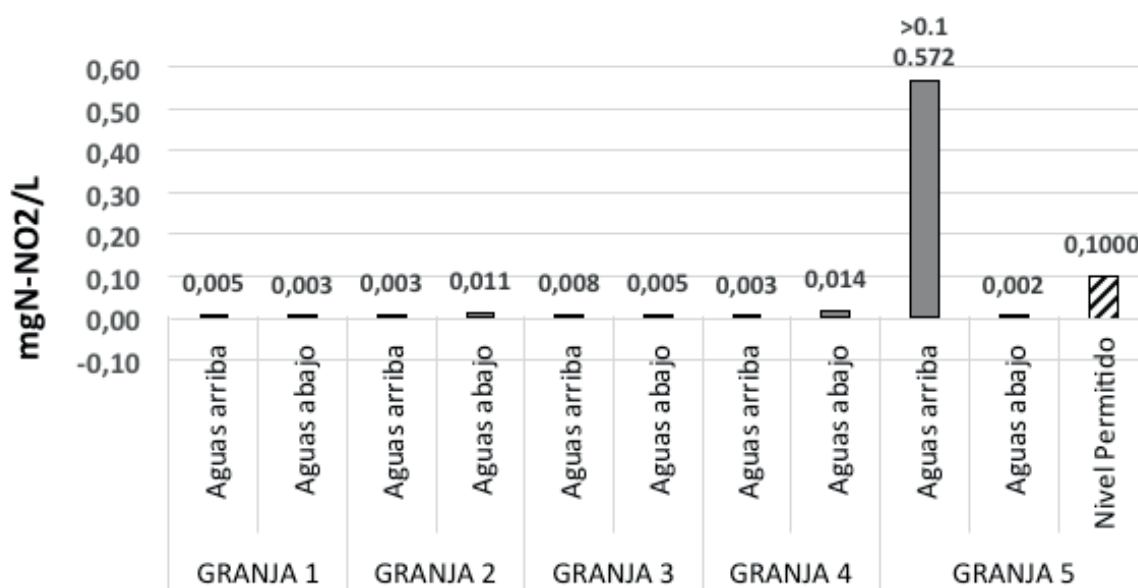


Figura 2: Nitritos aguas arriba y aguas abajo

Fosfatos

En las **Granjas 4 y 5** del municipio de Santa Rosa de Cabal, registraron valores muy encima de los permitidos así: (1.72 – 1.43 mgP-PO₄-3/L) respectivamente para el resto de las granjas los valores registrados fueron inferiores al nivel permitido (0.5mgP-PO₄-3/L) (figura 3), posiblemente la **Granja 4** presenta este valor alto de fosfato debido a que presenta texturas arenosas o gruesas que tienen menor capacidad de retención (Rankin, 1993), y presento los valores más altos de fosforo entre las granjas evaluadas, la **Granja 5** presenta estos valores más altos

debido a que la toma agua arriba se hizo en la quebrada San Eugenio, que presenta varias desviaciones de empresas agroindustriales mientras aguas abajo se realizó en una desviación de esta quebrada que sale justo debajo de la parcela objeto de estudio, la **Granja 3** presento los valores más bajos respecto a las demás fincas estudiadas sin embargo el contenido de fosforo en el suelo aumentó, esto posiblemente se deba a que los suelos arcilloso retiene P hacia fuentes hidricas (FAO, 1997).

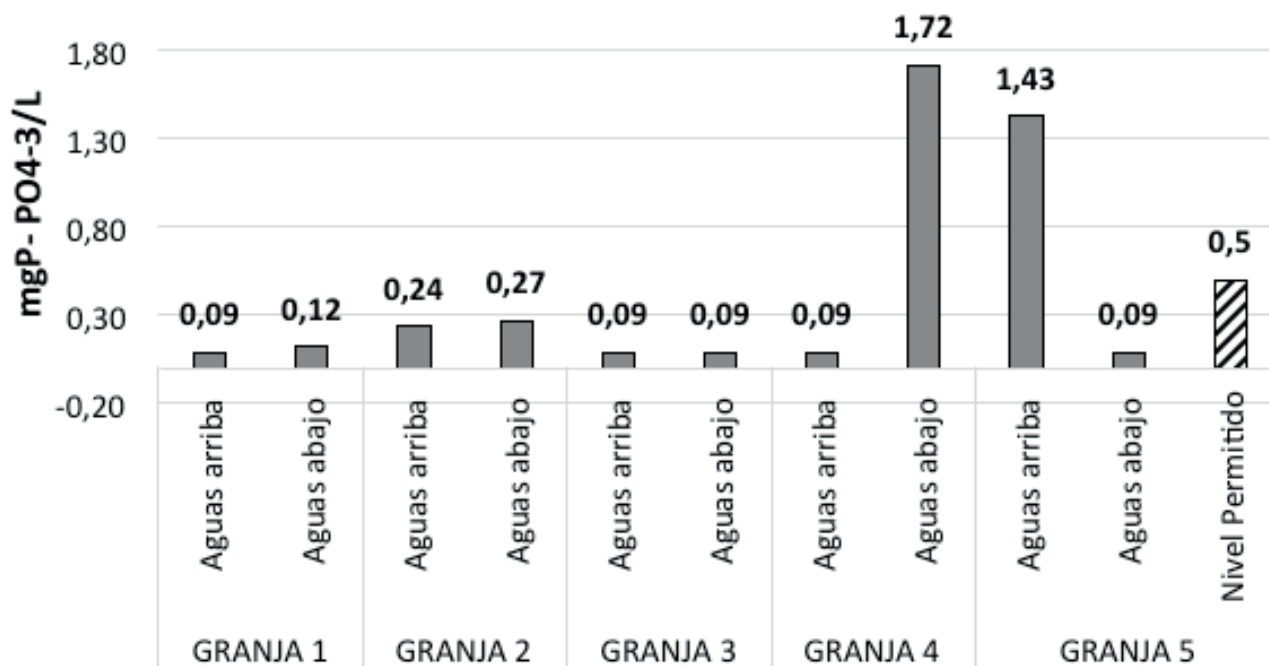


Figura 3: Fosfatos aguas arriba y aguas abajo

Demanda Bioquímica de Oxígeno y Demanda Química de Oxígeno

La medición de DBO₅ y DQO en una muestra de agua, está directamente relacionado con su grado de contaminación (Torres *et al.*, 2009), esto se puede apreciar con la **Granja 3**, aguas arriba presentaron los valores más elevados y sobrepasando los límites en DQO > 20 (CARDER, 2018) (tabla 5), y la DBO₅ observamos un valor de 6.1 mg O₂/L pasando el límite de cuantificación de uno, posiblemente esto se deba a los diferentes contaminantes que encontramos de explotaciones agroindustriales en la zona de Balboa aguas arriba, sin embargo podemos ver que aguas abajo se regula los parámetros a los valores de cuantificación 20 y en torno a uno, posiblemente esto se deba a que en el transcurso de aguas arriba y abajo encontramos

efluentes de agua que diluyan este valor, y debido a esto podemos decir que la aplicación de porcínaza no influyo significativamente en la contaminación, tal vez esto se deba a que los valores de pH no presentaron valores extremadamente bajos, por lo que permite tener una alta capacidad de retener minerales y disminuye la posibilidad de contaminar con metales pesados las aguas subterráneas cuando se aplica excreta a estos suelos (Rankin, 1993), al igual que la **Granja 3**, la **Granja 5** en DBO₅ presento valores superiores a los límites de cuantificación aguas arriba.

Tabla 5: Demanda Bioquímica de Oxígeno y Demanda Química de Oxígeno

| PARÁMETRO | Granja 1, 2 y 4 | | Granja 3 | | Granja 3 | |
|--|-----------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|
| | Aguas Arriba | Aguas Abajo | Aguas Arriba | Aguas Abajo | Aguas Arriba | Aguas Abajo |
| DBO ⁵ (mgO ₂ /l) | 1 | 1 | 6,1 | 1,4 | 4,8 | 1 |
| DQO (mgO ₂ /l) | 20 | 20 | 73,8 | 20 | 20 | 20 |

Coliformes y *Escherichia coli*

La cuenta de mesofílicos aerobios indica únicamente el grado de potabilidad del agua en valores relativos. Según la norma un agua con menos de 10 col/ml. de mesofílicos aeróbicos y 0 coliformes col/ml. se considera de buena calidad, mientras que un agua con 100,000 col/ml. de mesofílicos aeróbicos y cero coliformes por ml. Se considera apta para consumo como agua potable pero indica una fuente de contaminación.

Al final del estudio se pudo identificar que en todas las granjas los valores de coliformes totales y *E. coli* superaron los niveles permitidos (=0), sin embargo las **Granjas 3 y 5** (figuras 4 y 5) para coliformes fue mayor aguas arriba, esto pudo deberse como se comentó anteriormente a la contaminación por

agroindustrias presentes en estas zonas, ya que en el momento de la toma de muestra se observaba espuma en la **Granja 5** (figura 4), y aguas abajo se veía influenciada directamente de otros efluentes que posiblemente diluían estos contenidos, debido al verano prolongado que se presentó en el periodo de estudios se profundizó el agua en la parte alta, por lo tanto se tomó aguas arriba la general del Rio San Eugenio como se comentó anteriormente.

Las Granjas 1 y 4, presentaron un aumento aguas abajo en el caso de **Granja 4** al igual que los fosfatos, esto pudo deberse a que presentan texturas arenosas o gruesas que tienen menor capacidad de retención (Rankin, 1993).

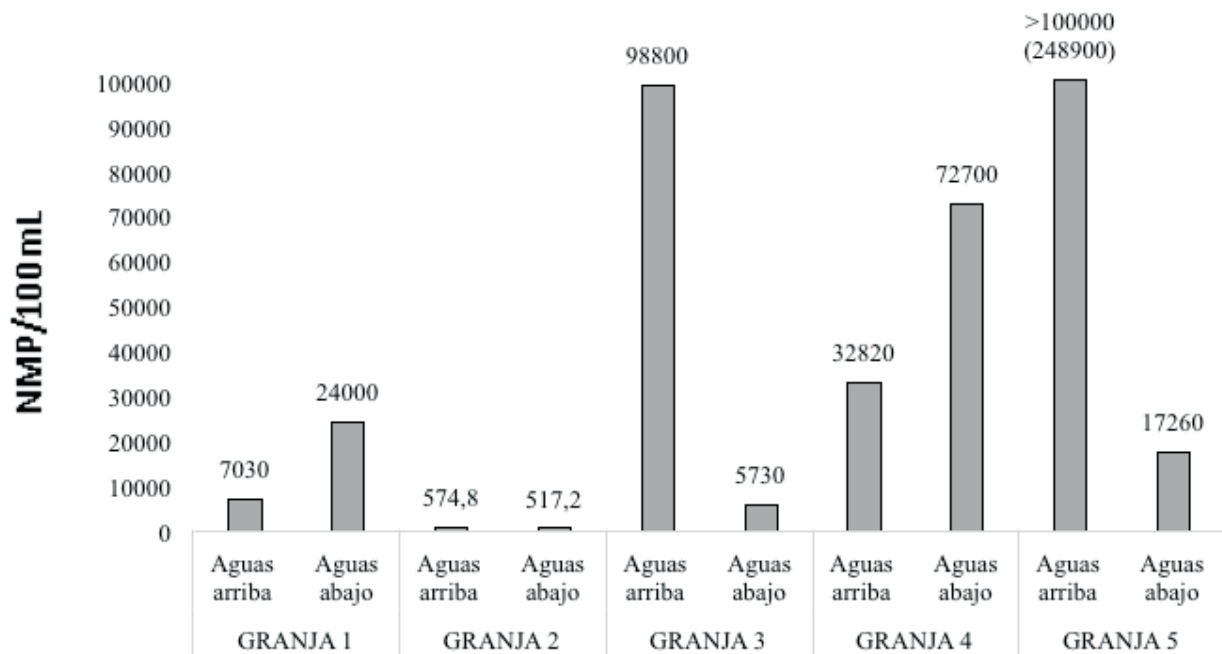


Figura 4: Coliformes totales aguas arriba y aguas abajo

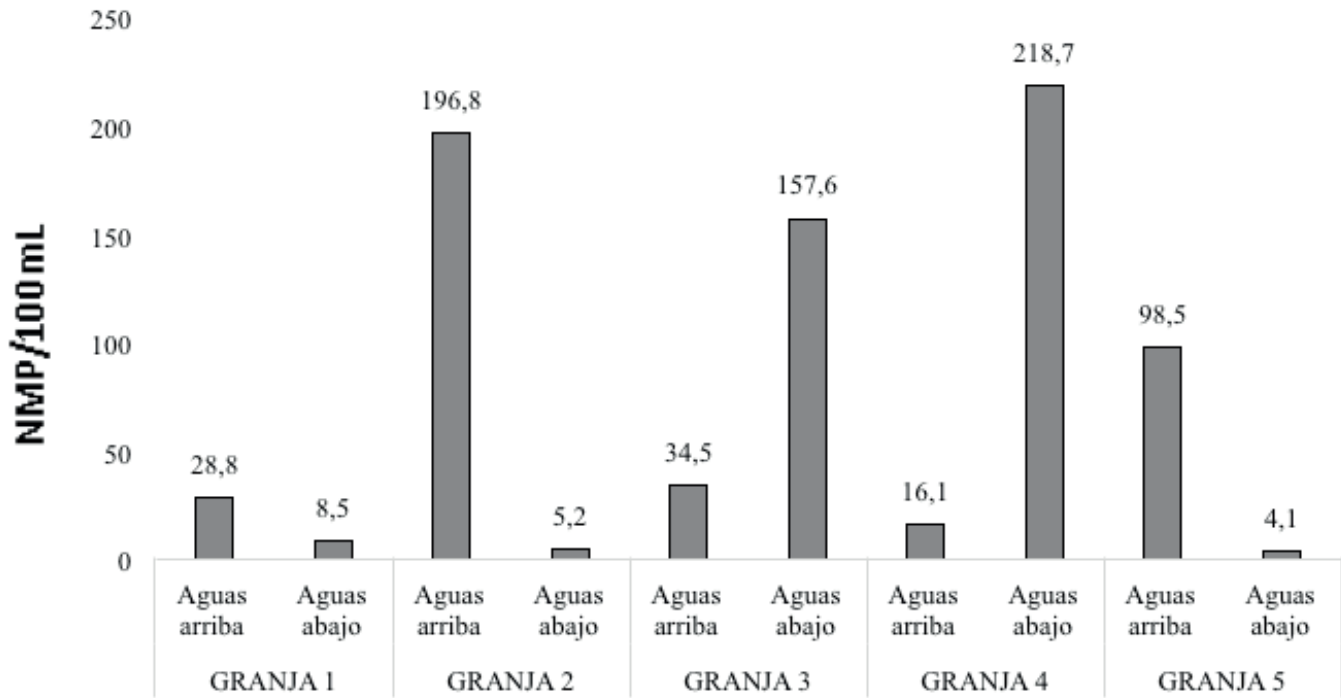


Figura 5. *Escherichia coli* aguas arriba y aguas abajo

E. coli en el agua para las **Granjas 1 y 2**, se observa en la figura 5 que disminuyeron aguas abajo, en el suelo estas dos granjas presentaron los niveles más bajo de *E. coli*, posiblemente esto se debe a que solo duran en el suelo periodos de tiempo muy cortos (Dean y Foran, 1992), por el contrario las **Granjas 3 y 4** presentaron los valores más altos aguas abajo, posiblemente podría deberse a la aplicación de este tipo de residuos ya que los suelos de estas dos

granjas presentaron los valores más elevados, este efecto también fue observado por Serrano (2001), en el caso de la **Granja 4** posiblemente puede haber una relación directa con el tipo de textura gruesa que presenta, ya que tiene menor capacidad de retención (Rankin, 1993) como se menciona anteriormente.

CONCLUSIONES

- En cuanto a las propiedades fisicoquímicas las texturas arenosas por su poca capacidad de retención provocó presencia de fosfatos, Coliformes y *E. coli* en aguas; la Granja 3 presentó textura arcillosa aumentando la CIC favoreciendo la retención de cationes intercambiables liberados en el proceso de mineralización de los estiércoles.
- La acumulación de la materia orgánica (M.O), Nitrógeno (N) y fósforo (P) podrían estar influenciada por aplicaciones prolongadas en los años del fertilizante líquido de porcínaza, en cuanto al Potasio (K) está presente casi exclusivamente en la orina de los animales de modo que su disponibilidad para las plantas es similar al del abono mineral.
- Las concentraciones de sales por aplicaciones continuas de porcínaza posiblemente han incrementado los valores de pH típicos de los suelos de esta zona en las granjas evaluadas, mientras el pH sea alto, tiene una alta capacidad de retener minerales y disminuir la posibilidad de contaminar con metales pesados las aguas subterráneas cuando se aplica porcínaza a estos suelos.
- En el caso de la caracterización microbiológica en todos los lugares muestreados donde se aplican porcínazas se encontraron niveles de coliformes muy por encima de la norma nacional e internacional, por lo tanto, es necesario tomar precauciones en los sistemas productivos por las posibles contaminaciones en el pasto y por consiguiente en la leche.

RECOMENDACIONES

Existen riesgo para la salud pública ocasionado por el manejo de residuos ganaderos, el principal riesgo se relaciona con la contaminación de aguas potables con Coliformes, *E. coli*, nitritos y fosfatos, sin olvidar la posible contaminación que puedan producir los malos olores y los gases generados en la salud de los trabajadores; es indispensable evaluar en el corto y mediano plazo estos aspectos con el fin de que cumplan con los parámetros exigidos por la normatividad.

La porcínaza aplicada dentro de los parámetros físico químicos que el suelo y los cultivos requieren, y en espacios de tiempo recomendado, puede resultar un fertilizante de excelente calidad además de económico; pero si por el contrario se aplica de manera indiscriminada, se puede convertir en un contaminante que altera y deteriora el normal funcionamiento y desarrollo de estos generando un alto impacto medioambiental.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por la “Corporación Autónoma Regional de Risaralda-CARDER”, en el marco del convenio 346 del 24 junio de 2015 apoyo a la reconversión ambiental del sector porcícola.

BIBLIOGRAFÍA

- BERNAL, M.P. y ROIG, A, (1993). Nitrogen transformations in calcareous soils amended with pig slurry under aerobic incubation. *Journal of Agricultural Science*, 120: 89-97.
- BERNAL, M.P.; LOPEZ-REAL, J.M. y SCOTT, K.M, (1993). Application of natural zeolites for the reduction of ammonia emissions during the composting of organic wastes in a composting simulator. *Bioresource Technology*, 43: 35-39.
- BURTON, C.H. y TURNER, C, (2003). Manure management. Treatment strategies for sustainable agriculture. 2nd Edition. Silsoe Research Institute, Bedford, UK, pp. 451.
- BUSTAMANTE, M.A, (2007). Compostaje de los residuos generados en la industria vinícola y alcoholera. Valorización agronómica de los materiales obtenidos. Tesis Doctoral. Universidad Miguel Hernández.
- BUSTAMANTE, M.A; SAID-PULLICINO, D; PAREDES, C; CECILIA, J.A. y MORAL, R, (2010). Influences of winery-distillery waste compost stability and soil type on soil carbon dynamics in amended soils. *Waste Management*, 30: 1966-1975.
- CARDER, (2018). Laboratorio de análisis de aguas CARDER, Límite de Cuantificación. Recuperado de: http://www.carder.gov.co/web/es/acreditacion-laboratorio-de-analisis-de-aguas/#laboratorio_de_analisis_de_agua. Fecha de consulta junio 2018.
- CHARÁ, J; PEDRAZA, G; y CONDE, N, (1999). The productive water decontamination system: A tool for protecting water resources in the tropics. *Livestock Research for Rural Development*, 11(4). Recuperado de: <http://www.lrrd.org/lrrd11/1/cha111.htm> Fecha de consulta enero del 2018.
- DEAN, D.M. y FORAN, M.E, (1992). The effect of farm liquid waste application on tile drainage. *Journal of Soil and Water Conservation*, 47 (5): 368-369.
- DHYANI, V; KUMAR, M; WANG, Q; KUMAR J, REN, X; ZHAO, J; CHEN, H; WANG, M; BHASKAR, M. y ZHANG, Z, (2018). Effect of composting on the thermal decomposition behavior and kinetic parameters of pig manure-derived solid waste. *Bioresource Technology* 252: 59-65.
- FAO, (2006). Informe de la FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). Livestock Long Shadow. pp. 390.
- FAO, (1997). Lucha contra la contaminación agrícola de los recursos hídricos, Roma. pp 115.
- FOUNTOULAKIS, M.S; DRAKOPOULOU, S; TERZAKIS, S; GEORGAKI, E. y MANIOS, T, (2008). Potential for methane production from typical Mediterranean agro-industrial by-products. *Biomass Bioenergy*, 32: 155-161.
- GALLERT, C; BAUER, S. y WINTER, J, (1998). Effect of ammonia on the anaerobic degradation of protein by a mesophilic and thermophilic biowaste population. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 50: 495-501.
- GOULDING, K; POULTON, P; WEBSTER, C. y HOWE, M, (2000). Nitrate leaching from the Broadbalk Wheat experiment, Rothamsted, UK, as influenced by fertilizer and manure inputs and the weather. *Soil Use and Management*, 16: 244-250.
- HAMM, C; TENUTA, M; KRAUSE, O; OMINSKI, K; TKACHUK, V. y FLATEN, D, (2016). Bacterial communities of an agricultural soil amended with solid pig and dairy manures, and urea fertilizer. *Applied Soil Ecology*. 103: 61-71.

-
- ICA, (2018). Producción de cerdos en Risaralda con calidad para el consumo humano. Recuperado de: <https://www.ica.gov.co/Noticias/Pecuaria/Produccion-de-cerdos-en-Risaralda-con-calidad-para.aspx>. Fecha de consulta Septiembre 2018.
- IGAC, (2004). Estudio general de suelos y zonificación de tierras: Departamento de Risaralda, 2° edición. CD.
- IGE, D; SAYEM, S. y AKINREMI, O, (2015). Nitrogen mineralization in beef-and pig-manure-amended soils measured using anion resin method. *Canadian Journal of Soil Science*, 95(4): 305-319.
- ISLAM, M; DOYLE, MP; PHATAK, S.C; MILLNER, P. y JIANG, X, (2005). Survival of *Escherichia coli* O157:H7 in soil and on carrots and onions grown in fields treated with contaminated manure composts or irrigation water. *Food Microbiology*. 22(1):63-70.
- KELLY, W.R. y COLLINS, J.D, (1982). Animal manure utilization in Ireland. Communicable diseases resulting from storage, handling, transport and landspreading of manures. Commission of the European Communities. 117-126.
- LASARIDI, K; PROTOPAPA, I; KOTSOU, M; PILIDIS, G; MANIOS, T. y KYRIACOU, A, (2006). Quality assessment of composts in the Greek market: The need for standards and quality assurance. *Journal of Environmental Management*. 80(1):58-65.
- LASISI, A; AKINREMI, O; TENUTA, M. y CATTANI, D, (2018). Below-ground plant biomass and nitrogen uptake of perennial forage grasses and annual crops fertilized with pig manures. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 268: 1-7.
- LLONA, M. y FAZ, A, (2006). Efectos en el sistema suelo-planta después de tres años de aplicación de purín de cerdo como fertilizante en un cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* L.) Efectos en el Sistema Suelo-Planta 41-51.
- LOBERA, J.B; MARTÍNEZ, P; FERNÁNDEZ, P. y MARTIN, J, (1998). Reutilización agronómica de los purines de cerdo. Serie técnica y de estudios, Murcia. pp 162.
- LOSU, A.S. y ABAIGARA, A, (2002). Purín de porcino ¿fertilizante o contaminante?. *Navarra Agraria* pp 26.
- MAKARA, A. y KOWALSKI, Z, (2018). Selection of pig manure management strategies: Case study of Polish farms. *Journal of Cleaner Production* 172: 187-195.
- MARISCAL, G, (2007). Tratamiento excretas cerdos-producción animal Capítulo 7. FAO. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/a-x6372s/x6372s08.htm> Fecha de consulta Septiembre 2018.
- MELLEK, J; DIECKOW, J; LOPES, V; FAVARETTO, N; PAULETTI, V; MACHADO, F. y MORETTI, J, (2010). airy liquid manure and no-tillage: Physical and hydraulic properties and carbon stocks in a Cambisol of Southern Brazil. *Soil & Tillage Research* 110: 69-76.
- MORAL, R; PÉREZ-MURCIA, M.D; PÉREZ-ESPINOSA, A; MORENO-CASELLES, J; PAREDES, C. y RUFETE, B, (2008). Salinity, organic content, micronutrients and heavy metals in pig slurries from South-eastern Spain. *Waste Management*, 28: 367-371.
- MOSS, A; JOUANY, J.P. y NEWBLOD, J, (2000). Methane Production by ruminants: its contribution to global warming. *Annales Zootechnie*, 49: 231-253.
- PALAU, J.M, (2000). La contaminación de las aguas potables por el vertido incontrolado de purines en campos. *Residuos*, 52: 54-56.
-

-
- POMARES, F. y CANET, R, (2001). Cap. I: Residuos orgánicos y papel de los tratamientos para la aplicación de residuos orgánicos al suelo. En BOIXADERA, J. y TEIRA, M.R. Aplicación agrícola de residuos orgánicos. Edición de la Universidad de Lleida. España, pp. 356.
- RANKIN, R.L, (1993). An economic evaluation of two waste management systems - A relative profitability study comparing slurry tank-injection systems to lagoon-irrigation systems. Thesis, Master of Science in Veterinary Medical Science, University of Illinois, Urbana-Champaign. pp. 99.
- RESOLUCIÓN 2115 DEL 22 DE JUNIO, (2007). Señala las características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano. pp 23.
- RESTREPO, A.P, (2013). Valorización mediante compostaje de la fracción sólida de residuos ganaderos digeridos por biometanización y evaluación de sus potenciales usos agronómicos, Tesis Doctoral Miguel Hernández de Elche, pp 193.
- ROMÁN, D, (1990). Efecto de capas compactadas sobre la retención de agua y nutrientes en un suelo arenoso de la mesa de Guanipa. Trabajo de Grado. Facultad de Agronomía, UCV, Maracay, pp 89.
- SÁNCHEZ, B, (2001). Utilización agrícola del estiércol licuado de ganado porcino: método rápido de determinación del valor fertilizante. Establecimiento de las bases para el diseño de un óptimo plan de fertilización. Tesis doctoral Universidad de Valladolid. pp 322.
- SCHRÖDER, J.J, (2005). Revisiting the agronomic benefits of manure: a correct assessment and exploitation of its fertilizer value spares the environmental. *Bioresource Technology*, 96: 253-291.
- SERRANO, E.M, (2001). Aplicación agronómica de purín de cerdo y de un polielectrolito: efectos en el cultivo de ryegrass y en las aguas de drenaje. CSIC, Sevilla, España. pp 43.
- SHI, R; LIU, Z; LI, Y; JIANG, T; XU, M; LI, L. y XU, R, (2019). Mechanisms for increasing soil resistance to acidification by long-term manure application. *Soil & Tillage Research* 185: 77–84.
- SILVA, F, (2001). Fertilidad de Suelos Diagnostico y Control. Segunda Edición. Publicación de la Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. Bogotá – Colombia. pp 524.
- TAMAYO, A.L, (2014). Recuperación Energética de Porcinaza y formulación de insumos para un sistema de acoplado cerdos-pastos-leche en el norte de Antioquia. Recuperación Energética de Porcinaza y formulación de insumos para un sistema de acoplado cerdos-pastos-leche en el norte de Antioquia. Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín, Colombia.
- TORRES, P; CRUZ, C.H. y PATIÑO, P.J, (2009). Índices de calidad de agua en fuentes superficiales utilizadas en la producción de agua para consumo humano. Revisión crítica, *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, Medellín, Colombia, 8(15): 79-94.
- VETTER, H. y STEFFENS, G, (1981). Nährstoffsoberlagerung und Nährstoffeintrag in das oberflächennahe Grundwasser nach Güllendüngung. *Zeitschrift für Kulturtechnik und Flurbereinigung*, 22: 159-172.
- WESTERNAM, P.W. y BICUDO, J.R, (2005). Management considerations for organic waste use in agriculture. *Bioresource Technology*, 96: 215-221.
-



EFFECTO DE DOS FUENTES ALTERNATIVAS DE ALIMENTACIÓN SOBRE LA PRODUCTIVIDAD EN POLLOS DE ENGORDE

EFFECT OF TWO ALTERNATIVE FOOD SOURCES ON PRODUCTIVITY OF BROILERS

Álvaro de Jesús Aranzazu¹ y Julia Victoria Arredondo²

¹ Corporación Universitaria Santa Rosa de Cabal, docente Facultad de Ciencias Pecuarias, alvaranza@hotmail.com

² Corporación Universitaria Santa Rosa de Cabal, docente Facultad de Ciencias Pecuarias, victoria.arredondo@unisarc.edu.co

Fecha de recibido: Nov. 2 de 2018
Fecha de aceptación: Nov. 20 de 2018

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar el efecto de la inclusión de dos fuentes alternativas de nutrición sobre el rendimiento productivo en pollos de engorde, se reemplazó el 10% del alimento concentrado por harina de Ramio, *Boehmeria nivea* (L.) Gaud (Ensayo 1), y la misma proporción por ensilaje de Botón de oro, *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray (Ensayo 2) en aves de la línea Cobb 500. En el ensayo 1 se suministró harina de Ramio durante todo el ciclo productivo y en el ensayo 2, ensilaje de botón de oro desde la segunda semana de vida hasta el sacrificio a la octava semana. Se evaluaron variables como ganancia diaria de peso, conversión alimenticia, mortalidad, índice de eficiencia e índice de

productividad. Con los dos ensayos se presentaron, entre las semanas 4 y 8, ganancias de peso promedio de 88,57 y 90,83g, conversiones alimenticias de 2,03 y 2,05, índices de productividad de 315,5 y 322,33 y de eficiencia de 198,5 y 195,44 respectivamente, valores muy similares al estándar para la línea. Hubo una evidente disminución en el porcentaje de mortalidad y diferencia significativa en el índice de eficiencia obtenido con la inclusión de ensilaje de Botón de oro frente al grupo control, por lo que se concluye que es posible reemplazar el 10% del alimento concentrado por harina de Ramio o ensilaje de Botón de oro sin afectar el rendimiento productivo de los animales, lo que puede constituir una significativa disminución en los costos de producción.

Palabras claves: Avicultura, Forrajes, Sostenibilidad

ABSTRACT

In order to evaluate the effect of two alternative sources of nutrition on the productive performance in broilers, was included Ramio, *Boehmeria nivea* (L.) Gaud, leaf meal in proportion of 10% in the supply (Test 1), and the same proportion of Boton de oro, *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) silage (Test 2) in broilers of the Cobb 500 line. In test 1, Ramio leaf meal flour was supplied throughout the production cycle. In test 2, Boton de oro, *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) silage was included from second to eighth week. Daily weight gain, feed conversion, mortality, efficiency index and productivity index were determined. In both tests, between the 4th and 8th weeks, average weight gains of 88.57 and 90.83g, feed conversions of 2.03 and 2.05, productivity indexes of 315.5 and 322.33 were presented, respectively. Productivity and efficiency indexes were 198.5 and 195.44 respectively, values very similar to the standard for the line. There was a clear decrease in mortality and a significant difference in the efficiency index obtained with the inclusion of Boton de oro, *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) silage. It is concluded that inclusion of 10% of Ramio leaf meal or Boton de oro, *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) silage can generate similar productive performance in broilers, with a significant decrease in production costs.

Keywords: Poultry, Forage, Sustainability

INTRODUCCIÓN

Una de las principales limitantes de la avicultura Nacional (pollos de engorde y aves de postura) es la alimentación, cuyo costo esta alrededor del 65-70% de los costos totales (Fenavi-Fonav, 2016) y enfrenta grandes desafíos debido al aumento de precio de ingredientes fundamentales de la dieta, altos costos de aminoácidos sintéticos, como la metionina, y consecuentemente aumento del costo de producción (Suárez *et al.*, 2016).

En contraste, los países en vías de desarrollo, como Colombia, están ubicados en las regiones tropicales y subtropicales, donde paradójicamente existe un potencial incalculable para la producción de alimentos (Castro y Martínez, 2015). Según González *et al* (2014), dada la gran diversidad de árboles y arbustos forrajeros, el estudio de especies promisorias para entornos agroecológicos específicos y sistemas productivos pecuarios es una necesidad, ya sea en función de la productividad de biomasa o del valor nutritivo, así como la búsqueda de metodologías para la conservación y el suministro de alimentos y la preservación del medio a través de la prestación de servicios ambientales, en concordancia con una adecuada utilización de los recursos disponibles para promover la sostenibilidad de los sistemas de producción (Nieves *et al.*, 2011).

Dos plantas no leguminosas con potencial para la producción de forraje, con un valor nutricional similar y en muchos casos superior al de las leguminosas son el Ramio, *Boehmeria nivea* (L.) Gaud y el Botón de oro, *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray (O. López *et al.*, 2012), plantas promisorias como fuentes alternativas de alimentación para la producción animal en regiones tropicales, potencialmente utilizables para la suplementación de animales en el trópico por contener niveles de proteína dentro de un rango sugerido de 15 a 30% (López *et al.*, 2012; Naranjo *et al.*, 2012).

La primera, *B. nivea*, es una especie de la familia *Urticaceae*, nativa del Asia Oriental, tiene tallos herbáceos que crecen hasta 3 m de altura y hojas lanuginosas por el envés (Pérez *et al.*, 2013), posee 16,7 a 18,2% de materia seca y 17,7 a 24,42% de proteína cruda (López *et al.*, 2012; Naranjo *et al.*, 2012), y según Rubens (2008) las hojas y rebrotes jóvenes, a diferencia de lo que sucede con los tallos, son pobres en fibra y ricos en proteína, minerales, lisina y caroteno.

Con respecto al Botón de oro, *T. diversifolia*, es una planta perteneciente a la familia *Asteraceae*, que sobresale por su excelente capacidad de producir biomasa comestible de alta calidad alimentaria (Lezcano *et al.*, 2012), tiene 19,1% de materia seca y 24,13% de proteína cruda (Naranjo *et al.*, 2012), presenta un amplio rango de distribución en la zona tropical, tolera condiciones de acidez y baja fertilidad en el suelo, tiene rápido crecimiento y baja demanda de insumos (Ríos, 1997).

Dado que estas alternativas son fácilmente cultivables en condiciones del Eje cafetero, logrando constituir un recurso alimenticio valioso para la alimentación de monogástricos en sistemas de traspatio, con esta investigación se evaluó el efecto del suministro de ambos forrajes, conservados de dos formas diferentes, sobre el rendimiento productivo de pollos de engorde en sistemas productivos de la región.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo 1 (suministro de harina de Ramio) se llevó a cabo en el municipio de Marsella, departamento de Risaralda Latitud: 4°54'053" N; 75°461'83" O; 1575 msnm.; el ensayo 2 (suministro de ensilaje de Botón de oro) se llevó a cabo en Marsella; Balboa- La Celia 4°58'335" N; 75°58'973" O; 1508 msnm y Pereira Latitud: 4°50'21" N; 75°44'36" O y 1308 msnm.

Animales: Para el Ensayo 1 se utilizaron 120 aves divididas en dos grupos de 60 aves y dos réplicas de cada tratamiento, en grupos de 30 aves. Para el ensayo 2 se utilizaron 720 aves, divididas en dos grupos de 360 animales y 9 réplicas de cada tratamiento.

Tratamientos y variables evaluadas: En ambos ensayos se empleó un diseño completamente al azar.

Para el ensayo 1 se emplearon dos tratamientos: T1 (90% concentrado comercial y 10% harina de ramio) y Tc (100% concentrado comercial, con 22% de proteína) y dos repeticiones por tratamiento. El material vegetal para la elaboración de harina de ramio fue cosechado en prefloración, a una altura de 25 cm del suelo. Se dejó deshidratar hasta contener 10% de humedad y se trituró hasta obtener un tamaño de partícula

inferior a 2 cm, al momento de la incorporación al concentrado.

Para el ensayo 2 los tratamientos fueron: T1 (90% concentrado comercial y 10% ensilaje de Botón de oro) y Tc (100% concentrado comercial, con 21% de proteína). El ensilaje estaba compuesto por 70% de material foliar y tallo, 25% de fuente fibrosa y 5% de melaza.

Las aves, línea Cobb 500, de uno y quince días de edad, para los ensayos 1 y 2 respectivamente, fueron vacunadas contra la enfermedad de Newcastle, recibieron alimento según los requerimientos de la etapa y agua a voluntad. Semanalmente, hasta la octava semana, el 15% de ellas fue pesada a la misma hora, se evaluó consumo de alimento (g), ganancia de peso promedio día (g) (GDP), peso final (PF) y porcentaje de mortalidad (número de animales descartados y/o muertos semanalmente), y se determinaron parámetros como conversión alimenticia (CA), eficiencia alimenticia (IE), índice de productividad (IP) y porcentaje de mortalidad.

Análisis de la información: la información fue tabulada en Excel, se hicieron pruebas de normalidad y posteriormente se evaluaron los datos con un análisis de varianza y el posterior test de Tukey. En aquellos datos que no presentaron distribución normal, se realizó la prueba de Kruskal Wallis.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Ensayo 1: Las aves alimentadas con un reemplazo peso a peso del 10% del concentrado por harina de Ramio (T1) presentaron similar comportamiento productivo a las aves del tratamiento control (TC). En la tabla 1 se presenta la ganancia diaria de peso, conversión alimenticia e índices de eficiencia y productividad. La GDP entre las semanas 1 y 3, así como entre las semanas 4 y 8 superan los valores de referencia para aves sin sexar, que corresponden a 37,07 g/ave/día y 73,91 g/ave/día respectivamente, para aves de la línea empleada. Se debe tener en cuenta el factor sexo para estudios posteriores. Con respecto a la conversión alimenticia, los valores a la tercera semana corresponden con el estándar de la línea (1,26), aunque a la semana 8 estuvieron por encima de dicho valor (1,96).

Tabla 1. Comportamiento general de las variables analizadas en los dos tratamientos.

| TRATAMIENTO | GDP semanas 1 a 3 (g) | GDP semanas 4 a 8 (g) | PF semana 8 (g) | CA semanas 1 a 3 | CA semanas 4 a 8 | IE | IP |
|-------------|-----------------------|-----------------------|-----------------|------------------|------------------|-------|-------|
| T1 | 44.76 | 88.57 | 4030 | 1,25 | 2,03 | 198,5 | 315,5 |
| TC | 43.33 | 88.57 | 4010 | 1,43 | 2,02 | 198,5 | 287,5 |

GDP: ganancia diaria de peso, CA: conversión alimenticia, IE: índice de eficiencia, IP: índice de productividad.

Los tratamientos en forma general tuvieron un buen comportamiento productivo, reflejado en los valores de IE>145 e IP>200.

En la figura 1 se presenta el peso semanal de las aves entre la primera y la octava semana. No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, por lo que se observa que el reempla-

zo del 10% del concentrado por harina de ramio no afecta la ganancia de peso, ni el peso final de las aves. Resultados similares se han obtenido con el suministro de harina de diversos forrajes. Según Savon et al (2015), la inclusión de hasta 10% de harina de forraje integral al 10% de *Lablab purpureus* biotransformado, en dietas para pollos de engorde, mejora el funcionamiento del tracto digestivo, sin afectar el rendimiento productivo de las aves.

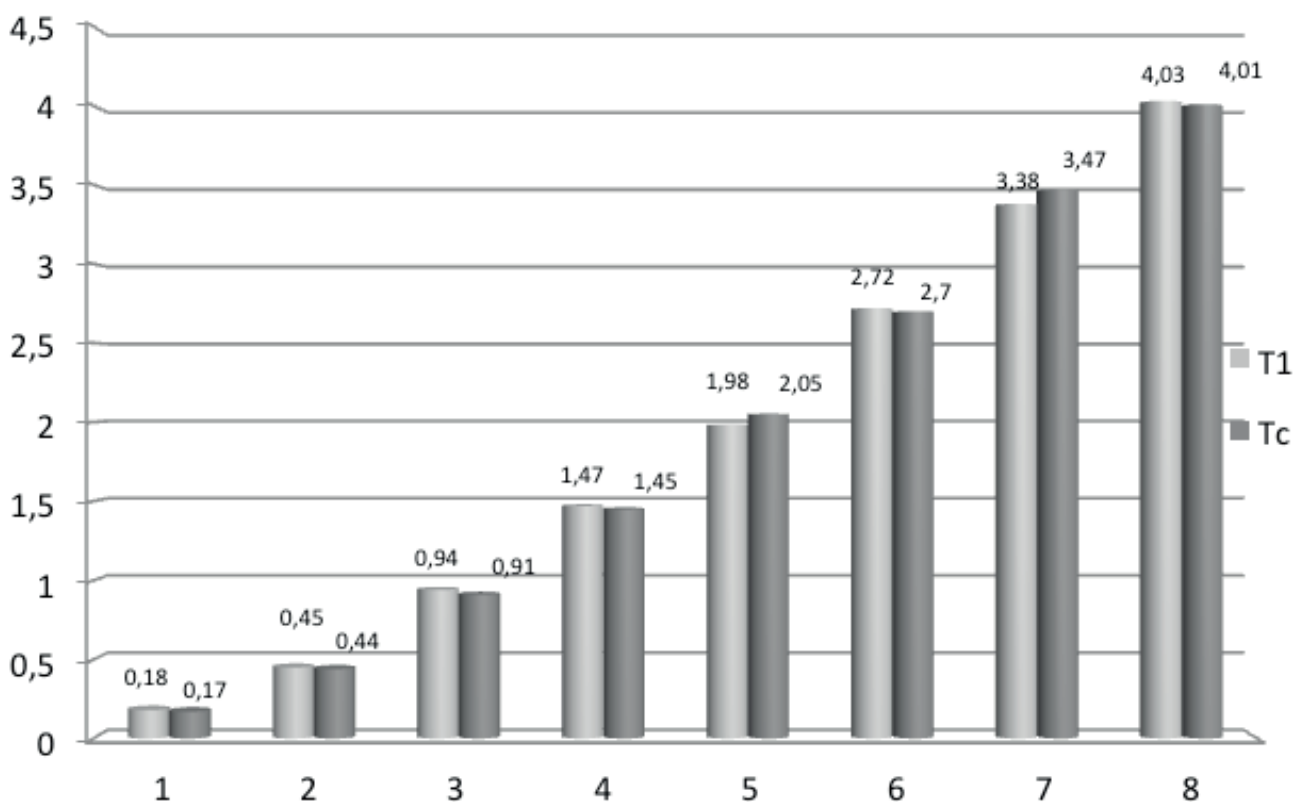


Figura 1. Peso semanal de las aves (Kg)

Moran y Daquin (2010) evaluaron niveles de reemplazo del 0, 5, 10 y 15% en dietas isoproteicas e isoenergéticas, encontrando que el mejor peso promedio final se obtuvo con la inclusión del 5% de harina de ramio.

Con respecto a la mortalidad acumulada, en el T1 fue del 6,67%, frente a una mortalidad del 15% en el grupo del TC. Según Solana (1996) las líneas comerciales actuales han sido mejoradas para una mayor ganancia de peso, conformación y conversión alimenticia, asociados al consumo de raciones altas en energía y proteína para satisfacer las necesidades de las aves, lo que genera un incremento en las tasas de mortalidad por enfermedades metabólicas, cardiovasculares, entéricas y problemas de los sistemas muscular y óseo; adicionalmente en éstas líneas se ha hecho más frecuente el Síndrome de Hipertensión Pulmonar, causante de problemas comunes como la ascitis (Julián y Díaz, 1999).

Ensayo 2: no se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos en variables como GDP, PE, CA e IP. La GDP entre las semanas 4 y 8 correspondió al estándar propuesto para la línea (90 g/ave/día). No obstante, se encontró mayor variabilidad en las ganancias de peso y peso final de las aves que recibieron el tratamiento alternativo con reemplazo del 10% del concentrado por ensilaje

de botón de oro, frente al lote del TC, que fue más homogéneo. Vargas (1992) reemplazó el 20% del alimento concentrado por harina de botón de oro durante siete días, encontrando que la ganancia de peso estuvo en el rango del 75- 99% del tratamiento control. Sin embargo, los resultados del presente estudio concuerdan con lo reportado por Murgueitio y Ospina (2002), quienes incluyeron 20% de harina de botón de oro en la ración de pollos de engorde, concluyendo que esta dieta no afecta el consumo de alimento, la ganancia de peso, ni la conversión alimenticia de las aves.

La mayor, aunque no significativa CA, de 2,05 en el T1 frente a 2,0 en el Tc, se puede atribuir a la calidad del forraje, ya que a medida que aumenta la edad vegetativa éste se vuelve más leñoso por el alto contenido de lignina, afectando su digestibilidad y nivel de nutrientes, lo que repercute en la conversión alimenticia, que en el estándar de la línea debería ser de 1,967.

En la tabla 2 se presenta el comportamiento general de las variables.

Tabla 2. Comportamiento general de las variables analizadas en los dos tratamientos

| TRATAMIENTO | GDP semanas 4 a 8 (g) | | PF 8 semana | | CA semana 8 | IE | IP |
|-------------|--------------------------|------|-------------------|------|----------------|---------------------|--------|
| | Promedio± D.E. | C.V. | Promedio± D.E. | C.V. | | | |
| T1 | 90,83±1,88 | 2,07 | 4031±56,45 | 14 | 2,05 | 195,44 ^B | 322,33 |
| TC | 91,03±1,31 | 1,43 | 4040±40,31 | 0,99 | 2,00 | 201,67 ^A | 324,11 |

Valores con las letras diferentes, difieren significativamente ($p < 0,05$)

En la figura 2 se presenta el comportamiento del peso semanal de las aves entre las semanas 4 y 8 en el T1 y el grupo control (TC).

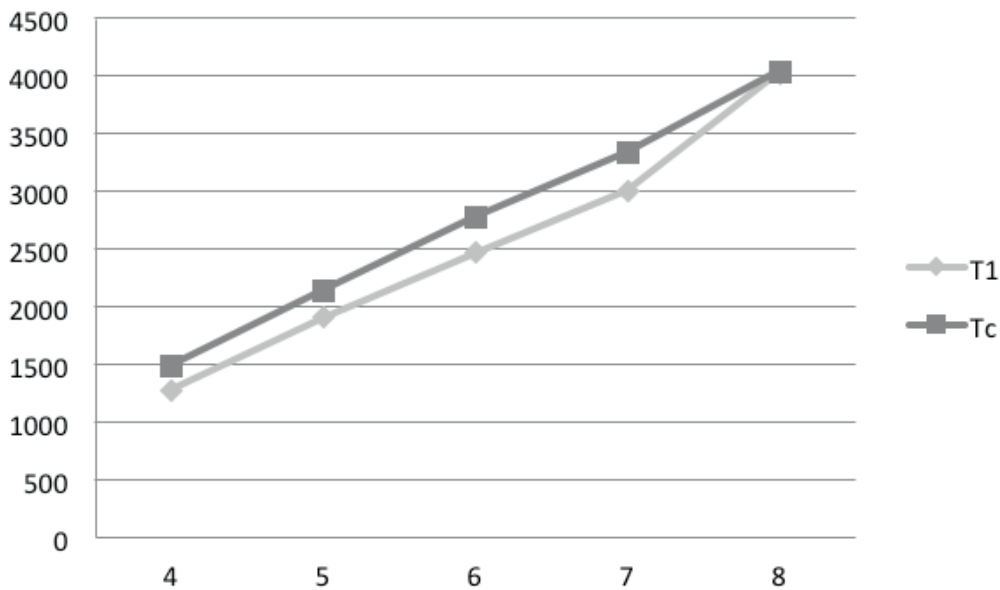


Figura 2. Peso semanal de las aves entre las semanas 4 y 8 (Kg)

Susana y Tangendjaja (1988), evaluaron en aves de corral el efecto de la proteína foliar concentrada de *Tithonia diversifolia* sobre la ganancia de peso y consumo alimenticio, encontrando que las raciones con 20% de proteína foliar de botón de oro generaban igual ganancia de peso que el grupo control, sin generar efectos adversos.

Con respecto al porcentaje de mortalidad, en los grupos del T1 presentaron una mortalidad de 6,33%, que fué 57,75% más baja que los animales del grupo Tc (10,96%), posiblemente debido a los efectos benéficos del ensilaje de botón de oro en el tracto digestivo del ave, ya que al contener

fibra, retrasa los procesos digestivos, da una mayor sensación de llenura, generando una disminución en el consumo de alimento, lo que evita la presentación de una de las principales causa de muerte en las aves, que es la ascitis.

El IE, significativamente superior ($p < 0,05$) en el grupo T1, frente al Tc, permite inferir que se logra un beneficio económico a través de la adición de un 10% de ensilaje de botón de oro, pues este valor estuvo por encima de 145, considerado el valor estándar.

La inclusión de fuentes fibrosas como las evaluadas en este trabajo pueden modificar el patrón de crecimiento, pues al suministrar una dieta de menor densidad nutricional (restricción cualitativa) se logra una etapa controlada de

subnutrición en la cual la velocidad de crecimiento disminuye, disminuyendo en consecuencia la demanda de oxígeno (Leeson, 1996); adicionalmente, dependiendo de factores como la composición de ingredientes de la dieta, la edad de las aves, el manejo y el nivel de fuente de fibra utilizada, (Cáceres, 2014), la fibra cruda insoluble tiene efecto positivo en parámetros específicos de salud y desempeño de las aves,

acelera el tránsito intestinal, lo que disminuye la acumulación de sustancias tóxicas, mejora la digestibilidad del almidón, es poco fermentable, estimula las vellosidades intestinales y al incrementar el porcentaje de materia seca en las heces, permite mantener la cama más seca y disminuye el canibalismo (Manfred, 2013).

CONCLUSIONES

Se concluye que tanto la harina de Ramio, como el ensilaje de Botón de oro, forrajes con amplia disponibilidad en la región, fácil adaptación, propagación y manejo, pueden ser incluidas como reemplazo del 10% de la alimentación en pollos de engorde, sin afectar aspectos como la ganancia diaria de peso, conversión alimenticia o la mortalidad, disminuyendo los costos de producción, especialmente en sistemas enmarcados en el esquema de economía campesina.

AGRADECIMIENTOS

A los propietarios de las unidades productivas en las cuales se llevo a cabo la fase de campo en el proyecto “Fortalecimiento del sector agropecuario y agroindustrial mediante Innovación, Ciencia y Tecnología en el departamento de Risaralda”, ejecutado con recursos del Sistema General de Regalías y aportes de la Corporación Universitaria Santa Rosa de Cabal-UNISARC”.

BIBLIOGRAFÍA

- CÁCERES, M, (2014). Actualización de ingredientes para raciones de ponedoras. II Simposio de Avicultura do Nordeste Brasil pp 28.
- CASTRO y MARTÍNEZ, M, (2015). La alimentación porcina con productos no tradicionales: cincuenta años de investigaciones en el Instituto de Ciencia Animal. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, 49 (2): 189-196.
- GONZALES, J; HAHN VON, C y NARVAEZ,W, (2014). Características Botánicas de *Tithonia diversifolia* (Asterales: Asteracear) y su Uso en la Alimentación Animal. bol.cient.mus.hist.nat. 18 (2): 45-58.
- JULIAN, R y DÍAZ, G. (1999). La fisiología del pollo de engorde del futuro. Mundo Avícola Porcino 32: 12-13.
- LEESON, S, (1996) Regulación del crecimiento en pollo de engorda y composición de la canal. In: XII Ciclo de conferencias internacionales sobre avicultura. AMENA Asociación Nacional de Especialistas en Nutrición Animal. Guadalajara, Jalisco, México. pp: 58-62.
- LEZCANO, Y; SOCA, M; SÁNCHEZ, L; OJEDA, F; OLIVERA, Y; FONTES, D; MONTEJO, I y SANTANA, H, (2012). Caracterización cualitativa del contenido de metabolitos secundarios en la fracción comestible de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray. Pastos y Forrajes. 35 (3): 283-291.
- LÓPEZ, O; MONTEJO, L Y LAMELA, L, (2012). Evaluación del potencial nutricional de cuatro plantas forrajeras para la alimentación de reproductoras cunículas (Nota técnica). Pastos y Forrajes. 35(3): 293-300.
- MANFRED, P, (2013). Fibra cruda insoluble: un nuevo enfoque para la salud y desempeño. Actualidad Avipe-cuaría 41(7). Recuperdo de: <http://bibliotecavirtual.corpmontana.com/handle/123456789/1636>. Fecha de consulta Octubre de 2018.
- MORAN, J.A y DAQUI L.A, (2010). Evaluación del Efecto de la Harina de Ramio en la Alimentación Avícola. Escuela Superior Politécnica del Litoral tesis de grado, Ingeniería agropecuaria. Recuperado de: <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/6488>. Fecha de consulta Agosto de 2018
- NARANJO, J. y CUARTAS CA, (2011). Caracterización nutricional y de la cinética de degradación ruminal de algunos de los recursos forrajeros con potencial para la suplementación de rumiantes en el trópico alto de Colombia. Rev CES Med Vet Zootec. 6 (1): 9-19.
-

-
- NIEVES, D; TERÁN, O; CRUZ, L; MENA, M; GUTIÉRREZ, F y LY, J, (2011). Digestibilidad de nutrientes en follaje de árnica (*Tithonia diversifolia*) en conejos de engorde. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 14 (1): 309-314.
- PÉREZ, A; WENCOMO, H; ARMENGOL, N y REYES, F, (2013). *Boehmeria nivea* (L.) Gaud. *Pastos y Forrajes*. 36(4): 398-403.
- RÍOS, C, (1997). Botón de Oro *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray. En: Árboles y arbustos forrajeros utilizados en alimentación animal como fuente proteica. Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria. Cali. pp. 115-126.
- RUBENS, E, (2008). El ramio: una alternativa. Recuperado de: <http://www.hoy.com.do/negocios/2008/8/30/245565/print>. Fecha de consulta Octubre de 2018 .
- SAVON, L; SCULL, I; MARTINEZ, M y BUSTAMANTE, D, (2015). Harina de forraje integral de *Lablab purpureus* (dolicho) biotransformada y su efecto en la fisiología digestiva y salud de pollos de ceba. XXIV Congreso Latinoamericano de Avicultura. Guayaquil-Ecuador. pp 66.
- SOLANA, AA, (1996). Significación patológica actual del virus de la enfermedad de Marek. [Internet], [15 agosto 2005]. Recuperado de: www.racve.es/muestraactividad.phpg. Fecha de consulta Noviembre de 2018.
- SUÁREZ, D.; RÍOS, K.; PEÑUELA, L. y CASTAÑEDA, R, (2016). Utilización de humus de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida saligny*, 1826) en la alimentación de gallinas ponedoras. *Bol.cient.mus.hist.nat.* 20 (1):43-51.
-

ESEMPEÑO PRODUCTIVO DE SEIS LÍNEAS GENÉTICAS DE TILAPIA (*Oreochromis niloticus*), EN EL DEPARTAMENTO DE RISARALDA

PRODUCTIVE PERFORMANCE OF SIX GENETIC LINES OF TILAPIA (*Oreochromis niloticus*) IN THE DEPARTMENT OF RISARALDA



Luz Elena Muñoz¹, Alba Nydia Restrepo², Julián Ricardo Chica³, Oscar Rengifo³, Juan David Ortega³ y José Iván Montoya⁴

¹ Decana Facultad de Ciencias Básicas, Unisarc (básicas@unisarc.edu.co)

² Facultad de Ciencias Pecuarias, programa de Zootecnia, docente mejoramiento genético, directora Centro de Investigaciones de Unisarc (investigaciones@unisarc.edu.co)

³ Estudiante X semestre de Zootecnia

⁴ Facultad de Ciencias Pecuarias, programa de Zootecnia, docente Piscicultura, Unisarc

Fecha de recibido: octubre 25 de 2018
Fecha de aceptación: Noviembre 29 de 2018

RESUMEN

Con el objetivo de realizar una prueba de desempeño de seis poblaciones genéticas de Tilapia nilótica (*O. niloticus*) en el departamento de Risaralda bajo las condiciones de la estación piscícola de Unisarc, se realizó un experimento con una duración de 105 días. Los animales se distribuyeron en jaulas de 10 animales por jaula, bajo estanque en cubierta y sin cubierta. Se utilizó un diseño factorial: Factor A, líneas genéticas, factor B, tipo de estanque: con cubierta y sin cubierta en un diseño completamente aleatorizado, con dos repeticiones por tratamiento; se utilizó el peso inicial como covariable, se realizó la transformación de algunas variables y se usaron pruebas no paramétricas cuando no se cumplían con los supuestos del

análisis de varianza, y se usó la prueba de LSD de comparaciones múltiples para diferencias entre medias. En cuanto a las variables: peso de la víscera (PV), peso del hígado (PH), GDP, IVS, IHS y RC, no se encontraron diferencias significativas entre las diferentes líneas genéticas, ni entre los estanques, ni hubo interacción entre la línea genética y el tipo de estanque ($P > 0.05$), sólo se detectaron diferencias entre las líneas genéticas, para el peso final (PF) y peso de la canal (PC), siendo la línea 3 la de mejor comportamiento con relación a las otras líneas ($P < 0.05$) y teniendo en cuenta que diferentes estudios determinan heredabilidades de medias a altas para estos caracteres, esta línea puede responder a un programa de mejoramiento genético mediante un proceso de selección de los mejores reproductores a la prueba de comportamiento.

Palabras claves: parámetro productivo, rendimiento corporal, tilapia nilótica, prueba de comportamiento

ABSTRACT



Keywords: Productive Parameters, Performance Body Index, Tilapia Nilotica, Behavioral Test.

In order to perform a performance test among six different genetic population of Tilapia Nilotica (*Oreochromis Niloticus*) in the state of Risaralda, Colombia, under the regulations of Unisarc which is located in Santa Rosa de Cabal. The study lasted 105 days. Tilapias were secluded in groups of 10 and they were further separated in cover and uncovered ponds. The statistical analyzes included a factorial designs (Factor A), genetic lines (Factor B), and type of pond (with or without cover) under a randomized designed with two repetitions per treatment. Initial weight was used as a covariate. When the conditions of the analyzes of variance were not met, some variable were transformed and non parametric tests were used. Furthermore, the LSD test for multiple comparisons was used in order to determine differences in between medians. In regards to the parameters, there were neither significant differences between the diverse genetic lines, nor between the ponds in PH, PV, IHS, IVS and RC, no significant differences were found between the different genetic lines, nor between the ponds, nor was there interaction between the genetic line and the type of pond ($P > 0.05$). However, there were genetic differences between inherited lines in regards to PF and PC. Line 3 was the one with better behavior when compared with the other lines, $P (<0.05)$ and taking into account that different studies determine heritabilities of mid to high for these characters, this line could respond to a breeding program through a process of selecting the best players to the behavior test.

INTRODUCCIÓN

La acuicultura sigue siendo importante fuente de alimento, nutrición, ingresos y medios de vida para cientos de millones de personas en todo el mundo. De acuerdo a la FAO (2016), la acuicultura contribuirá a la nutrición adecuada de una población mundial que se prevé alcance los 9.700 millones de habitantes en 2050.

La Piscicultura en Colombia es un sector productivo que está demostrando su capacidad de crecimiento en productividad, en inversiones y en las exportaciones. Es así como el Eje Cafetero produce anualmente un promedio de 3.788 toneladas de pescado para consumo local, de los cuales 70 por ciento corresponde a tilapia, 25 por ciento a trucha y 5 por ciento a cachama (Aunap, 2016).

Sin embargo en el departamento de Risaralda, los piscicultores consideran que los altos costos de producción se deben principalmente a los costos de alimentación y a la baja calidad de la semilla que se produce en Colombia por su baja homogeneidad, poco crecimiento, altos niveles de

mortalidad y morbilidad, que hacen menos competitiva la producción (Unisarc, 2018).

El mejoramiento genético y el desarrollo de los sistemas de producción han permitido un mayor desempeño productivo y de competitividad de diferentes especies, El seleccionar los reproductores con base a su desempeño productivo permite el incremento de variables como crecimiento, supervivencia, rendimiento del filete (Ceniagua, 2017).

Por lo anterior, la presente investigación buscó hacer una prueba de desempeño de seis poblaciones genéticas de Tilapia nilotica (*Oreochromis niloticus*) que se comercializan en el departamento de Risaralda bajo las condiciones de la estación piscícola de Unisarc, ubicada en el municipio de Santa Rosa de Cabal y en las que se evaluaron diferentes características.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización. El estudio se realizó en la estación piscícola de Unisarc, ubicada en el vereda el Jazmín del municipio de Santa Rosa de Cabal (Risaralda) a los 4° 52' 07" N y 75° 37' 22" O, a 1640 m.s.n.m, con una precipitación media de 2620 mm, T° entre 18-20 °C.

Período y diseño experimental. El experimento tuvo una duración de 105 días. Los animales se distribuyeron en jaulas de 10 animales por jaula, bajo estanque en cubierta y sin cubierta (figura 1 y 2), con un promedio de peso inicial de 19.01 ± 2.78 g.



Figura1. Estanque cubierto



Figura 2. Estanque sin cubierta

Para el análisis de los datos se utilizó un diseño factorial: factor A, líneas genéticas, factor B tipo de estanque: con cubierta y sin cubierta. Equivalentes a 12 tratamientos con dos repeticiones cada tratamiento en un diseño completamente aleatorizado (Gutiérrez y De la Vara, 2008). Cada jaula constituyó una unidad experimental y fueron distribuidas aleatoriamente en cada uno de los estanques (2 unidades por línea genética, equivalente a 12 unidades experimentales por estanque), de acuerdo al modelo de la ecuación (1). Se utilizó el peso inicial como covariable, se realizó la transformación de algunas variables y se usaron pruebas no paramétricas cuando no se cumplían los supuestos del análisis de varianza y el test de LSD para comparación de medias. Para el análisis de los datos se utilizó el programa estadístico infostat versión 2018 y se midieron las siguientes variables: Peso inicial (PI), peso final (PF), ganancia diaria de peso (GDP), peso de la canal (PC), peso de las vísceras (PV), peso del hígado (PH), rendimiento en canal (RC), índice viscerosomático (IVS) e índice hepatosomático (IHS).

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \delta_{ij} + \beta(X_i - X_{..}) + \epsilon_{ijk} \quad (1)$$

con $i=1,6$ $j=1,2$ $k=1..nij$
donde

Y_{ijk} representa la respuesta de la k-ésima repetición en el i-ésimo nivel del factor A y j-ésimo nivel de factor B,

μ representa una media general,

α_i . el efecto que produce el i-ésimo nivel del factor A,

β_j corresponde al efecto del j-ésimo nivel del factor B,

δ_{ij} el efecto adicional (interacción) para la combinación de los niveles i del factor A y j del factor B

$\beta(X_i - X_{..})$ coeficiente de regresión para la covariable

ϵ_{ijk} es el error aleatorio asociado a la observación ijk-ésima, con media 0 y σ^2 .

Alimentación y Manejo. Las líneas genéticas, procedentes de diferentes localidades del departa-

mento de Risaralda, fueron ubicadas durante dos semanas en canaletas con el objetivo que entraran a un período de adaptación y se utilizó alimento balanceado que fue suministrado en la cantidad y frecuencia dependiendo del peso y tasa de alimentación. Los dos estanques presentaron las mismas condiciones experimentales.

Parámetros físico-químicos. Todos los días se tomó el valor de la temperatura con un termómetro digital y el nivel de oxígeno disuelto en el agua en la mañana y en la tarde con el objetivo de determinar la calidad del agua, para tal fin se utilizó un oxímetro YSI9300.

Medición del PI, PF, PH, PV, PC. Al finalizar el levante se realizó el beneficio del pescado con el propósito de determinar las variables según la metodología aplicada por Mora (2005):

Peso inicial, PI: En cada unidad experimental y en forma aleatoria se tomó una muestra de animales, a los cuales se les pesó inicialmente y posteriormente cada 15 días se realizó el mismo procedimiento

Peso Final, PF: peso del pez entero.

Peso de canal, PC: peso del pez luego de retirarse las vísceras.

Peso de vísceras PV: PF – PC

Peso del hígado PH: el hígado se retiró de las vísceras luego del pesaje de las mismas.

RC, IVS, IHS. Para el cálculo de los rendimientos corporales se utilizaron las fórmulas según Abad *et al.*, (2014)

Rendimiento de canal, RC: PC/(PF)*100.

Índice viscerosomático, IVS: (PV)/(PF)* 100

Índice hepatosomático, IHS: (PH)/(PF)* 100]

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Parámetros Físico-Químicos. La definición de los parámetros físico-químicos y del ambiente son indicadores de bienestar animal en acuicultura (Narvaez, *et al.*, 2005; OIE, 2011), alteraciones en la tolerancia de los rangos pueden causar problemas como hipoxia, inapetencia, atraso en el crecimiento, inmunosupresión, presencia de enfermedades y aumento de la mortalidad (Gonzales *et al.*, 2010). Es así como en la tabla 1, se observan los valores promedios (Media), mínimos (Min), máximos (Max), desviación estándar (DS) y coeficiente de variación (C.V) de cada una de las variables de la calidad de agua medidas durante el cultivo de la *Tilapia niloticus* (estanque 1- cubierto y estanque 2- sin cubierta), los cuales muestran como los valores de la temperatura y el oxígeno disuelto, se encontraron entre los rangos establecidos para la tilapia nilótica según FAO (2017) de 22-26 °C y valores mayores de 4 mg para Oxígeno disuelto por litro de agua, los cuales fueron similares a los presentados por Perdomo *et al.*, (2018), lo cual indica que los peces se tuvieron bajo las condiciones de bienestar para garantizar un adecuado comportamiento productivo.



Tabla 1. Parámetros Físico-Químicos del agua durante el cultivo de la tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*) en un sistema de estanque sin cubierta (ESC) y Estanque con cubierta (ECC) en el Departamento de Risaralda.

| VARIABLE | Media | DS | C.V | Min | Max |
|--------------------------------|-------|-------|-------|------|------|
| T° a.m. ECC | 22.3 | 1.28 | 5.77 | 18.2 | 24.8 |
| T° a.m. ESC | 21.66 | 1.49 | 6.48 | 17 | 24.7 |
| T° p.m. ECC | 24.62 | 1.57 | 6.41 | 20.8 | 27 |
| T° p.m. ESC | 23.82 | 3.21 | 13.48 | 0 | 27.8 |
| OD mg/l ⁻¹ a.m. ECC | 4.76 | 1.22 | 25.76 | 0 | 7.9 |
| OD mg/l ⁻¹ a.m. ESC | 4.83 | 0.98 | 20.42 | 2.32 | 4.9 |
| OD mg/l ⁻¹ p.m. ECC | 7.11 | 2.16 | 30.38 | 0 | 112 |
| OD mg/l ⁻¹ p.m. ESC | 6.78 | 1.556 | 22.94 | 0 | 9.9 |

ECC (Estanque con cubierta), ESC (Estanque sin cubierta), OD (oxígeno disuelto), T° (temperatura), Min (mínimo), Max (máximo) Parámetros Productivos.

Parámetros Productivos.

En la tabla 2, se observan los valores promedios (Media), mínimos (Min), máximos (Max), desviación estándar (DS) y coeficiente de variación (C.V.) de cada una de las variables evaluadas en la Tilapia nilótica.

Tabla 2. Parámetros productivos de la Tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*) en un sistema de estanque sin cubierta (ESC) y Estanque con cubierta (ECC) en el Departamento de Risaralda

| VARIABLE | Min (g) | Max (g) | Media (g) | DS (g) | C.V (%) |
|----------|---------|---------|-----------|--------|---------|
| PI | 2.53 | 53 | 19.01 | 13.63 | 71 |
| PF | 48.52 | 104.42 | 71.30 | 13.13 | 18.69 |
| PC | 41.92 | 89.82 | 61.014 | 11.97 | 19.61 |
| PV | 5.91 | 22.56 | 9.72 | 3.34 | 34.34 |
| PH | 0.1 | 0.26 | 0.1538 | 0.045 | 29.57 |

PI (Peso Inicial), PF (Peso final), PC (peso canal), PV (peso vísceras), PH (peso Hígado), Min (mínimo), Max (máximo), Desviación estándar (DS), coeficiente de variación (C.V).

En la tabla 3, se puede observar el comportamiento del PH y del PV, en las que no se detectaron diferencias estadísticas significativas ($P > 0.05$) entre las 6 líneas genéticas, ni entre los estanques (cubierto y sin cubierta), ni hubo un efecto significativo en la interacción línea genética y tipo de estanque; sin embargo se detectaron diferencias entre las líneas genéticas ($P < 0.05$) pero no entre los estanques, ni interacción entre las líneas y el tipo de estanque para el PF y PC, es así como la línea tres es diferente con respecto a las demás; lo cual concuerda con Pérez-Fuentes *et al.*, (2016) donde los resultados entre los parámetros físicos químicos del agua, las zonas de cultivo y la eficiencia productiva de las líneas genéticas no mostraron diferencias significativas, sin embargo, los resultados de este estudio difieren a los encontrados por Medina (2009) donde los animales criados en jaulas, pilas y tanques bajo cubierta de plástico presentaron mayores ganancias de peso, posiblemente debido al

aumento de la temperatura del agua, lo cual genera un aumento en el metabolismo del pez haciendo que gane mayor peso.

No se encontraron diferencias estadísticas ni entre las líneas genéticas, ni entre los estanques, ni efecto de la interacción línea genética y tipo de estanque para la ganancia diaria de peso (GDP) en la prueba de Kruskal wallis, obteniéndose un promedio de las 6 poblaciones de 0.49 ± 0.17 g, lo cual coincide con diferentes actores (Suresh, 2000; Triana *et al.*, 2013; Hernández *et al.*, 2016; Cruz y Ridha, 2001) quienes reportan valores de 0.50, 0.41, 0.40 y 0.43 g respectivamente, siendo más bajos a los reportados por Bermúdez *et al.*, (2012) que obtuvieron GDP de 2,0 a 2,79 g/d.

Tabla 3. Parámetros productivos de 6 líneas genéticas de la tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*) en un sistema de estanque sin cubierta (ESC) y Estanque con cubierta (ECC) en el Departamento de Risaralda.

| LÍNEA GENÉTICA | PF(g) | PH(g) | PV(g) | GDP(g) | PC(g) |
|-----------------|---------|---------|---------|--------|---------|
| 1 | 59.78 a | 0.14 a | 9.98 a | 0.49 a | 50.19 a |
| 2 | 61.24 a | 0.15 a | 7.89 a | 0.50 a | 52.34 a |
| 3 | 95.30 b | 0.20 a | 14.1 a | 0.61 a | 81.69 b |
| 4 | 73.52 a | 0.13 a | 8.34 a | 0.54 a | 64.08 a |
| 5 | 65.56 a | 0.13 a | 9.39 a | 0.44 a | 56.18 a |
| 6 | 72.44 a | 0.17 a | 8.66 a | 0.53 a | 61.61 a |
| Estanque | | | | | |
| ESC | 68.87 a | 0.150 a | 9.31 a | 0.50 a | 59.70 a |
| ECC | 73.74 a | 0.160 a | 10.14 a | 0.51 a | 62.33 a |

Peso Final (PF), Peso del Hígado (PH), Peso de las vísceras (PV), Peso de la Canal (PC), ganancia diaria de peso (GDP), estanque sin cubierta (ESC) y estanque con cubierta (ECC) Letras iguales indican, no diferencias significativas ($P > 0.05$)
 Letras diferentes indican que hay diferencias significativas ($P < 0.05$)

El PF es uno de los parámetros más importantes en piscicultura, varios estudios han determinado que la heredabilidad varía entre de 0.14 - 0.60 indicando la viabilidad de la selección en un programa de mejoramiento genético (Mahmoud *et al.*, 2009; Charo-Karrisa (a), *et al.*, 2006; Maldonado *et al.*, 2012; Lingkhaw *et al.*, 2012). Como producto de la selección, se ha obtenido un incremento en el peso de la tilapia, del 14.9% a dos generaciones (Charo (b) *et al.*, 2006), del 88% acumulada a cinco generaciones con relación a la generación base (Bentsen, 2017) y un rendimiento medio a seis generaciones de 44.2 % (Thodesen da-Yong *et al.*, 2012), en consecuencia, la línea tres puede responder a un programa de selección, debido a su buen desempeño lo que se traduciría en una mayor eficiencia económica del proyecto productivo de la tilapia, demostrando así la importancia de la implementación de los programas de mejoramiento genético.

Índices de rendimiento corporal. En la tabla 4, se pueden identificar los valores estadísticos obtenidos de los parámetros corporales. El RC es muy variable entre especies, lo cual está determinado por su estructura ósea, el volumen visceral y el tamaño de la cabeza. En el caso de las tilapias, esta especie presenta alto rendimiento debido al desarrollo de

buen masa muscular a ambos lados de la columna vertebral, cabeza pequeña y cavidad abdominal relativamente menor (Kodaira, 2002). Adicionalmente, la variedad Chitralada posee una aleta caudal algo más pequeña que otras variedades de tilapias, lo cual puede influir positivamente en el peso final al ser comparado con otras de tamaño similares entre variedades de tilapias. Esta condición corporal proporciona en este cíclido una forma anatómica más redondeada, lo cual posibilita mejor aprovechamiento en los filetes obtenidos durante el procesamiento (Poggere, 2009); Rutten *et al.*, (2005), verificó que el ancho y el largo pueden ser utilizados como criterios de selección para la determinación del peso y el rendimiento del filete en tilapia del Nilo, de igual manera se establece como la relación entre el alto y el ancho se muestran importantes en la caracterización de la conformación del filete y se concluye que el aumento de esas relaciones contribuye para un formato de cuerpo más robusto (Alvarado-Ruiz, 2015)

Tabla 4. Índices de rendimientos corporales de la *Tilapia niloticus* (*Oreochromis niloticus*) en un sistema de estanque sin cubierta (ESC) y Estanque con cubierta (ECC) en el Departamento de Risaralda.

| VARIABLE | Min | Max | Media | DS | C.V |
|----------|------|--------|--------|-------|--------|
| RC | 77.3 | 91.038 | 85.48 | 2.89 | 3.387 |
| IVS | 9.63 | 24.29 | 13.57 | 3.067 | 22.603 |
| IHS | 0.12 | 0.2697 | 0.2152 | 0.042 | 19.79 |

RC (Rendimiento en canal), IVS (índice viscerosomático), IHS (índice hepatosomático), Min (mínimo), Max (máximo), Desviación estándar (DS), coeficiente de variación (C.V).

En la tabla 5, se puede observar el comportamiento del rendimiento en canal, índice viscerosomático e índice hepatosomático, para las cuales no se encontraron diferencias estadísticas entre las diferentes líneas genéticas estudiadas, al igual que el comportamiento de los peces fue igual en el estanque cubierto y sin cubierta y no

se detecto una interacción entre la línea genética y el tipo de estanque ($P>0.05$), por ello estos resultados son similares a los de Osure y Phelps (2006), quienes sembraron peces de dos líneas de tilapia en estanques, pilas abiertas y en pilas bajo techo y los peces de ambas líneas crecieron de forma similar en cada ambiente.

Tabla 5. Índices de rendimientos corporales de seis líneas genéticas de la *Tilapia nilótica* (*Oreochromis niloticus*) en un sistema de estanque sin cubierta (ESC) y Estanque con cubierta (ECC) en el Departamento de Risaralda.

| LÍNEA GENÉTICA | RC | IVS | IHS |
|-----------------|---------|---------|---------|
| 1 | 83.39 a | 16.08 a | 0.220 a |
| 2 | 84.77 a | 12.47 a | 0.240 a |
| 3 | 86.37 a | 15.59 a | 0.210 a |
| 4 | 87.62 a | 11.47 a | 0.180 a |
| 5 | 87.18 a | 13.61 a | 0.190 a |
| 6 | 85.59 a | 12.22 a | 0.250 a |
| Estanque | | | |
| ESC | 86.56 a | 13.36 a | 0.220 a |
| ECC | 84.41 a | 13.79 a | 0.210 a |

RC (Rendimiento en canal), IVS (índice viscerosomático), IHS (índice hepatosomático)

Letras iguales indican, no diferencias significativas ($P>0.05$)

Letras diferentes indican que hay diferencias significativas ($P<0.05$)

El IHS promedio encontrado en el experimento fue de 0.21 %, mucho menor al reportado por Abad *et al.*, 2014 quienes obtuvieron un valor de 2.5 %, esto posiblemente se deba al peso de los animales que estaban entre 390-439 g, mayores a los realizados en este estudio que llegó a un promedio de peso de 71 g. Con relación al RC y el IVS fueron similares ya que se obtuvo un promedio de 87.66% y 12.34 % respectivamente comparado con el presente estudio que fue de 85.48 % y 13.57 % respectivamente. Estos parámetros indican que los animales están sanos y tuvieron un buen desempeño productivo (Mora, 2005). Sin embargo el RC y el IVS fueron superiores a los reportados por Bermúdez *et al.*, (2012) quienes obtuvieron valores entre 38,5 y

41,4% y 7 % respectivamente, esto posiblemente se deba a que la medición fue hecha a los 540 g. a diferencia del IHS que obtuvieron un valor mayor de 1,2 % comparado con el presente estudio de 0.21 %.

Debido a que los peces fueron alimentados bajo las mismas condiciones de suministro de CHO, no hubo un efecto diferencial en el IHS e IVS en las diferentes líneas tal como lo expresa Bermúdez *et al.*, 2012 y Michelato *et al.*, 2018, quienes plantean que el aumento de carbohidratos en la dieta tiende a aumentar estos índices; en forma similar De oliveira, *et al.*, (2014) establece que los niveles de proteína cruda (PC) influyen positivamente ($p < 0.05$) en los índices hepatosomático (HIS) y viscerosomático (VSI)

CÓNCLUSIONES

Las seis poblaciones genéticas de la tilapia nilotica (*Oreochromis niloticus*) tienen desempeño similar para los diferentes parámetros evaluados, a diferencia del PF y el PC donde la línea 3 se diferenció estadísticamente de las demás, de tal forma que en esta línea se puede establecer un programa de mejoramiento para estas características a través de procesos de selección.

No hubo un efecto del tipo de estanque, ni interacción entre la línea genética y el tipo de estanque sobre los parámetros evaluados.

AGRADECIMIENTOS

Estudio realizado como parte del proyecto "Fortalecimiento del sector agropecuario y agroindustrial mediante la innovación, ciencia y tecnología en el departamento de Risaralda." desarrollado con recursos del Sistema General de Regalías, convenio especial de cooperación 0692 de 2014, Gobernación de Risaralda, Unisarc, Federación de Frutas y Hortalizas de Risaralda-FEDEFHOR.

BIBLIOGRAFÍA

- ABAD, D; RINCON, D y POLEO, G, (2014). Índices de rendimiento corporal en morocoto *Piaractus brachyomus* cultivado en sistemas Biofloc. *Zootecnia Trop.*,32(2):119-130.
- ALVARADO-RUIZ, C, (2015). Comparación del crecimiento de machos y hembras de la tilapia *Oreochromis Niloticus* cultivadas en jaulas. *Uniciencia*, 29 (1): 1-15.
- AUNAP, (2016). Eje cafetero, polo de desarrollo de la acuicultura. Recuperado de: <http://www.aunap.gov.co/eje-cafetero-polo-de-desarrollo-en-acuicultura/>, Fecha de consulta Agosto 2018.
- BENTSEN, H; GJERDE, B; EKNATH, A.E, PALADA DE; V. M; VELASCO, R.R; DANTING, J.C; DIONISIO, E.E; LONGALOU, F.M; REYES, R.A; ABELLA, T.A; TAYAMEN, M.M y PONZONI, R.W, (2017). Genetic improvement of farmed tilapias: Response to five generations of selection for increased body weight at harvest in *Oreochromis niloticus* and the further impact of the project. *Aquaculture* 1: 206-217.
- BERMÚDEZ, A, MUÑOZ-RAMÍREZ, A.P. y WILLS, G. A, (2012). Evaluación de un sistema orgánico de alimentación sobre el desempeño productivo de la Tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*) cultivada en estanques de tierra. *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*, 59: (3): 165-175.
- CENIACUA, (2017). Genética de la Tilapia. Recuperado de: <http://www.ceniagua.org/genetica.html>. Fecha de consulta: septiembre 2018.
- CHARO-KARRISA, H; (A), KOMEN, H; REZK, M; A, PONZONI, R.W; ARENDONK, A.M, BOVENHUIS H, (2006). Heritability estimates and response to selection for growth of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in low-input earthen ponds. *Aquaculture*. 255(1-4):586-596.
- CHARO-KARRISA, H (B); KOMEN, H; REYNOLDS, S; REZK M.A; PONZONI, R.W y BOVENHUIS, H, (2006). Genetic and environmental factors affecting growth of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) juveniles: Modelling spatial correlations between hapas. *Aquaculture*. *Aquaculture*, 261 (2): 79-486.
- CRUZ, E.M. y RIDHA, M.T, (2001). Growth and survival rates of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) L. juveniles reared in a recirculating system, fed with floating and sinking pellets. *Asian Fish. Sci.*, 14: 9-16.
- DE OLIVEIRA, M.M; RIBEIRO, T; MARIAORLANDO, T; GARCIA, S;D; MARTINS, D;M; TADEU, y F.F.R, VIEIRA, R.P, (2014). Effects crude protein levels on female Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) reproductive performance parameters. *Animal Reproduction*. *Science*. 150 (1-2):62-69.
- FAO, (2016). Estado mundial de la pesca y la acuicultura. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/a-i5798s.pdf>
- FAO (2017). Programa de información de especies acuáticas. Tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*). Departamento de pesca y acuicultura. Recuperado de: http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/oreochromus_niloticus/es. Fecha de consulta: Junio 2018.
- FAO, (2018). Mejora de la calidad del agua. Recuperado de: http://www.fao.org/fishery/static/FAO_Training/FAO_Training/General/x6709s/x6709s02.htm#4a. Fecha de consulta Marzo de 2018.
-

-
- GONZÁLEZ, R; ROMERO, O y VALDIVIÉ, M (2010). Evaluación de la calidad del agua y su influencia en el cultivo de la tilapia. Recuperado de: <http://www.vet-uy.com/articulos/piscicultura/050/020/pec020.htm>. Fecha de consulta Enero 2018.
- GUTIERREZ, H y DE LA VARA, R, (2008). Análisis y diseño de experimentos. Mexico. McGraw-Hill interamericana.
- HERNÁNDEZ, C.A; BARRAZA, A. B; TREJOS, J. L. y GUTIERREZ, G, (2016). Evaluación de la eficiencia productiva de tres líneas de tilapia con reversión sexual en un sistema de recirculación (RAS). Recuperado de: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-560X2016000400024. Fecha de consulta noviembre 2017.
- KODAIRA, M, (2002). Experiencias en la tecnología postcosecha de las especies de pescado cultivadas en Venezuela. VI Congreso Venezolano de Acuicultura. San Cristóbal, estado Táchira, Venezuela pp. 42-43.
- LINGKHAUW, H; PONZONI, R.W; HAMZAH, A; ABUBAKAR K, y BIJMA P, (2012). Genotype by production environment interaction in the GIFT strain of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*. *Aquaculture*. 326 – 329: 53-60.
- MANHMOUD, A.R; PONZONI, R.W; LINGKHAUW H; KAMEL, E; DAWOOD, T; JOHN, y G, (2009). Selective breeding for increased body weight in a synthetic breed of Egyptian Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*: Response to selection and genetic parameters. *Aquaculture*. *Aquaculture*. 293 (3 – 4): 187-194.
- MALDONADO, T. E; ANDRADE, O, D.A; VALENTE, D.B; ALENCAR T.E; ASSISPRADO, S, (2012). Estimation of genetic parameters for body weights of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* using random regression models. *Aquaculture*. *Aquaculture*. 354–355: 31-37.
- MEDINA, F y GLENDA, M, (2009). Comparación del pre-engorde de alevines de tilapia del Nilo e híbrido rojo de tilapia en tres ambientes en Zamorano, Honduras (Bachelor's thesis, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano).
- MICHELATO, M; FURUYA, W. M y GATIN, D.M, (2018). Metabolic responses of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* to methionine and taurine supplementation. *Aquaculture*, vol 485, *Aquaculture*. 485: 66-72.
- MORA, J; (2005). Rendimiento de la canal de la cachama blanca (*Piaractus brachypomus*) y el híbrido *Colossoma macropomun* x *Piaractus brachypomus*. Procesamiento primario y productos con valor agregado. *Bioagro* 17: 161- 169.
- NARVÁEZ, J.C; ACERO, A. y BLANCO, J, (2005). Variación morfométrica en poblaciones naturalizadas y domesticadas de la tilapia del Nilo *Oreochromis niloticus* (Teleostei: Cichlidae) en el norte de Colombia. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.*, 29:383- 394.
- OFICINA INTERNACIONAL DE EPIZOOTIAS, OIE, (2011). Código sanitario para los animales acuático. Décima cuarta edición. Recuperado de: <http://www.oie.int/es/normas-internacionales/codigo-acuatico>. Fecha de consulta Febrero de 2018.
- OSURE, G y PHELPS, R, (2006). Evaluation of reproductive performance and early growth of four strains of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*, L.) with different histories of domestication. *Aquaculture* 253:485-494.
-

-
- PERDOMO, C, CORREDOR D. A, RAMIREZ I, L, (2012). Características físico-químicas y morfológicas en la crianza por fases de la tilapia roja (*Oreochromis spp.*) en una zona cálida tropical. *Zootecnia Trop.*, 30(1): 99-108.
- POGGERE, P.R, (2009). Avaliação do desempenho productivo e rendimento de filé de três linhagens de tilápia (*Oreochromis niloticus*): Supreme, Chitralada e Bouaké. Dissertação de Mestre em Zootecnia. Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Campus de Marechal Cândido Rondon, Brasil. pp 61.
- RUTTEN, M. J; H. BOVENHUIS y H, KOMEN, (2005). Genetic parameters for fillet traits and body measurements in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*, 246: 125-132.
- SURESH, A.V, (2000). Últimos avances en el manejo de reproductores de tilapia. *Revista Acuatic*. 31(4):16-58.
- THODESEN DA-YONG, J; MORTEN; R.MA; WANG, Y; BENTSEN, y H.B, GJEDREM, T, (2012). Genetic improvement of tilapias in China: Genetic parameters and selection responses in fillet traits of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) after six generations of multi-trait selection for growth and fillet yield. *Aquaculture*. 366-367:67-75.
- Unisarc, (2018). Visión prospectiva sistema productivo peces. Fortalecimiento del sector agropecuario y agroindustrial mediante la innovación, ciencia y tecnología en el departamento de Risaralda. ISBN 9789588097-43-5. pp 163.
-



COMO DINAMIZAR LA ECONOMÍA DE UN PUEBLO AGRARIO

HOW TO DYNAMIZE THE ECONOMY OF AN AGRARIAN PEOPLE

Gabriel Acevedo González¹

¹Zootecnista, Especialista en Mercadeo y MSc. en Administración – MBA, Email gaacevedo@elpoli.edu.co
Profesor Asociado IES Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid, Facultad de Ciencias Agrarias, Medellín

Fecha de Recibido: Nov. 6 de 2018
Fecha de Aprobación: Nov. 30 de 2018

RESUMEN

Esta reflexión es derivada de observaciones realizadas en muchos municipios con énfasis en actividades agrarias de Colombia, especialmente en el Departamento de Antioquia, como acción complementaria de varias investigaciones relativas a las formas de asociación y comercialización de los productores agropecuarios. Se percibe que es común una gran confusión en cuanto a cómo lograr un desarrollo integral y sostenible de los pueblos, por lo que el objetivo de este trabajo es promover la reflexión en los equipos de dirección de los municipios, de las instituciones del gobierno, de las organizaciones comunitarias, de la academia, entre otros; con el fin de abordar el desarrollo agropecuario desde una óptica estratégica, mirando las unidades de producción de los campesinos

como agronegocios, y no como instrumentos para la subsistencia, y sujetos de dádivas o apoyos transitorios. La metodología se basó en procesos de observación participativa en foros, en agronegocios asociativos, en la labor conjunta con Umatas, gremios, administraciones municipales, entre otros, por varios años. Se trata de un proceso de tipo cualitativo, de carácter etnográfico y por tanto los resultados son interpretaciones acerca de una realidad crítica de muchos pueblos del país, luego no se procesa información cuantitativa. Este análisis permite concluir que se hace necesario emprender procesos asociativos de gran envergadura, con énfasis en modelos sin ánimo de lucro, para potenciar el mercadeo de los productos agrarios y con el compromiso del gobierno, si se quiere dinamizar en forma sostenible la economía de los pueblos predominantemente agrarios.

Palabras claves: *competitividad, productividad, agronegocio, asociatividad, economía campesina.*

ABSTRACT

This reflection is derived from observations made in several municipalities with agrarian vocation of Colombia, especially in the Department of Antioquia as a complementary action to research related to the forms of association and marketing of agricultural producers. It is perceived a great confusion in terms of how to achieve an integral and sustainable development of the communities; therefore, the objective of this work is to promote reflection in the management teams of the municipalities, of the government institutions, of the organizations local, the academy, among others. In order to address agricultural development from a strategic perspective, looking at the units production as agribusinesses, and not as instruments for subsistence, and subjects of transitory gifts or government support. The methodology was based on processes of participatory observation in forums, in associative agribusinesses, in the teamwork with Umatas, agrarian associations and municipal administrations, for several years. It is a qualitative process, with ethnographic characteristics and therefore the results are interpretations about a critical reality of many communities in the country, then no quantitative information is processed. This analysis allows us to conclude that it is necessary to start large associative processes, with an emphasis on non-profit models, to promote the marketing of agricultural products with the commitment of the government, if we want to dynamize in a sustainable way the economy of the communities with agrarian vocation.

Keywords: competitiveness, productivity, agribusiness, associativity, peasant economy.

INTRODUCCIÓN

Administrar un pueblo predominantemente agrario, buscando un desarrollo equilibrado y dinámico, implica conocer el sistema de la economía campesina con todos sus componentes, el juego de intereses y poderes en temas comerciales, en tenencia de tierras, asuntos de liderazgo, entre otros. Ese conocimiento del contexto local y regional, con frecuencia es escaso, dado el carácter de transitoriedad de los dirigentes y la formación profesional, entre otros.

Uno de los temas más difíciles de abordar, es el desarrollo agropecuario, dadas las circunstancias complejas de este sector en un pueblo, tales como el área tan pequeña de la mayoría de las parcelas, la regular calidad de la tierra, comunidad dispersa y con bajo nivel de asociación y alfabetización, con una cultura difícil para la diversificación y adopción de cambios e innovaciones tecnológicas, entre otros (DANE, 2015). En estas circunstancias, es una población de productores que es objetivo de una fuerte red de intermediarios, con alta capacidad de negociación y que dominan la distribución urbana.

La reflexión se centra en cómo mejorar la capacidad de negociación de los productores rurales, cuando hay un enorme déficit en infraestructura vial, altos niveles de pobreza y miseria, y desventaja en la venta de sus productos, para lograr casi siempre un precio muy bajo, que no estimula a mejorar la productividad, ni a la expansión de la producción (Acevedo 2016).

Es claro que el capital del campesino está al sol y al agua, expuesto a fenómenos ambientales, luego su producción no es segura y su rentabilidad tampoco. También es claro que su producto, que en general son alimentos, debería ser prioridad para el gobierno local y nacional, luego se sobre entiende que necesita apoyo, como ocurre en Europa donde se invierte cerca del 40% de todo el presupuesto de la Unión Europea apoyando la producción agraria, con justificación en argumentos de peso, que según Sardi

(2015), son: El campo es un medio para ejercer la soberanía territorial (tener el campo ocupado para bien), permite garantizar seguridad y soberanía alimentaria; genera empleo descentralizado, dando fuerza a las subregiones; es responsable de la preservación del medioambiente y de los patrones culturales de la región; y como agrega el Blog El ecologista transgénico (2017), busca equidad en los ingresos de trabajadores y empresarios del campo, que en 26 de los 28 países de la UE es menor y es necesario mantener el atractivo por permanecer e invertir en lo agrario. Estos argumentos son ampliamente respaldados por Cíolos (2014), como responsable de los asuntos agrarios de la Unión Europea.

En Colombia parece que tenemos dificultades para entender la esencia de lo rural y en reconocerle la importancia y el rol que tiene, por lo que se requiere que todos los estamentos involucrados salgan de la zona de confort, y se haga un debate para identificar los problemas de tipo estructural y buscar soluciones de gran envergadura.

Observaciones acerca de la administración de lo agrario en los pueblos

Algunas administraciones municipales definen un presupuesto con una incipiente participación del sector agrario, a veces solo suficiente para pagar unos pocos profesionales adscritos a cualquier dependencia, dado que ni siquiera se cuenta con una división de Desarrollo Rural. Ven lo agrario como algo marginal, tal vez como un sistema que no entienden, que genera pocos votos, entre otros.

Se prioriza la inversión en infraestructura urbana, unas veces con fines de estimular el turismo, o porque genera más votos, o porque las obras públicas mueven transitoriamente la economía. Por otro lado, en eventos académicos y en diálogo con líderes, se enfoca el tema como si se tratara de impulsar el desarrollo de una gran ciudad, donde pareciera que cualquier emprendimiento es viable, y todo esto pasa en los alrededores del parque de un pequeño casco urbano, rodeado de un enorme territorio rural y una comunidad empobrecida y lista para migrar a las ciudades, lo cual parece que las administraciones municipales no perciben.

El Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo - PNUD en su Informe Nacional de Desarrollo Humano - Razones para la esperanza 2011, plantea que los sectores de pequeños y medianos campesinos esperan del Estado medidas de más envergadura, para evitar que sus economías desaparezcan o queden reducidas apenas a medios de sobrevivencia. Esto contrasta con las acciones de gobiernos que parece que solo piensan en procesos asistencialistas de corto plazo, como huertas caseras, mercados campe-

sinos eventuales, visitas técnicas para atender una necesidad puntual, pero no para asesorar con enfoque estratégico y de agronegocio, entre otras. Dice que no es aceptable seguir dando la espalda al campesino, entendiendo su vulnerabilidad en las condiciones actuales de mercado, y que es un imperativo ético enfrentar tal situación.

Surgen dos preguntas que resolver, y la primera es: ¿Cómo es un pueblo agrario? La PNUD hace un detallado análisis de la situación, y considera que no es adecuado comparar los territorios como una dicotomía urbano - rural, dado que ante las circunstancias de débil Desarrollo Rural y problemas de seguridad, muchos campesinos deciden tener vivienda en el pueblo para dar más oportunidades a su familia, pero sigue atendiendo su finca y sus finanzas dependen de ella, luego se hace muy subjetivo diferenciar lo rural y urbano en estas circunstancias, por lo que asume la ruralidad como municipios más o menos rurales, y los clasifica por medio de un índice de ruralidad, logrando como resultado que Colombia tiene un 75.5% de municipios que son predominantemente rurales, que allí vive el 31,6% de la población y sus jurisdicciones ocupan el 94,4% del territorio nacional.

La actividad económica de las áreas urbanas de los pequeños pueblos, especialmente los alejados de grandes ciudades, se basa en el comercio y mínimamente en el turismo, y esta dinámica será mayor o menor dependiendo de la producción rural, que puede ser agropecuaria, minera, en servicios ambientales, pesca, forestal, entre otros; por lo que se puede hablar de poblados predominantemente rurales, con énfasis en algunos de estos rubros de producción. Por lo expuesto y desde mi experiencia, considero que la mayoría de los pueblos colombianos son fundamentalmente agrarios.

La segunda pregunta, es: ¿Qué es Economía? Intentando llegar a la definición más básica sobre Economía, se encuentra en Internet que la Economía estudia cómo las sociedades utilizan sus recursos escasos para producir bienes y servicios con valor, y cómo se realiza su distribución entre los individuos; luego trata de dar respuesta a estas preguntas: ¿qué producir?, ¿cuándo producir?, ¿cuánto producir?, ¿para quién

producir?, ¿cómo hacer llegar el producto al consumidor?, ¿Cuál es el nivel de satisfacción y comportamiento frente al consumo?, entre otras; planteando un sistema en el cual todo está interconectado. Con base en lo anterior, se puede describir la Economía de un pueblo, de una región o un territorio mayor.

La Economía trata de explicar el funcionamiento de la red de procesos y movimiento de dinero o su equivalente en una comunidad y las relaciones entre los actores. En resumen, analiza cómo se genera y fluye el dinero y los productos a través de una comunidad o territorio.

En cuanto a los recursos escasos, Gandhi dijo: “En la Tierra hay suficiente para satisfacer las necesidades de todos, pero no tanto como para satisfacer la avaricia de algunos”. Esta frase anima a presentar otra del Ex Primer Ministro Alemán, Konrad Adenauer, quien dijo: “Se requiere tanta acción privada como sea posible y tanto estado como sea necesario”. En estas frases se plantea la obligación que tiene el gobierno de intervenir en forma estratégica y con inversión suficiente, para tener el control y propiciar un desarrollo equilibrado, con prioridad en los procesos que están en desventaja. No puede dejar a su suerte un sector vital como es la producción de alimentos, y si en un momento no se tiene claro el camino, pues debe apoyarse en la Universidad y/o en otras instituciones que dedican tiempo al análisis de estos fenómenos.

¿Cómo es la Economía de un pueblo agrario?: cada pueblo tiene un sistema económico particular, aunque con grandes similitudes entre ellos. El cuento sobre “Cómo funciona la Economía”, reportado por Miguel Patiño (2012), da una visión didáctica sobre el tema:

Estamos en el mes de agosto en una pequeña ciudad de la costa, en plena temporada, pero se da un invierno que ahuyenta los turistas y la ciudad parece desierta. Hace tiempo que la crisis viene azotando este lugar, todos los habitantes tienen deudas y viven a base de créditos.

Por fortuna, llega un ruso muy adinerado y entra en el único hotel del lugar. Pide una habitación. Pone un billete de 100 euros en la mesa de la recepcionista y se va a ver las habitaciones.

El jefe del hotel agarra el billete y sale corriendo a pagar sus deudas con el carnicero, éste toma el billete y corre a pagar su deuda con el criador de

cerdos, quién va y paga lo que le debe al proveedor de alimentos para animales. El dueño del molino toma el billete y **corre** a liquidar su deuda con María, la prostituta a la que hace tiempo que no le paga. En tiempos de crisis, hasta ella ofrece servicios a crédito. La prostituta con el billete en mano sale para el pequeño hotel donde había traído a sus clientes las últimas veces y que todavía no había pagado y le entrega el billete al dueño del hotel. En este momento baja el ruso, que acaba de echar un vistazo a las habitaciones, dice que no le convence ninguna, toma el billete y se va.

Nadie ha ganado un euro, pero ahora toda la ciudad vive sin deudas pendientes y mira el futuro con esperanza. Moraleja: “*Si el dinero circula, se acaba la crisis*”.

Haciendo la similitud con el pueblo agrario, el ruso, aunque sin tanta liquidez, es el productor rural que genera productos que llegan al pueblo o van a otros canales de la región, pero el dinero obtenido circula y dinamiza todas las actividades de la localidad. Si la actividad agraria se mueve en forma sostenida y remunerativa, el pueblo tendrá liquidez y por lo tanto prosperidad.

¿Cómo dinamizar la economía de un pueblo agrario? Juanjosec (2012), presenta unas opiniones sobre cómo mejorar la economía de su pequeño pueblo y generar empleo, en la cual plantea lo siguiente:

Dice que hay un 60% de desempleo, que los que trabajan lo hacen en forma precaria e informal, que todos sueñan con un puesto en la administración municipal, a la que ven como la única empresa del pueblo, por lo que el sueño de muchos jóvenes es marcharse en busca de mejores oportunidades laborales. Plantea las siguientes opciones:

1. Dejar de pensar que lo público es la fuente de todas las soluciones
2. Que la Alcaldía ayude a las empresas existentes y propicie el emprendimiento. Hay que minimizar los requisitos y aumentar la velocidad en los trámites y prestar asesoría gratuita y de calidad.
3. Actuar pensando en el bien común. Debe ser una estrategia formativa desde la administración municipal, que lleve al trabajo colaborativo, a las alianzas, a la creación de sinergias, tanto a nivel de empresas privadas, como públicas.

4. Educar para el trabajo y generar oportunidades. Dotar la población de los bienes públicos necesarios para que los jóvenes desarrollen la vida con calidad y encuentren la forma de llevar a cabo un proyecto de vida satisfactorio.
5. Sensibilizar a la comunidad en todos los aspectos relativos al buen vivir. Importante que los procesos tengan alto componente participativo, de tal manera que se logre el compromiso de la comunidad.

Es una muy buena reflexión, pero sorprende que ni siquiera parezca percatarse de que es un pueblo fundamentalmente agrario y que para dinamizar la economía hay que generar circulación de dinero, de bienes y servicios, de un

ambiente económico propicio para la inversión, de interés por emprender.

Esa pérdida de interés por lo agrario desde la administración municipal y desde los públicos urbanos, lleva a que el campesino se sienta relegado, sin apoyo, y a merced de negociantes que solo buscan su ganancia.

El sector agrario tiene grandes potencialidades, pero se trata de negocios con alta incertidumbre y riesgo, luego es difícil hacerlo rentable. El campesino necesita ser rentable y el gobierno necesita que lo sea para que permanezca produciendo y cuidando el ecosistema, luego tiene que invertir en la mejora de su competitividad.

De la observación y análisis de la situación descrita, y tratando de enfocar hacia soluciones de carácter estratégico y con el impacto potencial suficiente, surge la siguiente pregunta: ¿Cómo organizar el proceso agrario y hacer que opere como locomotora de la economía del pueblo?

Durante el paro agrario del 2013, un campesino Boyacense botaba productos a la carretera, y un periodista le dijo: ¿usted que está pidiendo?, y le respondió: nosotros no pedimos nada, solo necesitamos apoyo en cuanto a garantía de compra y precio justo. Le dice el periodista: pero ¿por qué bota el producto, ¿es que ya no quiere el campo?, y le responde: yo nací en el campo, amo el campo, pero sin dinero, no quiero el campo. Esa voz representa la de mucha gente del campo que no es escuchada y que muchos ciudadanos creen que si el campesino come y come sano, ya es suficiente. El campesino necesita calidad de vida y eso cuesta, luego necesita que se mire su finca como un negocio que tiene que ser competitivo y generar ganancias.

Dice PNUD que para lograr competitividad de la agricultura familiar campesina y reducir los índices de pobreza, se requiere tierra legalizada, capital, asesoría técnica en producción y administración agropecuaria, creación y sostenimiento de estructuras asociativas para la comercialización, y servicios públicos de calidad, entre otros, y es aquí donde se requiere la presencia del Estado, de la academia, y de la comunidad.

Se sugieren algunas acciones de tipo estratégico para lograr el objetivo:

1. Superar las barreras que limitan la capacidad de negociación de los productores rurales. A continuación se detallan algunas:
 - Tienen baja competitividad: las micro, pequeñas y medianas empresas (Mipymes) agrarias, no logran tener acceso a mercados de grandes compradores con sistemas formales de fijación del precio.
 - Todos van al mercado local generando sobreoferta, la cual es comprada a bajos precios por delegados de las centrales de abastos.
 - No agregan valor porque no se justifica financieramente, dado que el mercado al que accede no tiene capacidad de pago, ni el interés por esos beneficios.
 - Están desmotivados para invertir en tecnología e infraestructura, ante la incertidumbre del negocio.
 - No tienen una orientación clara acerca de un futuro posible, luego toma decisiones apoyado en ideas de amigos.

- Ante la deficiencia en los indicadores rurales contra los urbanos, es latente la ilusión de irse a la ciudad, principalmente en los jóvenes.
2. Identificar las oportunidades para la producción agraria a nivel de Mipymes. Algunas de estas se plantean a continuación:
 - Alta demanda por productos alimenticios con calidad certificada y oferta sostenible en el tiempo
 - Compromiso del gobierno para apoyar procesos de producción bajo modelos asociativos y alianzas productivas
 - Oferta de apoyo a empresas asociativas sin ánimo de lucro (ESAL) por el gobierno y por Organizaciones no Gubernamentales (ONGs) nacionales e internacionales
 - Déficit alimentario en la región
 - Política pública asociativa en los departamentos en procesos de implementación, con liderazgo y acompañamiento.
 - Demanda por productos limpios y orgánicos
 3. Definir estrategias y planes de acción para cada región y municipio, tales como:
 - Fortalecer todo el sistema asociativo sin ánimo de lucro (SAL) en cada pueblo, con una fuerte labor de sensibilización en cuanto a la necesidad de enfrentar asociativamente la solución de fondo de los problemas, aprovechando el apoyo del gobierno y de otras entidades.
 - Acción del gobierno liderada por la Agencia para el Desarrollo Rural, las Secretarías de Agricultura departamental y local, para hacer reingeniería a los sistemas de producción, para producir la mezcla de productos que es conveniente, para mejorar la productividad y prevenir los efectos del cambio climático.
 - Crear una ESAL con énfasis en comercialización agraria, de carácter integrador (multilínea), inclusivo (asociados campesinos y asociaciones), de doble vía (compra-venta de insumos y productos rurales) y dirigida por expertos.
 - Crear ESALs agroindustriales aliadas a la comercializadora, la cual hará la venta y distribución de sus productos con valor agregado.
 - Crear alianzas estratégicas entre la ESAL comercializadora con los productores asociados, de tal forma que produzcan por contrato y bajo estricta programación.
 - La ESAL canaliza recursos del estado para alianzas productivas y para fortalecimiento productivo.
- Se propone crear ESALs con potencial para ser competitivas y sostenibles, tanto en lo sociocultural, como en lo económico y ambiental (Acevedo, 2017). Para ello se requiere tener asociados comprometidos con la productividad y la calidad, en gran cantidad para poder lograr volúmenes que den capacidad de negociación ante diversos canales de comercialización, implementar un plan estratégico de mercadeo que asegure la innovación, la penetración y permanencia en mercados importantes que den estabilidad a las ventas, como base para poder plantear la programación de la producción y las alianzas estratégicas, entre otras (Acevedo, 2011).
4. Es necesario un plan permanente de capacitación y entrenamiento de los asociados y de la comunidad, principalmente en cuanto a la sensibilización por el trabajo colaborativo, por el bien común y el buen vivir.
- Esta campaña debe ser liderada desde el Comité COPRODES que acompaña la implementación de la Política Pública Asociativa para el Departamento, por el Comité Nacional de Economía Solidaria - CONES, y por los Comités de Educación de las ESALs, entre otros.
- Dado el arraigo en el inconsciente colectivo de la desconfianza y el miedo por comprometerse en procesos colectivos, y que como consecuencia cada cual prefiere actuar por su cuenta, a sabiendas de que en equipo le podría ir mejor; se hace perentorio el proceso de sensibilizar para lograr sentimiento asociativo, como una actividad permanente, dada la resistencia y prevención para el trabajo colaborativo.

CÓNCLUSIONES

Si se logra dinamizar el sector agropecuario de un pueblo predominantemente agrario, como consecuencia se dinamizará la economía del mismo, lo que le da importancia estratégica.

En muchos pueblos se observa una lucha casi desesperada de los productores agrarios por sacar adelante su negocio, con muy poco apoyo del gobierno y enfrentados a fenómenos estructurales que no pueden resolver.

Las administraciones municipales despliegan gran cantidad de trabajo en apoyo al campesino, pero con frecuencia el enfoque es asistencialista, con poca sostenibilidad e impacto.

El negocio del campesino es de alta incertidumbre y riesgo, luego si se quiere que sea sostenible, es necesaria una acción estratégica y con alta inversión por el gobierno, respondiendo al dicho popular, que “a grandes problemas, grandes soluciones”.

RECOMENDACIONES

El campesino requiere garantía de compra y precio justo, factores que no los da el mercado, y que son posibles a través de ESALs lo suficientemente competitivas como para acceder a canales que permitan lograr un buen precio, por lo que se recomienda esta opción.

Otras formas asociativas recomendables para los productores, son las empresas Ancla, las Alianzas Productivas con empresas agroindustriales o comercializadoras nacionales o internacionales, entre otras, cuando hay facilidad de acceso por cercanía o tipo de producto.

BIBLIOGRAFÍA



- ACEVEDO, G, G (2011). Problemas de Asociatividad que limitan la comercialización agraria de los pequeños productores del oriente antioqueño. Trabajo de grado de MBA, U. de Medellín, pp.79.
- ACEVEDO, G.G. y PALACIO, M.J. (2016). Evaluación de factores que afectan la comercialización de agro-productos de pequeños y medianos productores del Oriente Antioqueño. Revista Journal of Agriculture and Animal Sciences. 5 (2): 62-70.
- ACEVEDO, G., (2017). Asociaciones de productores agrarios y comercialización de sus productos en el oriente antioqueño. Revista Journal of Agriculture and Animal Sciences, 6 (1): 74-83.
- ASAMBLEA DEPARTAMENTAL DE ANTIOQUIA. Ordenanza 068 de 2017, por medio de la cual se crea la Política Pública de Economía Social y Solidaria para el Departamento de Antioquia. Recuperado de: <http://www.asambleadeantioquia.gov.co/2016/index.php/ordenanzas/periodo-2016-2019/2017?start=50>. Fecha de consulta Noviembre 2016.
- JUANJOCESE, (2015). Cómo mejorar la economía y el empleo de tu pueblo [blog]. Recuperado de: <http://elmercadodelaincertidumbre.blogspot.com/2015/11/como-mejorar-la-economia-y-el-empleo-local.html>. Fecha de consulta Noviembre 2016. Fecha de consulta Noviembre de 2018.
- EL ECOLOGISTA TRANSGENICO, (2017). Agricultura, ciencia y medio ambiente. ¿Por qué se subvenciona la agricultura europea?[blog]. Recuperado de: <https://elecologistatransgenico.wordpress.com/2017/12/14/por-que-se-subvenciona-la-agricultura-europea/>. Fecha de consulta Noviembre de 2018.
- CIOLOS, D, (2014). Discurso en Universidad de Oxford. La PAC más allá de 2013. Desafíos y oportunidades para la agricultura europea. Miembro de la comisión europea, Responsable de agricultura y desarrollo rural. Recuperado de: https://www.ofc.org.uk/conferen-ce/2014/videos/politics_session/dacian_ciolos. Fecha de consulta Diciembre de 2014.
- DANE, (2015). Censo Nacional Agropecuario de Colombia. Recuperado de: www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/agropecuario. Fecha de consulta Octubre de 2018.
- PATIÑO, M.A., (2012). Cuento “Cómo funciona la economía”. Recuperado de: <https://www.comparativa-debanco.com/como-funciona-la-economia/>. Fecha de consulta Octubre de 2018.
- PNUD, (2011). Colombia Rural, Razones para la Esperanza. Informe Nacional de Desarrollo Humano 2011. Bogotá: INDH PNUD, septiembre. Recuperado de: http://www.undp.org/content/dam/colombia/docs/DesarrolloHumano/undp-co-ic_indh2011-parte1-2011.pdf. Fecha de consulta octubre de 2018.
- SARDI, EMILIO. PORTAFOLIO 20-08-2015. Subsidios al agro. Recuperado de: <https://www.portafolio.co/opinion/emilio-sardi/subsidios-agro-32426> Significado de la Economía. Recuperado de: <https://www.significados.com/economia/> Fecha de consulta Octubre de 2018.
-



EL RENDIMIENTO ACADÉMICO EN INSTITUCIONES UNIVERSITARIAS COLOMBIANAS

THE COLOMBIAN UNIVERSITY
INSTITUTIONS ACADEMIC PERFORMANCE

Róbinson Mira Sánchez ¹

¹ Especialista en Educación Mediada por TIC, Magister en Pedagogía y Desarrollo Humano. Director Centro de Pedagogía.
UNISARC.pedagogia@unisarc.edu.co

Fecha de recibido: Oct. 16 de 2018
Fecha de aceptación: Nov. 30 de 2018

RESUMEN

Este artículo, analiza el tema del desempeño académico por medio de las siguientes preguntas: ¿por qué es necesario precisar el concepto rendimiento académico?, ¿qué situaciones impactan el rendimiento académico de los estudiantes de una institución universitaria?, ¿cuáles indicadores se deben emplear para impactar positivamente el rendimiento académico?, ¿estrategias para implementar e impactar positivamente el problema del rendimiento académico?

Para lograr una aproximación comprensiva se empleará la metodología de análisis documental relacionada con los interrogantes ya expuestos. Estas reflexiones se plantean a partir la necesidad de un contexto educativo universitario, que desde sus inicios le ha apostado al sector agropecuario y rural.

Palabras claves: *Rendimiento académico, sector rural, alertas tempranas*

ABSTRACT

Keywords:

Academic performance, rural sector, early warning



This paper discusses the issue of academic performance through the following questions: why is it necessary to specify the concept of academic performance?, what situations impact the academic achievement of students of an institution do College?, what indicators should be used to positively impact academic achievement?, do strategies to implement and positively impact the problem of academic performance?

The documentary analysis related to the questions already exposed methodology will be used to achieve a comprehensive approach. These reflections arise from the need of a university educational

INTRODUCCIÓN

Si bien este artículo es de corte reflexivo enmarcado dentro de la expresión “Rendimiento Académico” no es una crítica a esta expresión, es un análisis conceptual del mismo. Pretende al final proponer una estrategia de solución a la problemática que configura teóricamente este significado. La educación no ha estado al margen de los sistemas económicos y productivos (Tunnerman, 2003; Morales *et al.*, 2016). En este sentido, el análisis y la discusión sería otro.

Este artículo pretende hacer un acercamiento comprensivo al problema del rendimiento académico que debe afrontar una institución universitaria en razón a que los estudiantes llegan con diferentes niveles de desempeño en sus competencias, incluso, con saberes previos muy diferenciados. Para ello es necesario revisar algunas definiciones al respecto, precisar la problemática, determinar algunos indicadores, entendiendo indicador como: “aquella señal que nos permite confrontar si los procesos que se están adelantando son efectivos y viables” (MEN), los cuales pueden servir como elementos claves de un sistema de información para realizar estudios de rendimiento académico, para proponer unas estrategias a implementar, producto de la información recopilada y analizada en este estudio.

De acuerdo a lo anterior, se implementa la metodología análisis documental. Este análisis permite comprender un poco más la problemática del rendimiento académico, el cual, no solo se queda como el significado de un dato numérico registrado en un sistema de información académica de una institución universitaria, sino que recoge e identifica otras dimensiones que soportan el desempeño

del estudiante, situación pertinente para comprender mejor qué hacer a la hora de buscar estrategias que mejoren el desempeño y eleven el indicador de valor agregado de cada estudiante evaluado por el Estado. (ICFES, 2016).

PRECISANDO EL CONCEPTO DE RENDIMIENTO ACADÉMICO

Algunos autores utilizan la expresión rendimiento académico, otros desempeño académico, al parecer, la diferencia obedece al enfoque que se le quiere dar al resultado del aprendizaje del estudiante (contenidos o competencias) producto de diferencias semánticas y hermenéuticas (Navarro, 2003). El debate sigue vigente: ¿la educación superior en Colombia debe ser por contenidos o por competencias?, o ¿cuál debería ser el debate?

En el año 1996 hubo en Colombia una comisión de sabios que analizó el problema de la educación y se propuso una agenda la cual hoy podemos decir, no se cumplió, o no se llevó a cabo por parte del Ministerio de Educación Nacional (MEN) ni por los gobiernos. En tal virtud es difícil precisar cuál debe ser el debate, pero lo cierto es que el desempeño académico sigue siendo una problemática para las instituciones universitarias. Un rendimiento que es evaluado por el MEN por medio de las pruebas de Estado (Saber TyT y Saber Pro).

En este sentido, la enciclopedia de Pedagogía define rendimiento académico de la siguiente forma:

Del latín *reddere* (restituir, pagar) el rendimiento es una relación entre lo obtenido y el esfuerzo empleado para obtenerlo. Es un nivel de éxito en el trabajo de aula. El problema se resolverá de forma científica cuando se encuentre la relación existente entre el trabajo realizado por el maestro y los alumnos, de un lado, y la educación (es decir, la perfección intelectual y moral lograda por éstos) de otro", "al estudiar científicamente el rendimiento, es básica la consideración de los factores que intervienen en él. Por lo menos en lo que a la instrucción se refiere, existe una teoría que considera que dicho rendimiento se debe predominantemente a la inteligencia; sin embargo, lo cierto es que ni si quiera en el aspecto intelectual del rendimiento, la inteligencia es el único factor", deben valorarse los factores ambientales como la familia, la sociedad y el ambiente escolar (El Tawab, 1997).

Por su parte, (Tourón, 1984). define rendimiento académico así:

(...) es el resultado del aprendizaje, suscitado por la intervención pedagógica del profesor producido en el alumno. No es el producto analítico de una única aptitud, sino más bien el resultado sintético de una suma (nunca bien conocida) de elementos que actúan en, y desde la persona que aprende, tales como factores institucionales, pedagógicos, psicosociales y sociodemográficos (Touron, 1984).

Para este análisis se toman ambas definiciones como sinónimas. Es prudente afirmar que el rendimiento académico no se reduce a un producto numérico en una asignatura o materia. Es un resultado de la conjugación de varios recursos tanto del estudiante como de la institución donde se está preparando técnica o profesionalmente. Es necesario precisarlo para que la problemática que subyace el rendimiento académico se identifique con mayor precisión.

PROBLEMÁTICA

Las instituciones de educación superior se encuentran expuestas permanentemente a la problemática del rendimiento académico, algunas incluso se lanzan a proponer e implementar acciones que permitan un mejor desempeño o rendimiento de sus estudiantes. Dichas estrategias empiezan cuando algunas instituciones fortalecen sus sistemas de información del estudiante y de toda su comunidad educativa (Montes y Lerner, 2011; Vásquez et al., 2012; Parra et al., 2012; Guzmán, 2012; Treviños, 2016; Elvira y Pujol, 2014; Valencia y Millan, 2014; López, 2014; Molina, 2015; Laguna, 2017; Ayala., 2018; Reynoso y Mendez, 2018; Burgos, 2018).

De acuerdo a lo observado en este análisis documental, cuando las instituciones educativas empiezan a capturar información y a realizar los correspondientes análisis, encuentran las siguientes características de los factores que inciden en el desempeño académico:

Complejidad de los contenidos de la asignatura, extensión del programa de la materia, cantidad de exámenes a rendir durante la materia, bajo nivel de conocimientos previos para cursar la asignatura, estado de ánimo previos y durante los exámenes, falta de seguimiento de la materia y concentración de esfuerzos en ciertas fechas, falta de dominio de técnicas de estudio, poca motivación para el estudio de la materia, baja autoexigencia y responsabilidad para estudiar, baja asistencia a clase, alto grado de complejidad en relación con la ejercitación práctica desarrollada en clase, formas de expresión de las preguntas de los exámenes, extensión del examen en relación con el tiempo asignado, tipo de corrección (resultado o proceso), modo de distribución del puntaje entre los ítems del examen, escasa profundización de los temas del programa en las clases, grado de claridad de las explicaciones en la clase, tipos de clase: expositivas, prácticas grupales, resolución de problemas, práctica de ejercicios, poca accesibilidad a repreguntar en clase para comprender contenidos, escasa comunicación docente-alumno, respeto-empatía (Vásquez *et al.*, 2012).

Las anteriores características no están menos ausentes en los estudiantes que proceden de la zona rural tal como lo describen ciertos estudios (Martínez *et al.*, 2016; Semana.-

com, 2013, Gobernación del Valle, 2011; Semana.com, 2017).

Existen además otras situaciones y factores que inciden en el rendimiento académico del estudiante en la educación superior: Desempeño en la educación media, autoexigencia, nivel de estudio de los padres, inteligencia, hábitos de estudio, comprensión lectora, capacidad analítica, becas, número de semestres cursados, nivel socioeconómico, adaptación al cambio, problemas personales, calidad de los profesores y de los equipos, ambiente estudiantil, el estudio del inglés (Guzmán, 2012).

Lo anterior permite comprender que el rendimiento académico es: “el resultado de la incidencia de varios factores los cuales se pueden agrupar por dimensiones” tal como lo plantean ciertos autores (Garbanzo, 2007; Guzmán, 2012; Ocaña, 2011; Artunduga, 2008).

De acuerdo a estos autores las dimensiones son: familiar y social, personal, institucional y pedagógica.

En la dimensión familiar y social están identificados los factores: diferencia social, entorno familiar, nivel educativo de los padres, clima educativo familiar, contexto socioeconómico, variables demográficas (Montero *et al.*, 2007).

En la dimensión personal se identifican los siguientes factores: Competencia cognitiva, rendimiento académico previo, capacidades y habilidades básicas, estilos cognitivos, motivación, condiciones cognitivas, autoconcepto académico, autoeficacia percibida, autoformación, responsabilidad hacia el aprendizaje, bienestar psicológico, satisfacción y abandono con respecto a los estudios, asistencia a clase, hábitos de estudio, inteligencia, aptitudes, sexo o género, formación académica previa, estado civil, experiencia laboral, financiación de estudios, planeación del futuro, habilidades sociales, grado de identidad profesional y autocrítica (Montero *et al.*, 2007).

En la dimensión institucional aparecen identificados los siguientes factores:

Políticas educativas, elección de los estudiantes, complejidad de los estudios, condiciones institucionales, servicios institucionales de apoyo, ambiente estudiantil, relación estudiante profesor, proceso de ingreso, número de asignaturas, extensión de los programas, coordinación de los programas entre las materias, recursos para la docencia, ratio profesor-alumno, horario de clases, número de clases prácticas, número de exámenes y trabajos, clima institucional académico (Montero, *et al.*, 2007).

En la dimensión pedagógica aparecen identificados los siguientes factores:

Exigencia, tipos de examen, adecuación de las pruebas, subjetividad de la corrección de las pruebas, información sobre los criterios de evaluación, estrategias de motivación, comunicación profesor-alumno, expectativas y actitudes del profesor, formación y experiencia del profesor, personalidad del profesor, proceso didáctico, acompañamiento pedagógico, tamaño del grupo, clima de clase (Montero, *et al.*, 2007).

La problemática del rendimiento académico presenta una alta complejidad a la hora de determinar con precisión cuáles pueden ser las causas del bajo rendimiento de un estudiante. Sin embargo, es necesario emplear los recursos tecnológicos disponibles para empezar a caracterizar y generar diagnósticos que permitan establecer estrategias institucionales que estén acordes con una realidad estudiantil e institucional.

INDICADORES DE RENDIMIENTO ACADÉMICO

Las instituciones de educación superior deben estar comprometidas con el buen desarrollo profesional y humano de sus estudiantes, en este sentido, deberán tratar de: “identificar ciertas variables e indicadores para poder contar con diagnósticos pertinentes y coherentes con la problemática que identifiquen: deserción, rezago estudiantil y eficiencia terminal” Guzmán (2012).

La deserción se comprende como: “el abandono de las asignaturas o la carrera en la que se ha inscrito el estudiante” (Tinto, 1987). El rezago estudiantil puede ser asimilado como: “el atraso o retraso de la inscripción de los estudiantes de las asignaturas con respecto a la secuencia establecida en los planes de estudio” (Altamira, 1997). La eficiencia terminal es: “la relación entre el número de alumnos que se inscriben por primera vez en una carrera profesional y los que logran finalizar su carrera sin interrupciones en los tiempos estipulados” (Camarena, 1985).

Complementario a lo anterior es importante medir algunas variables que permitan mejorar la comprensión de la problemática:

Edad alumno, estudios del padre, estudios de la madre, edad del padre, edad de la madre, nivel económico, promedio preparatoria, preparatoria de procedencia, becas, promedio al 3er. semestre, promedio al 5to. Semestre, materias reprobadas al 3er. semestre, materias reprobadas al 5to. Semestre, materias reprobadas al último semestre, toefl inicio, toefl final, semestres de más (Guzmán, 2012).

ANÁLISIS DE ESTRATEGIAS PARA MEJORAR EL RENDIMIENTO ACADÉMICO

El rendimiento académico para lograr mejores niveles de desempeño y de logros académicos debe pensar en tres aspectos: “la institución, la docencia y el estudiante” (Guzmán, 2012):

La Institución

El rendimiento académico está determinado por acciones institucionales de acuerdo a los recursos técnicos, pedagógicos, didácticos, modelo de enseñanza, aprendizaje, evaluación, ambiente estudiantil, servicios de apoyo, instalaciones y proceso de admisión que se implementen o se dispongan. Es importante iniciar con un diagnóstico que identifique las variables ya mencionadas:

Recursos técnicos: revisar la pertinencia, actualización y operatividad de los recursos técnicos empleados para el desarrollo de las clases. Recursos pedagógicos y didácticos: analizar las estrategias de enseñanza, aprendizaje, evaluación y los medios didácticos coherentes, pertinentes y actualizados. Modelo enseñanza-aprendizaje-evaluación. resignificar el o los modelos de enseñanza que más se emplean. Considerar los estilos y ritmos de aprendizaje de los estudiantes. Ambiente estudiantil: revisar el ambiente institucional. ¿Qué tan positivo es dicho ambiente para que el estudiante pueda demostrar sus habilidades, destrezas y competencias? Servicios institucionales de apoyo: analizar cuáles y de qué forma los servicios institucionales están contribuyendo al buen desempeño académico de los estudiantes. Instalaciones: revisar fortalezas y debilidades de las instalacio-

nes educativas de las instituciones. Proceso de admisión: analizar todo el proceso de admisión que lleva a cabo la institución para observar en qué parte del proceso mejorar las acciones que deben contribuir al fortalecimiento de los diferentes perfiles de estudiantes al ingresar a la institución (Garbanzo, 2007).

El Docente

De acuerdo a lo analizado, el segundo aspecto que influye en el rendimiento académico de los estudiantes es el docente. El docente es quien planea, organiza, dirige y evalúa los procesos de enseñanza y aprendizaje, los cuales contribuyen con un determinado nivel de desempeño del estudiante. Por tal razón las instituciones educativas realizan análisis de:

- 1) La enseñanza. Análisis del proceso de enseñanza que lleva a cabo el docente con respecto a: exigencia, tipos de exámenes, adecuación de pruebas, redacción y comprensión de preguntas, criterios de evaluación, difusión y mecanismos de comunicación con el grupo, competencias comunicativas, proceso didáctico, acompañamiento, clima de clase, participación de estudiantes.
- 2) El aprendizaje. Análisis de los estilos y ritmos de aprendizaje de los estudiantes.
- 3) La evaluación. Análisis del tipo de evaluación empleada, los momentos, el objetivo de la evaluación, los tipos de evaluación existentes, comprensión del proceso y el producto esperado en la clase, las expectativas tanto del docente como de los estudiantes, la incorporación de la autoevaluación y la coevaluación durante todo el desarrollo de la clase.

El Estudiante

El tercer aspecto a evaluar en un proceso de análisis del rendimiento académico institucional es el estudiante. Aparte de las dimensiones (familiar y social, personal, institucional y pedagógica) que influyen de manera integral en el desempeño académico del estudiante es importante en primera instancia, analizar hábitos de estudio y técnicas de estudio, responsabilidad, esfuerzo, autoexigencia, tutorías, monitorias, asistencia a clase:

- 1) Hábitos y técnicas de Estudio. Análisis de los hábitos de estudio para generar estrategias de mejoramiento.
- 2) Responsabilidad, esfuerzo y autoexigencia. Identificación, orientación y generación de estrategias que faciliten mejores niveles de responsabilidad, esfuerzo y autoexigencia en los estudiantes.

- 3) Tutorías. Resignificar la estrategia de las tutorías como mecanismo para acompañar y mejorar los niveles de aprendizaje.
- 4) Las monitorias. Análisis de la implementación o fortalecimiento de las monitorias por parte de los estudiantes que presenten mejores niveles de desempeño en los grupos.
- 5) Asistencia a clase. Resignificación de la importancia de la asistencia a clase y la revisión del proceso que debe garantizar esta estrategia por parte de los estudiantes.

Después de compilar en este estudio algunas características de dicha problemática por dimensiones, es prudente observar otros aspectos complementarios que permitan una “mejor comprensión de la problemática en cuestión” (Guzmán, 2012):

1. Resignificar el sistema de admisión.
2. Seguimiento al rendimiento académico teniendo en cuenta las escuelas de procedencia.
3. Plan de tutoría. Seguimiento a los estudiantes.
4. Capacitación Coaching y tutorío para los docentes.
5. Supervisión de becas.
6. Implementar el inglés
7. Talleres psicopedagógicos (habilidades de pensamiento, hábitos de estudio, organización de actividades, comprensión lectora).

PLAN ESTRATÉGICO

Para poder llevar a cabo lo anterior se propone poder construir y llevar a cabo un plan estratégico por programa académico que impacte positivamente el problema del rendimiento académico mediante las siguientes estrategias: Estrategia 1: Mejoramiento del desempeño estudiantil.

Estrategia 2: Fortalecimiento del sistema de evaluación.

Estrategia 3: Fortalecimiento del proceso de enseñanza docente.

Estrategia 4: Fortalecimiento del proceso de comunicación docente-estudiante.

Estrategia 5: Aprovechamiento del entorno sociocultural del estudiante en su rendimiento académico.

Estrategia 6: Fortalecimiento del proceso de admisión estudiantil.

Estrategia 7: Consolidación de un plan de capacitación docente.

En este sentido, este artículo reflexivo se atreve a proponer unas metas para consolidar un plan estratégico que impacte el desempeño académico de los estudiantes así:

Estrategia 1: Mejoramiento del desempeño estudiantil.

Reflexionar los niveles de complejidad de las asignaturas, evaluar la extensión del programa de la materia (actualiza-

ción curricular), revisar la cantidad y la calidad, comprendiendo el término calidad como: “aquella que forma mejores seres humanos, ciudadanos con valores éticos, respetuosos de lo público, que ejercen los derechos humanos, cumplen con sus deberes y conviven en paz. Una educación que genera oportunidades legítimas de progreso y prosperidad para ellos y para el país” (MEN). Es necesario expresar que los exámenes implementados determinen el nivel de saberes previos con los que llega el estudiante a la institución, reconocer la importancia de manejar los estados de ánimo previos y durante los exámenes, capacitar a los docentes en técnicas de estudio para los estudiantes e implementar un plan transversal, analizar el grado de complejidad de la clase versus el grado de ejercitación fuera de clase y su impacto en el desempeño en la evaluación, generar procesos formativos tendientes a elevar la autoexigencia y responsabilidad en los estudiantes, generar acciones para mejorar los niveles de asistencia de los estudiantes, revisar y evaluar la redacción de los exámenes y los diferentes tipos de preguntas que acerquen al estudiante con el tipo y formas de preguntas que realiza el ICFES en sus pruebas de Estado, fortalecer el sistema de información institucional que dé cuenta del tipo de estudiante que llega y se va preparando semestre a semestre en la institución.

Estrategia 2: Fortalecimiento del sistema de evaluación.

Analizar los informes de docentes, consejos de facultad o de programas y comités curriculares, reportes de los sistemas de información relacionados con los resultados académicos semestralmente, donde esta información constituya estudios y análisis que permitan generar acciones para fortalecer los sistemas de evaluación establecidos por la institución, triangular el sistema de evaluación establecido por la institución con el sistema implementado en el programa y más específicamente con el de cada docente, identificar las asignaturas con mayor mortalidad y determinar las causas pedagógicas, institucionales, personales y sociales del estudiante, identificar las asignaturas con mejor desempeño para determinar sus factores de éxito.

Estrategia 3: Fortalecimiento del proceso de enseñanza docente.

Identificar y monitorear los procesos de enseñanza de los docentes iniciando con una caracterización de las prácticas pedagógicas y didácticas que emplea cada docente, contrastando lo enseñado (lo realizado) sobre lo proyectado (lo explícito) en el plan de estudios. Generar proceso de coevaluación con los estudiantes sobre la metodología de estudio y los contenidos (competencias) establecidos en el plan de estudio por el programa. Realizar esta coevaluación después de haber avanzado más del 50% de la asignatura o materia.

Estrategia 4: Fortalecimiento del proceso de comunicación docente-estudiante.

Identificar el grado de deseo o necesidad de aprender por parte de los estudiantes, determinar qué está sucediendo en todo el proceso comunicativo entre el docente y el estudiante: transmisión de datos, exhibición de datos, procesamiento de los datos, intencionalidad del docente, intencionalidad del estudiante, voluntades: docente y estudiante, identificar los problemas técnicos en la transmisión de la información, identificar los significados transmitidos durante el proceso de comunicación, determinar el grado de acción de los estudiantes producto del proceso comunicativo, identificar el estilo de comunicación didáctica preponderante por programa, aprovechar los medios de comunicación disponibles como las redes sociales y los equipos móviles, generar protocolos de uso y de comunicación entre estudiantes y docentes de las redes sociales y de equipos móviles, retroalimentar permanentemente las actividades y evaluaciones llevada a cabo, utilizar portales o medios digitales para publicar notas (desempeños) donde el estudiante esté enterado permanentemente sobre su rendimiento académico.

Estrategia 5: Aprovechamiento del entorno sociocultural del estudiante en su rendimiento académico.

Identificar las siguientes variables: a) diferencia social, b) entorno familiar, c) nivel educativo de los padres, d) clima educativo familiar, e) contexto socioeconómico, f) variables demográficas, con el objeto de encontrar fortalezas y oportunidades sociales y culturales que mejoren el rendimiento académico.

Estrategia 6: Fortalecimiento del proceso de admisión estudiantil.

Identificar la procedencia de los estudiantes: edad, colegio, estrato social, nivel de desempeño en el ICFES, ciudad; diseñar e implementar pruebas objetivas psicotécnicas de ingreso no excluyentes para estudiantes que faciliten una caracterización de habilidades, destrezas, competencias previas al ingreso, que permita generar estrategias de mejoramiento del rendimiento académico desde la educación secundaria con base en los resultados de la caracterización, por medio de acuerdos y convenios interinstitucionales.

Estrategia 7: Consolidación de un plan de capacitación docente.

Generar un plan de capacitación docente partiendo de los resultados de los siguientes objetivos de estudio: analizar el desempeño de los estudiantes en la institución y en las pruebas de Estado, identificar los hábitos de estudio de los estudiantes, reconocer la importancia de la motivación intrínseca y extrínseca de los estudiantes en el desempeño académico, mejorar los niveles de autoexigencia y responsabilidad en los estudiantes, identificar los estilos y ritmos de aprendizaje de los estudiantes, evaluar el proceso de enseñanza, aprendizaje, evaluación y comunicación, entre el docente y el estudiante, resignificar el proceso de admisión por medio de recomendaciones para la formulación de la prueba psicotécnica no excluyente de ingreso a la institución, generar acuerdos y convenios interinstitucionales que permitan elevar los niveles de desempeño académico de los estudiantes desde su formación básica y media.

CONCLUSIONES

El rendimiento académico puede ser interpretado como una problemática compleja conformada por varias categorías o variables de análisis. Este análisis puede servir para iniciar o sustentar la necesidad de comprender un poco más la problemática en cuestión, la cual se puede desarrollar en los consejos de facultad o de programas, en los cuales se puedan dar los debates sobre qué está pasando con los bajos, regulares y buenos desempeños de los estudiantes, para que desde allí se formulen nuevos diagnósticos y nuevas estrategias producto de dichos análisis que configuren o actualicen los sistemas de alertas tempranas en cada institución y por ende de cada programa.

Es claro que la comunidad educativa puede comprender y asimilar con mayor amplitud que los estudiantes llegan permanentemente con nuevos y distintos hábitos de estudio, lo cual hace más compleja la situación del rendimiento académico. Estos hábitos van de la mano de sus motivaciones intrínsecas o extrínsecas, su formación y su entorno, lo cual influye en todo el comportamiento y el desempeño del estudiante. Es clave que las instituciones trabajen en este sentido, es decir, que identifiquen permanentemente la dimensión personal y psicológica del estudiante. Con esta información, los consejos de facultad y los comités curriculares pueden realizar los respectivos análisis, las respectivas actualizaciones curriculares y las pertinentes adecuaciones curriculares, que conduzcan a elevar el desempeño del estudiante en sus competencias genéricas y específicas.

Este artículo permite concluir que el rendimiento académico no es solo cuestión del estudiante. Es un “ecosistema” académico que se configura cuando el joven ingresa a la universidad. Es importante tener presente que la educación en Colombia es un derecho el cual se lleva a cabo por medio de un servicio que prestan tanto las universidades públicas como las privadas. Al ser un derecho tiene una connotación especial: la educación tiene un encargo social, el cual, en otras palabras, debe permitir el crecimiento personal, social, humano y profesional del estudiante y del futuro ciudadano de esta sociedad. Es por ello que las instituciones universitarias están llamadas a consolidar sus sistemas de información, donde dichos sistemas presten atención a los indicadores de rendimiento académico y otras problemáticas conexas.

Sin embargo, el problema no se impacta con la sola resignificación e identificación de los elementos de un sistema de información que pretenda determinar detalladamente el bajo, regular o alto rendimiento académico de los estudiantes. Es necesario configurar un plan estratégico que cada institución imple-

mente de acuerdo a la particularidad de su problemática. Este estudio permite inferir que varias instituciones educativas, incluso, universitarias, coinciden, en una gran proporción, en los factores que afectan el rendimiento académico.

En este sentido, se proponen unas metas a alcanzar coherentes con las características más frecuentes de la problemática rendimiento académico, encontradas en este estudio documental, empero, no significa que este sea un listado de estrategias únicas o estándares para todas las instituciones, este sirve de punto de partida, el cual puede ser ajustado a la problemática de cada institución, donde se desplieguen acciones, indicadores, recursos y tiempos de acuerdo a su proceso administrativo, académico, administrativo y de comunitaria.

Este artículo reflexivo invita a resignificar el concepto de rendimiento académico y demuestra la relevancia de la problemática académica que deben afrontar las instituciones universitarias, principalmente, cuando están siendo evaluadas por medio de las pruebas de Estado (Congreso de la República de Colombia, 2009), las cuales en términos generales, de acuerdo al último informe, se puede inferir que no son muy positivos los resultados a nivel de país, puesto que el puntaje promedio global es de 150 de 300 puntos posibles (ICFES, 2017).

Esta situación ofrece la posibilidad de motivar el reto en las instituciones universitarias de responder la siguiente pregunta: ¿qué está pasando con el rendimiento de los estudiantes? Este ejercicio reflexivo puede servir de inicio para emprender estudios y análisis de mayor profundidad y comprensión. Además, resalta la necesidad de tener en cuenta que los estudiantes de las zonas rurales presentan características de aprendizaje diferentes a las características de los estudiantes de la zona urbana. El sector agropecuario y rural de Colombia debe ser analizado y tratado con especial atención, sobre todo, desde lo educativo, puesto que sus procesos de aprendizaje deben prestar mayor atención en la identificación de sus saberes previos, los cuales, según resultados científicos y empíricos distan bastante del ideal y de los estándares medidos por el Ministerio de Educación Nacional. Es importante reconocer dicha situación para lograr una mayor efectividad en el diseño de rutas de aprendizaje que puede desarrollar el estudiante de origen rural, incluso, urbano, donde se pretenda en el estudiante la adquisición de competencias tanto tecnológicas como profesionales (genéricas y específicas), bajo la orientación y responsabilidad en cualquier institución universitaria de Colombia.

BIBLIOGRAFÍA

- ARTUNDUAGA, M. M. (2008). Variables que influyen en el rendimiento académico en la Universidad. Universidad Complutense de Madrid. Madrid: Depto MIDE (Métodos de Investigación y Diagnóstico en Educación). pp 1-17.
- AYALA, A. (2018). Estrategias didácticas e inteligencias en la formación de los estudiantes de la facultad de ingeniería civil de la escuela militar de cadetes "general José María Córdova". Universidad Militar Nueva Granada. Recuperado de: <<https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/17507/AyalaHurtadoAnaMaryely2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Fecha de consulta Agosto 2018.
- BURGOS, Y. (2018). Comprensiones narrativas de los factores asociados al desempeño académico en estudiantes de Boyacá, Colombia. *Revista Diversitas - Perspectivas En Psicología*. 14(1): 137-148.
- CAMARENA, R. M. (1985). Reflexiones en torno al rendimiento escolar y a la eficiencia terminal. *México: Revista de la Educación Superior*. 14 (1): 34-63.
- CONGRESO DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA. (2009). Ley 1324. Bogotá. Recuperado de:<https://www.mineducacion.gov.co/1621/article-210697.html>. Fecha de consulta Agosto de 2018.
- EL TAWAB. (1997). *Enciclopedia de Pedagogía/Psicología*. Barcelona: Ediciones Trébol. pp 183.
- ELVIRA, M., y PUJOL, L (2014). Variables cognitivas e ingreso universitario: predictores del rendimiento académico. *Universitas Psychologica*, 13 (4): 1557-1567.
- LAGUNA, N. (2017). La autoestima como factor influyente en el rendimiento académico Universidad del Tolima. Facultad de Educación. Tesis Magister en Educación. pp 143.
- GARBANZO, V. G. (2007). Factores asociados al rendimiento académico en estudiantes universitarios, una reflexión desde la calidad de la educación superior pública. *Revista Educación*, 31 (1): 43-63.
- GOBERNACIÓN DEL VALLE. (2011). Plan Decenal de Educación Rural. Recuperado de:<https://www.mineducacion.gov.co/1759/w3-article-363197.html>. Fecha de consulta Octubre de 2018.
- GUZMÁN, M. (2012). Modelos predictivos y explicativos del rendimiento académico universitario: caso de una institución privada de México. Tesis doctoral. universidad Complutense de Madrid. Facultad de Educación, Madrid, España. pp 516.
- ICFES, (2016). Valor Agregado. Recuperado de: <http://www2.icfes.gov.co/investigadores-y-estudiantes-posgrado/valor-agregado-aporte-relativo/item/2002>. Fecha de consulta Agosto de 2018.
- ICFES, (2017). Informe nacional resultados. Exámen Saber Pro 2016. Bogotá. Recuperado de:<file:///C:/Documents%20and%20Settings/John%20Harold%20Casta%3B1o/Mis%20documentos/Downloads/informe%20nacional%20de%20resultados%20saber%20pro%202016-2017.pdf>. Fecha de consulta Octubre de 2018.
- LAGUNA, N. (2017). La autoestima como factor influyente en el rendimiento académico Universidad del Tolima. Facultad de Educación. Tesis Magister en Educación. pp 143.
- LÓPEZ, D. (2014). Estrategias para superar el bajo rendimiento en el estudiante superior del primer año. Recuperado de:https://my.laureate.net/Faculty/webinars/Documents/Freshmen2014/Mayo2014_EstrategiasParaSuperar.pdf. Fecha de consulta Septiembre de 2018.
- MARTÍNEZ, S; PERTUZ, M., y RAMÍREZ, J, (2016). La situación de la educación rural en Colombia, los desafíos del posconflicto y la transformación del campo. Recuperado de: <http://asomecosafro.com.co/la-situacion-de-la-educacion-rural-en-colombia-los-desafios-del-posconflicto-y-la-transformacion-del-campo/>. Fecha de consulta Agosto del 2018.
- MEN. (s.f.). Glosario. Recuperado de: <https://www.mineducacion.gov.co/1759/w3-propertyvalue-55247.html> Fecha de consulta Julio de 2018.
- MOLINA, M. (2015) Soluciones a las causas que atentan contra el rendimiento académico en segundo año de Licenciatura en Enfermería. *Electrónica*. 37(6): 43-63.

-
- MONTAÑO, O. (2015). Factores que inciden en la deserción estudiantil en el programa académico tecnología en gestión portuaria de la Universidad del Valle sede pacífico en el periodo 2009-2014. Recuperado de: <http://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/10893/10794/1/0552853.pdf>. Fecha de consulta Agosto 2019.
- MONTES, I., y LERNER, J. (2011). Rendimiento académico de los estudiantes de pregrado de la Universidad EAFIT. Cuadernos de Investigación. Universidad EAFIT. Medellín. ISBN 1692-0694.
- MORALES, L., MORALES, V., y HOLGUÍN, S. (2016). Rendimiento Escolar. Recuperado de: http://revistaelectronica-ipn.org/Contenido/16/HUMANIDADES_16_000382.pdf. Fecha de consulta Junio de 2018.
- NAVARRO, R. (2003). El rendimiento académico, concepto, investigación y desarrollo. Revista Electrónica Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación, 1(2).
- OCAÑA, F. Y. (2011). Variables académicas que influyen en el rendimiento académico de los estudiantes universitarios. Investigación Educativa. 15(27): 165-179.
- PARRA, C., MEJÍA, L., VALENCIA, A., CASTAÑEDA, E., RESTREPO, G., USUGA, O., y MENDOZA, R. (2012). Rendimiento académico de los estudiantes de primer semestre de pregrado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Antioquia. Revista Ingeniería y Sociedad. Universidad de Antioquia. 06: 1-10.
- PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA. CONSEJERÍA PARA EL DESARROLLO INSTITUCIONAL. COLCIENCIAS.(1996). Colombia al filo de la oportunidad. recuperado de:http://www.plandecenal.edu.co/cms/media/herramientas/colombia_al_filo_de_la_oportunidad.pdf. Fecha de consulta Octubre de 2018.
- REYNOSO, O. y MENDEZ, T. (2018). ¿Es posible predecir el rendimiento académico? La regulación de la conducta como un indicador del rendimiento académico en estudiantes de educación superior. Diálogos sobre educación.HYPERLINK "http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=s-ci_serial&pid=2007-2171&lng=es&nrm=iso" Temas actuales en investigación educativa. 9(16): 1-19.
- SEMANA.COM. (2013). Vergüenza: Colombia entre los peores en educación. Recuperado de <https://www.semana.com/nacion/articulo/colombia-entre-ultimos-puestos-prueba-pisa/366961-3>. Fecha de consulta Julio de 2018.
- SEMANA.COM. (2017). Preocupantes cifras de acceso a la educación en zonas rurales del país. Recuperado de: <https://www.semana.com/educacion/articulo/educacion-ru-cifras-de-educacion-rural/519970>. Fecha de consulta Septiembre de 2018.
- TOURON, J. (1984). Factores del rendimiento académico en la universidad. Navarra: Ediciones Universidad de Navarra S.A. Recuperado de:<https://dadun.unav.edu/bitstream/10171/18777/1/ESTUDIO%20DE%20ALGUNOS%20FACTORES%20RELACIONADOS%20CON%20EL%20RENDIMIENTO.pdf>. Fecha de consulta Mayo de 2018.
- TREVIÑOS, N. (2016). Estrategias de aprendizaje y rendimiento académico en estudiantes universitarios de Huancayo. Huncayo. Tesis de maestría, Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo, Peru. pp 149.
- TUNNERMANN, C. (2003). La universidad latinoamericana ante los retos del siglo XX. Recuperado de: <https://www.enriquebolanos.org/libro/La-universidad-latinoamericana-ante-los-retos-del-siglo-XXI-Carlos-T%C3%BCnnermann-Bernheim>. Fecha de consulta Agosto de 2018.
- VALENCIA, H., y MILLAN, D. (2014). Estrategias para el acceso, la permanencia y la graduación estudiantil, a partir del diagnóstico y nivelación de la ciencias básicas. Recuperado de: http://www.alfaguia.org/www-alfa/images/PonenciasClabes/4/ponencia_183.pdf. Fecha de consulta Marzo de 2018.
- VÁSQUEZ, C., CAVALLO, M., APARICIO, S., MUÑOZ, B., ROBSON, C., RUIZ, L., y ESCOBAR, M. E.. (2012). Factores de impacto en el rendimiento académico universitario. Un estudio a partir de las percepciones de los estudiantes. Universidad de Rosario. Recuperado de:https://www.fcecon.unr.edu.ar/web-nueva/sites/default/files/u16/Decimocuartas/vazquez_c_factores_de_impacto_en_el_rendimiento_academico.pdf. Fecha de consulta Septiembre de 2017.
-

INSTRUCCIONES PARA LOS AUTORES

DE LOS ARTÍCULOS DE LA REVISTA

DE INVESTIGACIONES DE UNISARC

La Revista de Investigaciones de UNISARC, es una publicación científica especializada en temas del sector agropecuario, en áreas de agronomía, zootecnia, medicina veterinaria, ecoturismo, administración de empresas agropecuarias, desarrollo rural, agroecología, biología, ecología, agroindustria, tecnologías de la información y la comunicación entre otros. Los artículos publicados en la Revista de Investigaciones de UNISARC son de responsabilidad única y exclusiva del (los) autor (es) y no expresan necesariamente el pensamiento de la revista. Así mismo, se permite la reproducción parcial o total de los documentos que se publican en la misma, siempre y cuando se cite la referencia bibliográfica.

Los artículos puestos a consideración del Comité Editorial de la Revista Investigaciones UNISARC deben ser inéditos, es decir, que no hayan sido publicados en otras revistas o publicaciones técnico-científicas.

Los trabajos deben ser remitidos en versión electrónica a la dirección: investigaciones@unisarc.edu.co con el asunto “manuscrito para revista”; el autor de correspondencia del artículo debe diligenciar, firmar y enviar los siguientes documentos:

- a. Artículo en texto completo.
- b. Formato para someter manuscritos a la revista Investigaciones de Unisarc

Nota: Durante todo el proceso de recepción y edición, la comunicación se realizará a través de un único autor, identificado como el autor de correspondencia.

La Revista Investigaciones UNISARC, acepta artículos originales de los siguientes tipos:

- 1) **Artículo de investigación científica y tecnológica.** Documento que presenta los resultados originales de proyectos de investigación. La extensión del artículo de investigación no debe exceder las 5.200 palabras. Deben presentar: título, autores, resumen, palabras clave, abstract, key words, introducción, materiales y métodos, resultados y discusión, conclusiones, agradecimientos y bibliografía (mínimo 20 textos físicos o virtuales que hayan sido citadas en el cuerpo del artículo)
- 2) **Artículo de reflexión.** Documento que presenta resultados de investigación desde una perspectiva analítica, interpretativa o crítica del autor, sobre un tema específico, recurriendo a fuentes originales. Los artículos de reflexión tienen un límite de 6.500 palabras. Debe contener: título, autores, resumen, palabras clave, abstract, key words, introducción, intertítulos (subtítulos), conclusiones, agradecimientos y bibliografía (mínimo 20 textos físicos o virtuales que hayan sido citadas en el cuerpo del artículo).
- 3) **Artículo de revisión.** Documento resultado de una investigación terminada donde se analizan, sistematizan e integran los resultados de investigaciones publicadas o no publicadas, sobre un campo en ciencia o tecnología, con el fin de dar cuenta de los avances y las tendencias de desarrollo. Los artículos de revisión tienen un límite de 6.500 palabras. Deben contener: título, autores, resumen, palabras clave, abstract, key words, introducción, intertítulos (subtítulos), conclusiones, agradecimientos y bibliografía (mínimo 50 textos físicos o virtuales que hayan sido citadas en el cuerpo del artículo).
- 4) **Artículo corto.** Documento breve que presenta resultados originales preliminares o parciales de una investigación científica o tecnológica, que por lo general requieren de una pronta difusión. Los artículos cortos tienen un límite de 3.500 palabras. Deben presentar: título, autores, resumen, palabras clave,

abstract, key words, introducción, materiales y métodos, resultados y discusión, conclusiones, agradecimientos y bibliografía (mínimo 20 textos físicos o virtuales que hayan sido citadas en el cuerpo del artículo).

- 5) **Reporte de caso.** Documento que presenta los resultados de un estudio sobre una situación particular con el fin de dar a conocer las experiencias técnicas y metodológicas consideradas en un caso específico. Incluye una revisión sistemática comentada de la literatura sobre casos análogos. Los reportes de caso tienen un límite de 3.000 palabras. Deben contener: título, autores, resumen, palabras clave, abstract, key words, introducción, intertítulos (subtítulos), conclusiones, agradecimientos y bibliografía (mínimo 20 textos físicos o virtuales que hayan sido citadas en el cuerpo del artículo).
- 6) **Cartas al editor.** Posiciones críticas, analíticas o interpretativas sobre los documentos publicados en la revista, que a juicio del Comité editorial constituyen un aporte importante a la discusión del tema por parte de la comunidad científica de referencia.
- 7) **Revisiones de Tema.** Documento sobre la revisión crítica de un tema particular. Los artículos de tema tienen un límite de 6.500 palabras. Deben contener: título, autores, resumen, palabras clave, abstract, key words, introducción, intertítulos (subtítulos), conclusiones, agradecimientos y bibliografía (mínimo 20 textos físicos o virtuales que hayan sido citadas en el cuerpo del artículo).

Lineamientos generales

El material debe ser entregado en formato word, letra Times New Roman, tamaño 12, a espacio 1.5, tamaño carta con márgenes 3x3x3x3. Si la presentación de los artículos no se ajustan a las normas y pautas establecidas por el Comité Editorial, serán devueltos antes de ser considerados para evaluación.

Normas de estilo

Redactar en voz activa (Se establecieron dos metodologías, y no: Dos metodologías fueron establecidas); en impersonal, es decir, tercera persona del singular (Se encontró, y no: encontré o encontramos).

En cuanto a los tiempos verbales, el uso común es el pasado para la introducción, procedimientos y resultados; el presente para la discusión.

Tablas y figuras

Las tablas y figuras deben presentarse con numeración independiente. Las tablas se deben titular y numerar consecutivamente en la parte superior, con mayúscula inicial solo en la palabra Tabla y la primera letra del título, excepto los nombres propios, igual que en las figuras. Las figuras se deben titular y numerar en la parte inferior de las mismas. Las tablas, las figuras y las fotografías deben ser originales del (los) autor (es), sus nombres deben ser descriptivos para que sea entendido por sí mismo. Si son modificaciones o reproducciones de otro artículo, es necesario acompañar el permiso del editor correspondiente. Al referirse a ellas dentro del texto se nombran en minúscula y con su respectivo número, tabla 1, etc. (no usar las palabras anterior o siguiente).

Las tablas deben ser elaborados en el procesador de palabra MS-Word®, letra Times New Roman, 12 puntos, interlineado de 1.5. Además, las tablas y los diagramas deben suministrarse en su formato original de MS-Excel® o en el programa de origen. Otras figuras, como fotografías y dibujos, se deben enviar en el formato digital de compresión JPG (o JPEG) preferiblemente con una resolución mínima de 300 dpi; en blanco y negro. Excepcionalmente se incluirá color en las que se utilicen para la carátula de la revista a juicio del editor o por solicitud expresa de los autores siempre y cuando el sobre costo sea asumido por ellos mismos.

Idiomas, unidades, abreviaturas y estilo

La revista recibe manuscritos en español e inglés. Debe utilizarse el Sistema Métrico Decimal (SI), además de las unidades específicas de mayor uso por parte de la comunidad científica. El significado de las abreviaturas debe citarse por extenso cuando se mencionan por primera vez en el manuscrito. El texto debe ser redactado en voz activa.

Título

En mayúscula y negrilla. El título no debe exceder las 15 palabras y cuando el idioma del artículo es español debe ser acompañado por su respectiva

traducción al inglés y viceversa. Cuando éste incluya nombres científicos de plantas o animales, éstos se deben escribir con letra cursiva (itálica) y en minúsculas, a excepción de la primera letra del género. Cuando sea necesario, indicar la entidad que financió la investigación con una cita al pie de página

Autores

Debajo de la traducción del título al segundo idioma, en una línea horizontal, y ordenados de acuerdo con su contribución a la investigación y/o preparación del artículo, se escribe el nombre y primer apellido de cada uno de los autores con un hiperíndice en número; los autores van separados por comas y el último autor con la conjunción “y”. Debajo de los nombres se identifica el hiperíndice con el nombre de la institución al cual pertenece el autor, cargo y el e-mail de contacto.

Debajo de esta información se coloca la fecha de recibido y fecha de aceptación del artículo.

Resumen y palabras clave

El resumen y las palabras clave deben escribirse en español y en inglés. El resumen debe ser un único párrafo, en el cual se describe en forma breve los objetivos, la metodología, los resultados relevantes y las conclusiones. Debe tener una extensión máxima de 250 palabras y un máximo de seis palabras clave no usadas en el título y contenidas en tesauros aprobados por la comunidad científica. El abstract y las key words son la traducción y las palabras clave en inglés del resumen

Introducción

Texto que debe contener antecedentes, estado de los conocimientos que originaron la investigación, problema, justificación y objetivos de la investigación. Es obligatorio acompañar los nombres vulgares con sus correspondientes nombres científicos, la primera vez que se mencione un nombre científico utilizar el binomial con el clasificador. Ej.: *Coffea arabica*; de ahí en adelante sólo se escribe la inicial del género y la especie: *C. arabica*.

Materiales y métodos

En esta sección se describen de forma clara, concisa y secuencial, los materiales utilizados en el desarrollo del trabajo, además de los procedimientos o protocolos seguidos, y el diseño escogido para el tratamiento estadístico de los datos. No entrar en detalle cuando se trate de métodos

estandarizados de investigación. Si un método estándar ya publicado no ha sido modificado, describir la naturaleza de los cambios. Si usa ecuaciones, éstas deben tener un consecutivo y se debe definir su procedencia.

Resultados y discusión

Los resultados deben presentarse de manera lógica, objetiva y secuencial, mediante textos, tablas y figuras. Estos dos últimos apoyos deben ser de fácil lectura y autoexplicativos, deben citarse siempre en el texto. Las figuras serán bidimensionales y en blanco y negro. Las tablas se deben elaborar con pocas filas y columnas. La discusión de resultados debe ser completa y exhaustiva, contrastando los resultados obtenidos con la literatura más actual sobre el tema. En esta sección se relacionan los hallazgos más concluyentes de la investigación. Los resultados se evalúan en relación con los objetivos propuestos.

Agradecimientos

Mencionar a las personas o instituciones que con sus aportes colaboraron a guiar y/o a desarrollar la investigación indicando la contribución realizada.

Citas Bibliográficas

Para las citas bibliográficas que sustentan las afirmaciones dentro del texto se utilizará consistentemente el sistema (primer apellido del autor, año). Cuando la publicación citada tenga dos autores se separan por la conjunción “y”; cuando son tres o más autores, se debe mencionar el apellido del primer autor acompañado de la expresión latina *et al.* equivalente a ‘y otros’, en cursivas, y separada del año por una coma: (García *et al.*, 2015).

Referencias bibliográficas

La lista completa de la literatura citada en el texto se debe incluir al final del artículo, ordenada alfabéticamente según los apellidos de los autores y deben ir en mayúsculas. Cuando se citan varias publicaciones con el mismo primer autor, estas deben listarse en orden cronológico. Si corresponden al mismo año, se deben diferenciar con letras minúsculas: 2013a, 2013b, etc. Sólo se deben citar fuentes originales.

- **Primer apellido completo** en mayúscula seguido de coma y la primera letra del nombre (s), separados por punto, seguido de coma y entre paréntesis el año.
- **Si son varios autores** deben ir separados por punto y coma, utilizando en el último el conector “y”.

Referencias bibliográficas por tipología .

- **Para libros:** autor(es). (Año). Título del libro. Lugar: Editorial pp. # (número de paginas)

Ejemplos:

GUTIERREZ, H.J. (2018). Análisis y diseño de experimentos. Mc Graw Hill. Mexico. pp 255

AUTOR, A.A. (2018). Título del trabajo. Recuperado de <http://www.xxxxxxxx>. Fecha de consulta (mes y año)

Autor, A.A., (2015). Título del trabajo. doi: xxxxx, fecha de consulta (Mes y año)

- **Para capítulos de libros:** autor(es). (Año). Título del capítulo. pp. #.#. En: AUTOR, A:A, título del libro. Lugar. Editoria. pp #.

Ejemplos:

GUTIERREZ, H.J. Diseño de bloques. pp 100-120. En JIMENEZ, A.A. (2018). Análisis y diseño de experimentos. México: Mac Graw Hill. pp 546.

AUTOR, A.A. y AUTOR, B.B. (2018). Título del capítulo del libro. En A. Editor & B. Editor (Eds.), Título del libro (pp. xxx – xxx). Recuperado de <http://www.xxxxxxxx>. Fecha de consulta (nes y año)

AUTOR, A.A. y AUTOR, B.B. (2017). Título del capítulo del libro. En A. Editor, B. Editor & C. Editor (Eds.), Título del libro (pp. xxx – xxx). doi: xxxxxxxx. Fecha de consulta (mes y año)

- **Para tesis doctorales, maestrías y trabajos de grado:** autor(es). (Año). Título del documento (tipo de trabajo “doctoral, maestría). Nombre de la institución, Lugar. pp (# de paginas)

Ejemplos:

AUTOR, A.A. (2018). Título del documento (Tesis doctoral). Nombre de la Institución, Lugar. pp (# de paginas)

AUTOR, A.A. (2018). Título del trabajo (Tesis de maestría, institución, lugar). Recuperada de <http://www.xxxxxxxx>. Fecha de consulta (mes y año)

AUTOR, A.A. (2018). Título del trabajo (Tesis doctoral). Recuperada en nombre base de datos

Artículos de revista: autor(es). (mes, año). Título del artículo. Título de la revista, volumen (número), páginas

Ejemplos

AUTOR, A.A. y Autor, B.B. (2008). Título artículo, Título de la revista, 39(5): 26-29

Lista de comprobación de preparación de envíos

Como parte del proceso de envío, se les requiere a los autores que indiquen que su envío cumpla con todos los siguientes elementos, y que acepten que envíos que no cumplan con estas indicaciones pueden ser devueltos al autor.

1. El envío no ha sido publicado previamente ni se ha enviado previamente a otra revista (o se ha proporcionado una explicación en Comentarios al / a la Editor).
2. El archivo enviado está en formato Microsoft Word, RTF, o WordPerfect.
3. El texto tiene interlineado 1.5; el tamaño de fuente es 12 puntos; se usa cursiva en vez de subrayado; y todas las ilustraciones, figuras y tablas están dentro del texto en el sitio que les corresponde y no al final del todo.
4. El texto cumple con los requisitos bibliográficos y de estilo indicados en las Normas Para autores de la revista.

Proceso de Arbitraje

Los manuscritos son revisados primero por el Comité Editorial en dos aspectos fundamentales: relevancia y forma.

Relevancia: aporte que hace el artículo al desarrollo del conocimiento y manera como cumple con los lineamientos dados por el Comité Editorial acerca del tipo de artículos que se pueden incluir en el boletín.

Forma: manera como está escrito y redactado el artículo y cumplimiento de las condiciones establecidas para un artículo científico. Es necesario que los trabajos que se remitan a la Revista se presenten en la forma más pulida posible, reflejando la categoría científica y académica de sus autores. Trabajos que no sigan las normas de presentación se devolverán sin pasar por el proceso de evaluación. Después de la revisión del Comité Editorial el artículo es enviado a evaluadores anónimos que tienen la tarea de decidir acerca de la calidad científica que amerite su publicación. Los evaluadores conceptúan acerca del artículo teniendo en cuenta cuatro criterios que son evaluados en escala de cero a cinco:

Calidad (complejidad, tratamiento metodológico, presentación y resultados);

Aporte y pertinencia (innovación y originalidad).

Desarrollo de la temática con respecto al estado del arte del tema y Bibliografía. (actualizada y pertinente para los propósitos del trabajo). Una vez tomada una decisión se promedian los cuatro criterios y sugiere los ajustes que considere necesarios para la publicación del artículo o, en su defecto, recomienda no publicar el artículo.

Recibido el concepto de los evaluadores el Comité Editorial establece contacto con el autor de contacto para solicitarle la realización de los ajustes recomendados. Ajustado el artículo se procede a su publicación. La velocidad de publicación de un trabajo estará en relación directa con la facilidad que implique tenerlo listo para imprenta y no con el orden de entrega.

COMITÉ EDITORIAL – REVISTA INVESTIGACIONES UNISARC

investigaciones@unisarc.edu.co

Diseño y diagramación Leidy Julieth Gaviria H.

PROGRAMAS PROFESIONALES

ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS AGROPECUARIAS

Snies 521016 (Programa de 10 semestres) Resolución 202 - Vigencia 15-01-2020

ADMINISTRACIÓN TURÍSTICA Y DEL PATRIMONIO

Snies 52105 (Programa de 10 semestres) Resolución 5962 - Vigencia 20-05-2020

BIOLOGÍA (Con énfasis en Biotecnología o Biología de la conservación)

Snies 53586 (Programa de 9 semestres) Resolución 10885 - Vigencia 01-06-2023

INGENIERÍA AGRONÓMICA

Snies 103228 (Programa de 10 semestres) Resolución 5485 - Vigencia 14-04-2021

INGENIERÍA DE SISTEMAS

Snies 55014 (Programa de 10 semestres) Resolución 16900 - Vigencia 22-08-2023

MEDICINA VETERINARIA

Snies 102841 (Programa de 10 semestres) Resolución 13882 - Vigencia 08-10-2020

PROFESIONAL EN AGROINDUSTRIA

Snies 102882 (Programa de 10 semestres) Resolución 16109 - Vigencia 14-11-2020

ZOOTECNIA

Snies 4465 (Programa de 10 semestres) Resolución 17673 - Vigencia 06-12-2020

PROGRAMAS TECNOLÓGICOS

AGROINDUSTRIA

Snies 15810 (Programa de 6 semestres) Resolución 13884 - Vigencia 08-10-2020

ADMINISTRACIÓN TURÍSTICA Y DEL PATRIMONIO

Snies 102210 (Programa de 6 semestres) Resolución 201 - Vigencia 15-01-2020

DESARROLLO DE SISTEMAS INFORMÁTICOS

Snies 104837 (Programa de 6 semestres) Resolución 12712 - Vigencia 19-08-2022

GESTIÓN AGROPECUARIA

Snies 2028 (Programa de 6 semestres) Resolución 2559 - Vigencia 14-03-2020

PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

Snies 2568 (Programa de 6 semestres) Resolución 13883 - Vigencia 08-10-2020

PRODUCCIÓN ANIMAL

Snies 2026 (Programa de 6 semestres) Resolución 17714 - Vigencia 06-12-2020

POSGRADOS ESPECIALIZACIONES

AGROECOLOGÍA TROPICAL ANDINA

Snies 4692 (Programa de 4 periodos académicos) Resolución 17672 - Vigencia 06-12-2020

CONTROL BIOLÓGICO

Snies 17677 (Programa de 4 periodos académicos) Resolución 17648 - Vigencia 06-12-2020

GESTIÓN Y PRODUCCIÓN ACUÍCOLA

Snies 12175 (Programa de 4 periodos académicos) Resolución 10080 - Vigencia 10-11-2018

**Campus Universitario "El jazmín" Km. 4 Vía Santa Rosa de Cabal,
Chinchiná, Apartado Aéreo 1371**

Tels. 363 3548 - 363 3514 Fax: 363 3700 Cel. 313 7441102 - 311 6091846
📞 313 7399906 Santa Rosa de Cabal, Risaralda - unisarc@unisarc.edu.co