

**VOLUMEN 11 NÚMERO 2 AÑO 2020**

**REVISTA  
SISTEMAS DE PRODUCCIÓN  
AGROECOLÓGICOS**

GRUPO DE INVESTIGACIÓN DE AGROFORESTERIA UNILLANOS



**EDITORIAL**

Las investigaciones del sector agrario son fundamentales para la producción de alimentos de una población en continuo crecimiento, puesto que se estima que para el año 2025 que la población humana alcanzara 8300 millones, los resultados de los estudios han permitido un el crecimiento del 6,8% en el primer trimestre 2020 de este sector en Colombia, lo cual se demuestra con cifras reportadas por el DANE en las que se especifica, como fue el aporte de los subsectores: pesca y acuicultura (31,5%), cultivos transitorios, permanentes y otros (8,6%), ganadería (7,1%); y silvicultura y extracción de madera (2,6%). Otro aspecto de relevancia que ofrece la investigación agropecuaria en la producción familiar o a mediana escala, son las herramientas y maquinarias que son de tracción manual y que actualmente son utilizados para la preparación de los suelos, recurso importante para este sector, todo esto con el propósito de que los sistemas agropecuarios sean sostenibles mediante manteamiento los recursos naturales, lo cual permite un equilibrio con el medio ambiente. Además, los estudios actualmente se están enfocando a tener en cuenta las necesidades que presenta cada región, con el fin de impulsar el establecimiento de especies autóctonas dentro de un ciclo de siembra, con lo cual se inicia un proceso de agricultura de conservación, siendo indispensable en este proceso, eliminar la compactación del suelo que es el resultado de la degradación de su estructura y la pérdida su porosidad. La compactación es un fenómeno subsuperficial producido por el uso intensivo de labranza que conlleva a la pérdida de cobertura del suelo y es considerada como como un enemigo oculto. La compactación tiene efectos dañinos en la planta afectando el desarrollo del sistema radicular, porque disminuye la disponibilidad de oxígeno y el movimiento del agua en el suelo. Para romper la compactación se requieren herramientas y equipos convencionales, utilizando la fuerza animal o motriz y abonos orgánicos para estimular la actividad biológica del suelo. Luego de esta preparación se recomienda sembrar un cultivo que produzca buena cantidad de rastrojos, para incrementar el contenido de materia orgánica en este recurso tan valioso para la producción alimentos. También se estudian procesos de mejoramiento genético desde la semilla, inoculación de hongos en la raíz para optimizar su adsorción, lo que contribuye al desarrollo y sanidad de la planta. De esta manera las investigaciones agropecuarias deben fundamentarse en la sostenibilidad porque son las encargadas de mejorar los cultivos, incluidos los forrajes para el ganado.

**Zootecnista Esp. Msc. MARÍA LIGIA ROA VEGA.**

**UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS GRUPO DE INVESTIGACIÓN DE AGROFORESTERIA**

## **Evaluación de la eficiencia energética del cuesco de cacay (*Caryodendron orinocense*)**

### **Evaluation of the energy efficiency of the cuesco de cacay (*Caryodendron orinocense*)**

### **Avaliação da eficiência energética do cuesco de cacay (*Caryodendron orinocense*)**

González Álvarez Angie Carolina<sup>1</sup>, Rodríguez Jiménez Luis Alejandro<sup>1</sup>,  
Laguna Chacón Jaime Ricardo<sup>2</sup> y López Muñoz Luis Gilberto<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ingenieros Agroindustriales, Universidad de los Llanos y

<sup>2</sup>Ingenieros Agroindustriales, MSc, Docentes Universidad de los Llanos

[llopezm@unillanos.edu.co](mailto:llopezm@unillanos.edu.co)

Recibido 14 de septiembre 2020 aceptado 16 de noviembre 2020

## **RESUMEN**

En el presente proyecto se evaluó el poder calorífico del cuesco de Cacay (*Caryodendron orinocense*) proveniente del municipio de Villavicencio, determinando el poder calorífico del cuesco de cacay a diferentes muestras que fueron sometidas a dos tipos de secado y llevadas a dos tamaños de partícula. Para esto se recolectaron cuescos de cacay provenientes de una empresa dedicada a la extracción del aceite de su nuez, se les retiraron las impurezas, se molieron y se tamizaron. A continuación, se sometieron a los tipos de secado, unas muestras se expusieron a secado por horno durante 12 horas y a 102°C, y otras muestras se secaron al sol durante dos días con temperaturas cercanas a los 32°C, condiciones naturales de la ciudad de Villavicencio, una vez preparadas las muestras se determinó su poder calorífico por medio de una bomba calorimétrica. Así mismo, se estimó el consumo energético de cada uno de los pretratamientos a los que fueron sometidas las muestras con el fin de establecer un balance energético, determinando así cuales pretratamientos son justificables para optimizar su desempeño energético, teniendo como resultados valores de poder calorífico superiores comprendidos entre los 4189 y 4629 kcal/kg, con diferencias energéticas

significativas entre todos los tratamientos frente al blanco, encontrando que la muestra con mayor tamaño de partícula y secado artificial se presentó como la de mayor diferencia significativa de acuerdo al análisis de las varianzas (ANOVA), sin embargo se determinó que la muestra con mayor tamaño de partícula y secado solar, posee los pretratamientos más eficientes, en cuanto a consumo de energía, indicando que se puede alcanzar un poder calorífico superior al de otras biomásas residuales.

**Palabras clave:** Biomasa residual, biocombustible, consumo energético, poder calorífico.

### ABSTRACT

In the present project, the calorific value of the cacay shell (*Caryodendron orinocense*) from the municipality of Villavicencio was evaluated, determining the calorific power of the cacay shell to different samples that were put through to two types of drying and taken to two particle sizes. To do this, cacay shell was collected from a company dedicated to the extraction of the oil from its nut; the impurities were removed, ground and sieved. Then, they were dried by two methods, some samples were exposed to drying by oven for 12 hours and at 102°C, and other samples were dried in the sun for two days with temperatures close to 32°C, natural conditions of the city of Villavicencio, once the samples were prepared, their calorific value was determined by means of a calorimetric pump. Likewise, the energy consumption of each of the pretreatments to which the samples were subjected was estimated in order to establish an energy balance, thus determining which pretreatments are justifiable to optimize their energy performance, having as a result higher calorific value values included between 4189 and 4629 kcal/kg, with significant energy differences between all the treatments compared to the target, finding that the big size particle and oven drying was presented as having the greatest significant difference according to the analysis of the variances (ANOVA), however, it was determined that the big size particle and sun drying, has the most efficient pretreatments, in terms of energy consumption, indicating that a higher calorific value can be reached than other residual biomass.

**Keywords:** Calorific power, residual biomass, biofuel, energy consumption.

## RESUMO

No presente projeto, avaliou-se o poder calorífico da casca de cacay (*Caryodendron orinocense*) do município de Villavicencio, determinando o poder calorífico da casca de cacay para diferentes amostras que foram submetidas a dois tipos de secagem e levadas para dois tamanhos de partículas. Para fazer isso, a concha cacay foi coletada de uma empresa dedicada à extração do óleo de sua castanha; as impurezas foram removidas, moídas e peneiradas. Em seguida, eles foram secados por dois métodos, algumas amostras foram expostas a secagem por estufa por 12 horas e a 102°C, e outras amostras foram secas ao sol por dois dias com temperaturas próximas a 32°C, condições naturais da cidade. de Villavicencio, uma vez preparadas as amostras, seu poder calorífico foi determinado por meio de uma bomba calorimétrica. Da mesma forma, o consumo de energia de cada um dos pré-tratamentos aos quais as amostras foram submetidas foi estimado para estabelecer um balanço energético, determinando quais tratamentos prévios são justificáveis para otimizar seu desempenho energético, tendo como resultado valores de poder calorífico superior incluídos entre 4189 e 4629 kcal/kg, com diferenças significativas de energia entre todos os tratamentos em relação à meta, constatando que a partícula de grande tamanho e a secagem em estufa apresentaram a maior diferença significativa de acordo com a análise das variâncias (ANOVA), entretanto, foi determinado que a partícula de grande tamanho e a secagem ao sol têm os pré-tratamentos mais eficientes, em termos de consumo de energia, indicando que um valor calórico mais alto pode ser alcançado do que outras biomassas residuais.

**Palavras-chave:** Potência calórica, biomassa residual, biocombustível, consumo de energia.

## INTRODUCCIÓN

Actualmente, el uso de combustibles tradicionales no renovables ha generado un impacto negativo en el ambiente y a medida que se siguen utilizando de manera indiscriminada provocan un agotamiento de los recursos, esta situación afecta a

todos los seres vivos de manera negativa, ya que la obtención de estos combustibles implica el deterioro de los diferentes ecosistemas. Es por esto que durante los últimos años se han investigado fuentes alternativas para la obtención de energía que sean renovables, más económicas, menos contaminantes y que puedan suplir la creciente demanda representada en un aumento poblacional que ve satisfechas sus necesidades energéticas mediante combustibles fósiles cada vez más escasos y altamente contaminantes.

Hoy en día, de acuerdo a Durango y Oquendo, (2016) el uso de la biomasa como fuente de energía ha demostrado ser una alternativa interesante por ser un recurso renovable, de bajo costo y amigable con el medio ambiente. Una ventaja adicional de la biomasa como sustituto de combustibles fósiles se encuentra en que esta presenta, según Herrera y Camargo, (2017) un balance neutro en el ciclo del dióxido de carbono, ya que durante el crecimiento de la planta esta absorbe CO<sub>2</sub> y lo transforma en productos como la celulosa y hemicelulosa componentes de la biomasa, por lo tanto mediante la combustión no se introducen cantidades adicionales de CO<sub>2</sub> como si ocurre durante la combustión de los materiales derivados del petróleo y del carbón.

Paralelamente la acumulación de la biomasa resultante de la industrialización de algunos productos se ha transformado en una problemática cada vez más preocupante, debido a que esta también puede generar un impacto negativo en el equilibrio del medio ambiente y a medida que la demanda de dichos productos aumenta, se produce una mayor cantidad de residuos, que al no ser aprovechados generan problemas tanto higiénico-ambientales como económicos, según Peñaranda *et al.*, (2017) en el caso de Colombia durante el procesamiento de productos como: café, palma de aceite, caña de azúcar y panelera, maíz, arroz, banano y plátano se producen alrededor de 71.943.813 Ton/año de residuos que en la gran mayoría de los casos son incinerados o llevados a rellenos sanitarios.

El cacay (*Caryodendron orinocense*) es un fruto promisorio de la región de la Orinoquia colombiana por las propiedades cosméticas y alimenticias encontradas en su nuez, según el periódico El Tiempo, (2017) el departamento del Meta posee

cultivos en forma silvestre capaces de generar unas 20.000 toneladas de aceite y cultivos de aproximadamente 57 hectáreas en Puerto Lleras y 120 hectáreas en Puerto Gaitán. Además de reportes publicados por la Cámara de Comercio de Bogotá, (2017) donde se informa que con la ayuda de ONG's y algunas Gobernaciones, se han distribuido árboles de cacay a diferentes familias permitiendo contar aproximadamente con 200 hectáreas de cultivo y 417 hectáreas que empresas privadas han sembrado en Puerto Gaitán, adicional a estos cultivos en el departamento del Meta, el portal web CONTEXTOGANADERO, (2013) registra una siembra en el departamento del Vichada de 100 hectáreas, impulsando de esta manera un crecimiento de este cultivo en el cual la densidad promedio es de 100 a 143 árboles por hectárea con un rendimiento cercano a los 250 kg de fruto por árbol anual, lo que permite estimar una producción de cuesco por hectárea de 11.666,2 kg por año. De igual manera PROCOLOMBIA, (2014) reporta demandas de aceite de cacay equivalentes a la producción de 3.900 hectáreas cultivadas, haciendo evidente la acumulación de este tipo de biomasa la cual carece de valor agregado.

Teniendo en cuenta lo anterior, esta investigación pretende determinar la eficiencia energética del cuesco del cacay y de esta manera dar un valor agregado a este residuo que ocupa aproximadamente el 33% de la masa del fruto; aunque actualmente el establecimiento del cultivo de cacay se encuentra en sus fases iniciales, este es un cultivo que se proyecta con gran crecimiento debido a las propiedades benéficas de la nuez y su alta demanda en el mercado cosmético, generando un elevado volumen de residuos que no presentan ningún proceso de transformación ocasionando un problema ambiental debido al mal manejo de los residuos sólidos y presentándose como una alternativa para la obtención de energía.

Por lo tanto, se presenta la siguiente pregunta de investigación: ¿El poder calorífico del cuesco de cacay será suficiente para sustituir otras biomásas residuales como fuente de energía calórica y en que afecta emplear pretratamientos como secado y reducción de tamaño de partícula en su potencial energético?

Por esto se busca evaluar la eficiencia energética del cuesco del cacay (*Caryodendron orinocense*) en función del tipo de secado y tamaño de partícula mediante un proceso de combustión adiabático, estimando el consumo energético requerido para los procesos de molienda y secado necesarios para el establecimiento de las variables objeto de estudio, y así determinar el poder calorífico del cuesco del cacay en función del tipo de secado y tamaño de partícula por medio de una bomba calorimétrica y por último establecer un análisis comparativo de los resultados obtenidos del poder calorífico del cuesco del cacay frente a los datos registrados de otras biomásas residuales (bagazo de caña de azúcar, cascarilla de arroz y cuesco de palma de aceite).

## **METODOLOGÍA**

### **Tipo de estudio**

La investigación es de tipo experimental ya que se basa en la observación, medición, análisis e interpretación de variables que intervienen en el desarrollo del proyecto.

### **Diseño experimental y análisis estadístico**

Para un adecuado análisis de los datos se realizó un diseño experimental completamente al azar en donde se establecieron ensayos con dos tipos de secado y dos intervalos de tamaño de partícula obteniendo un experimento factorial  $2^2$ , generando cuatro tratamientos. Para asegurar la cantidad de datos suficientes y un adecuado análisis de los mismos se hicieron ensayos por triplicado para cada uno de los tratamientos donde las variables independientes son el tipo de secado y el tamaño de partícula, así mismo la variable de respuesta es el poder calorífico como se indica en la siguiente tabla.

Para el análisis de los datos se utilizó el software estadístico R, con el objetivo de analizar correctamente los datos y así determinar si las variaciones del tipo de secado y tamaño de partícula afecta el poder calorífico del cuesco del cacay y que tan significativa resulta ser.

**Tabla 1.** Diseño experimental factorial 2<sup>2</sup>

<b>Factores</b>	<b>Niveles</b>
Tipo de Secado	Solar
	Horno
Tamaño de partícula*	2.36-0.25 mm
	≤0.25 mm

**Fuente:** Los autores

### **Obtención de la materia prima y adecuación**

El cuesco de cacay (*Caryodendron orinocense* K.) se obtuvo de cultivos ubicados en el municipio de Puerto Gaitán, la materia prima se sometió a un proceso de limpieza donde se retiró cualquier tipo de suciedad y luego se las partículas fueron afinadas mediante un proceso de tamizado con las aperturas que se indican en la Tabla 2, en el juego de tamices se incluyó un tamiz numero 60 con la finalidad de obtener partículas finas que no superaran un diámetro mayor a 1 mm para obtener un rango más amplio entre los diferentes diámetros.

**Tabla 2.** Diámetro del Juego de tamices utilizado en el cuesco de cacay

<b>Número de tamiz</b>	<b>Apertura del tamiz (mm)</b>	<b>Intervalo (mm)</b>	<b>Diámetro promedio (mm)</b>
3/8 in	9.5	>9.5	9.5
6	3.35	9.5-3.35	6.425
7	2.80	3.35-2.80	3.075
8	2.36	2.80-2.36	2.580
60	0.25	2.36-0.25	1.305
Fondo	Fondo	<0.25	0.125

**Fuente:** Los autores



### Molienda y tamizado del cuesco del cacay

El material tamizado fue sometido a un proceso de reducción de tamaño por medio de un molino de discos eléctrico de marca Victoria, equipado con un motor de 0.75 Kw de potencia, y a un estudio granulométrico para identificar los tamaños de partícula de mayor proporción y seleccionar las fracciones objeto de estudio. Una vez obtenidos los tamaños de partícula, las muestras se denominaron como se indica en la tabla 3 y se procedió a estimar la energía empleada para reducir el tamaño de partícula de acuerdo a la ecuación de Rittinger que se observa en la ecuación 1 (Gutiérrez y Ulloa, 2018).

**Tabla 3.** Tamaños de partícula

Nombre de la muestra	Tamaño de partícula (mm)
T1	≤0.25
T2	2.36-0.25
T3	≤0.25
T4	2.36-0.25

**Fuente:** Los autores

#### Ecuación 1 Ecuación de Rittinger

$$E = K_R \left( \frac{1}{d_2} - \frac{1}{d_1} \right)$$

Dónde:

E= potencia (kW)/alimentación (kg/H)

KR=constante de Rittinger (Hp.H.in/ton)

d1= tamaño inicial (mm)

d2= tamaño final (mm)

## Secado

Las muestras T3 y T4 fueron sometidas a un proceso de secado solar en condiciones ambientales de la ciudad de Villavicencio por un tiempo establecido de 8 horas por cada día durante dos días, estas condiciones de tiempo fueron registradas con el fin de tener datos más precisos. Así mismo, las muestras T1 y T2 fueron sometidas a un proceso de secado al horno con una temperatura de 102°C durante 12 horas, en la Tabla 4 se muestra los tipos de secado utilizados para cada muestra y en las Figuras 1 y 2 se evidencia el montaje para cada tipo de secado.

**Tabla 4.** Variables evaluadas para medir la eficiencia energética

Nombre de la muestra	Tipo de secado	Tamaño de partícula (mm)
T1	Horno	$\leq 0.25$
T2	Horno	2.36-0.25
T3	Sol	$\leq 0.25$
T4	Sol	2.36-0.25

**Fuente:** Los autores



**Figura 1.** Secado al sol



**Figura 2.** Secado al horno

Posteriormente se estimó el gasto energético empleado durante el proceso de secado de las muestras (T1 y T2), para esto se tomó en cuenta el consumo de

energía del horno y el tiempo que demore el proceso de secado de la siguiente manera. Consumo energético (Kcal/H) x tiempo de secado (H) = consumo energético total (Kcal).

De acuerdo al diseño experimental se obtuvo las muestras con las variables identificadas en la Tabla 4, permitiendo establecer las condiciones de operación de cada una de las muestras resultado de los pretratamientos.

### Determinación del poder calorífico

El poder calorífico de las muestras (T1, T2, T3 y T4) se determinó en una bomba calorimétrica modelo 1341 de la marca Parr que se muestra en la ilustración 4, de acuerdo a la norma ASTM D-5865-04 (2004), cuyos montajes se evidencian en las Figuras 3 y 4, esta prueba se realizó en los laboratorios de nutrición animal del Instituto de Acuicultura de los Llanos (IALL) de la Universidad de los Llanos.



**Figura 3.** Bomba calorimétrica



**Figura 4.** Muestras Para Bomba Calorimétrica

Adicional a la determinación del poder calorífico de las muestras previamente tratadas y objeto del análisis experimental, se determinó el potencial energético del cuesco sin ningún pretratamiento adicional al que se somete para la extracción de la nuez donde alcanza un tamaño de partícula promedio de 10.5 mm con formas irregulares como se observa en la Figura 5, esto con el fin de obtener un dato blanco

o testigo que funcione como punto de referencia o patrón que permita establecer una comparación con los resultados obtenidos, de igual manera este análisis se realizó por triplicado.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Previo a la realización de los pretratamientos al material, se llevó a cabo una limpieza y un proceso de tamizaje con el fin de eliminar cualquier material extraño e identificar el tamaño de partícula inicial, dando como resultado un tamaño de partícula inicial comprendido entre 10-11 mm aproximadamente, teniendo en cuenta que estas partículas se obtienen como producto de la extracción de su nuez.



**Figura 5.** Blanco o testigo partículas de tamaño irregular

### Molienda y tamizado del cuesco del cacay

Empleando la ley de Rittinger de acuerdo a la metodología y como se muestra a continuación. Se determinó el consumo energético durante este proceso (Tabla 5).

**Tabla 5.** Consumo de energía reducción de tamaño

Tamaño de partícula (mm)	Energía reducción de tamaño (kcal/kg)
$\leq 0.25$	180.57
2.36–0.25	14.61

**Fuente:** Los autores

$$E = \frac{p}{m} = K_R \left( \frac{1}{d_2} - \frac{1}{d_1} \right)$$

$$K_R = \frac{\frac{p}{m}}{\left( \frac{1}{d_2} - \frac{1}{d_1} \right)}$$

$$K_R = \frac{\frac{0,75 \text{ KW}}{3,47 \text{ Kg}}}{\left( \frac{1}{0,25 \text{ mm}} - \frac{1}{10,5 \text{ mm}} \right)} = 0,055 \frac{\text{KW}}{\text{Kg} * \text{mm}}$$

$$E = 0,055 \frac{\text{KW}}{\text{Kg} * \text{mm}} * \left( \frac{1}{0,25 \text{ mm}} - \frac{1}{10,5 \text{ mm}} \right) = 0,21 \frac{\text{KW}}{\text{Kg}}$$

$$0,21 \frac{\text{KW}}{\text{Kg}} = \frac{180,57 \text{ kcal}}{\text{kg}}$$

$$E = 0,055 \frac{\text{KW}}{\text{Kg} * \text{mm}} * \left( \frac{1}{2,36 \text{ mm}} - \frac{1}{10,5 \text{ mm}} \right) = 0,017 \frac{\text{KW}}{\text{Kg}}$$

$$0,017 \frac{\text{KW}}{\text{Kg}} = 14,61 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}}$$

Seguido a la molienda el producto se sometió a un proceso de tamizaje obteniendo como resultados las fracciones que se muestran en la Tabla 6, permitiendo identificarlas como las de mayor proporción, las cuales se encuentran entre los intervalos de 2.36-0.25 mm y menores a 0.250 mm.

### **Secado**

De acuerdo al consumo promedio de un horno como el empleado para el proceso de secado se cuenta con consumo energético de 600 W/h, entonces la energía consumida por el horno durante el tiempo de secado se muestra en Tabla 7, siendo el consumo energético x tiempo de secado 600 W x 12 H dando un resultado de 7200 W/h= 6190,89 Kcal/h.

**Tabla 6.** Resultados del tamizaje

<b>Tamiz (apertura)</b>	<b>Intervalo (mm)</b>	<b>Diámetro promedio (mm)</b>	<b>Total retenido (g)</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
9.5 mm	>9.5		74.62	2.14
3.35 mm	9.5-3.35	6.425	207.69	5.97
2.80 mm	3.35-2.80	3.075	114.03	3.27
2.36 mm	2.80-2.36	2.580	50.33	1.44
0.25 mm	2.36-0.25	1.305	2577.05	74.1
Fondo	<0.25	0.125	453.32	13.03
Total			3477.04	100

\*Total obtenido de la sumatoria de 7 ensayos con un promedio de 500 g cada una.

**Tabla 7.** Consumo de energía en el proceso de secado

<b>Nombre de la muestra</b>	<b>Energía secada al horno</b>
T1 y T2 (Secado al horno y tamaño partícula $\leq 0.25$ y 2.36-0.25)	6190.89 Kcal/h

**Fuente:** Los autores

### **Determinación del poder calorífico superior**

En la Tabla 8 se observan los valores obtenidos del poder calorífico de cada una de las muestras analizadas, donde se incluye el promedio entre los triplicados de cada una de las muestras, así como las medidas de tendencia central que nos permiten establecer que la dispersión entre los triplicados de cada una de las muestras no es significativa, de igual manera en la Tabla 9 se evidencia un consolidado de los promedios de cada muestra.

**Tabla 8.** Poder calorífico de las muestras analizadas

Nombre de la muestra	Poder calorífico (kcal/kg)			Promedio	Varianza	Desviación estándar	Coeficiente de variación
	#1	#2	#3				
T1	4343.0545	4393.4484	4449.2327	4393	2820.87	53.1119	1.2%
T2	4608.3231	4644.9237	4628.9488	4629	336.70	18.3494	0.39%
T3	4188.6033	4195.2495	4177.0376	4189	84.93	9.2160	0.22%
T4	4457.8077	4465.3735	4475.4798	4465	78.61	8.8664	0.19%
Blanco	4075.2543	4056.3548	4089.2476	4075	272.49	16.5072	0.40%

**Fuente:** Los autores

### Balance total de energía

En la tabla 10 se presenta el balance de energía que se desarrolló de acuerdo a la metodología donde se tuvo en cuenta la energía consumida en cada uno de los pretratamientos a los cuales se sometieron las muestras y los valores de poder calorífico obtenidos de cada una de las muestras.

**Tabla 9.** Poder calorífico de acuerdo al tamaño de la partícula

Nombre de la muestra	Tipo de secado	Tamaño de partícula (mm) N	Poder calorífico promedio (kcal/kg)
T1	Horno	$\leq 0.25$	4393
T2	Horno	2.36-0.25	4629
T3	Sol	$\leq 0.25$	4189
T4	Sol	2.36-0.25	4465

**Fuente:** Los autores

**Tabla 10.** Balance energético de los tratamientos

Nombre de la muestra	Energía consumida (kcal/kg)			Poder calorífico (kcal/kg)	Balance (kcal/kg)
	Secado	Molienda	Total		
T1	6190.89	180.57	6371.46	4393	-1978.46
T2	6190.89	14.61	6205.5	4629	-1576.5
T3	-	180.57	180.57	4189	4008.43
T4	-	14.61	14.61	4465	4450.39
Blanco	-	-	-	4075	4075

**Fuente:** Los autores

### **Análisis de varianza**

El tratamiento estadístico de análisis de varianzas demostró por medio del método HSU (método de comparaciones múltiples) que el tratamiento con mayor poder calorífico se presentó en la muestra T2 y a su vez esta presenta diferencias significativas con todas las otras muestras. Así mismo, se determinó por medio del método Dunnett que todas las muestras presentaron diferencias significativas a favor con respecto al blanco. Por otra parte, el método Tukey comprobó que la muestra T2 obtuvo los mayores niveles y que presenta diferencias significativas con respecto al blanco, así como que las muestras T1 y T4 no presentan diferencias significativas entre ellas. En la Gráfica 1 se muestran los diagramas de caja de cada una de las muestras incluyendo el blanco.

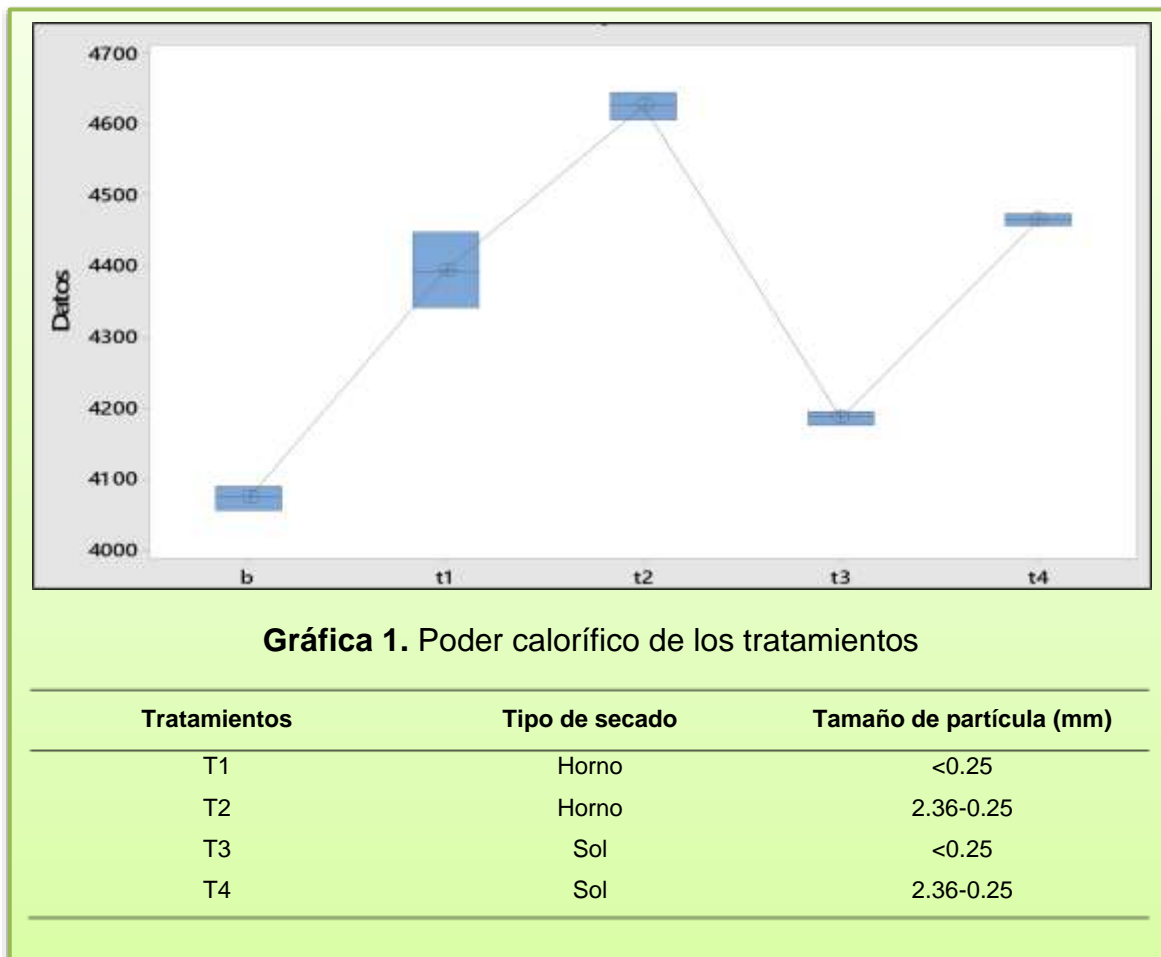
### **Molienda y tamizado del cuesco del cacay**

Según los resultados obtenidos, el consumo energético del proceso de molienda para los tamaños de partícula comprendidos en el intervalo <0.25 mm fue de 180.57 kcal representado un gasto mucho mayor respecto al consumo de energía empleado para la obtención de las partículas comprendidas en el intervalo de 2.36-0.25 mm, de acuerdo a lo expresado por la ley de Rittinger debido a que el tamaño



de partícula es inversamente proporcional a la energía requerida, por lo que se infiere que a menor diámetro mayor consumo energético.

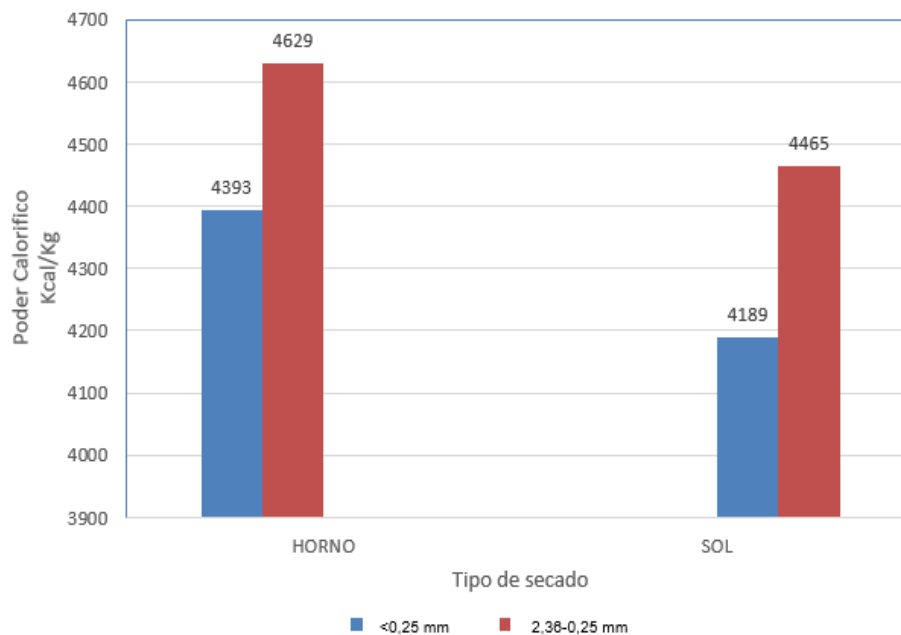
Además, se observa que las partículas de tamaños superiores alcanzaron un poder calorífico mayor en cada uno de sus tipos de secado, resultado que también se presenta en la investigación realizada por Ahumada *et al.*, (2016) donde se concluyó que entre mayor granulometría mayor poder calorífico.



### Secado

El método de mayor eficiencia fue el secado al sol, ya que, se alcanzaron en promedio temperaturas cercanas a los 32°C sin requerir un consumo de energía adicional, por otra parte, la baja eficiencia del horno se debe a su alto consumo energético, debido a que es un equipo que alcanza mayores temperaturas, pero que

requiere a su vez, de un consumo energético elevado. Una vez obtenidos los resultados se observó que las muestras sometidas al secado al sol T3 y T4 alcanzaron valores de 4189 y 4465 Kcal/kg respectivamente y las muestras sometidas al secado al horno T1 y T2 alcanzaron valores de 4393 y 4629 Kcal/kg respectivamente (Gráfica 2), aunque los valores obtenidos por el secado al sol son menores en comparación con los obtenidos por el secado al horno, el secado al sol no requiere ningún gasto energético, mientras que el secado al horno demandó un gasto energético de 6190.89 Kcal/kg convirtiéndolo en el menos eficiente.



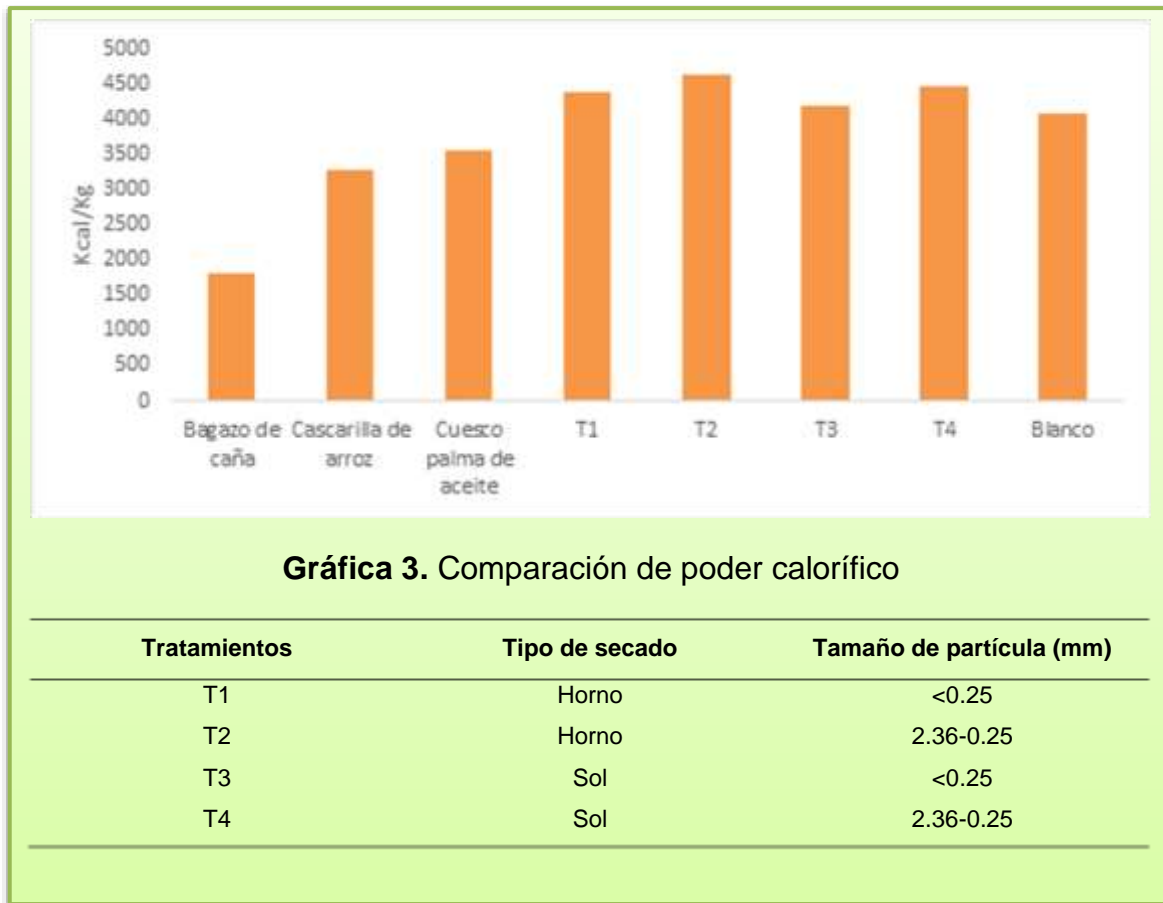
**Gráfica 2.** Poder calorífico de acuerdo a los pretratamientos

### **Poder calorífico y comparación con otras biomásas**

De acuerdo a los resultados del poder calorífico de las muestras, este material es capaz de producir una cantidad de energía por kilogramo de sustancia con valores de 4393, 4629, 4189, 4465 y 4075 Kcal/Kg, para las muestras T1, T2, T3, T4 y el Blanco, respectivamente, como se muestra en la Gráfica 3.

Así mismo alcanzó un potencial energético superior al de otros residuos agrícolas como; el bagazo de la caña, la cascarilla de arroz, y el cuesco de la palma de aceite, los cuales registran valores de 1823, 3281 y 3558 Kcal/kg respectivamente,

indicando que este residuo es una fuente potencial de energía alternativa y que su uso como biocombustible contribuye a evitar su acumulación.



Uno de los factores que inciden en un elevado poder calorífico, según Burschel *et al.*, (2003) es la humedad, quien afirma que la humedad posee un efecto lineal inversamente proporcional con el poder calorífico de los materiales. Efecto que se logra comprobar al observar la diferencia del poder calorífico obtenido a partir de los dos métodos de secado, donde el secado al horno presentó mayores valores de poder calorífico que el secado al sol, ya que, durante el secado al horno el material está expuesto a temperaturas más elevadas, permitiendo una mayor pérdida de humedad. Otro factor decisivo en la capacidad calorífica de los materiales es su composición, puesto que este depende de sus características químicas, así como lo señala Garrués, (2010) en su libro energía de la Biomasa, y de igual manera

según Okoroigwe y Saffron, (2012) el poder calorífico tiene una relación directamente proporcional con el contenido de carbono fijo.

### **Balance energético**

Una vez obtenidos los resultados se determinó que la muestra T2 presentó los valores más altos de poder calorífico alcanzando 4629 Kcal/kg como se logra evidenciar en la Gráfica 1, sin embargo, esta muestra requirió en sus pretratamientos de secado al horno y molienda un consumo de energía de 6205.5 Kcal/kg mucho mayor a la energía obtenida, lo que la convierte a su vez en la muestra con mayor gasto energético, por otra parte la muestra con mayor eficiencia entre el consumo de energía de sus pretratamientos y la energía generada fue la muestra T4 la cual alcanzo un poder calorífico de 4465 Kcal/kg consumiendo 14.61 Kcal/kg en sus pretratamientos de secado al sol y de molienda como se puede observar en la Tabla 10.

### **CONCLUSIONES**

El cuesco de Cacay es capaz de alcanzar altos valores energéticos en comparación con otros residuos agroindustriales tradicionales como el bagazo de la caña, la cascarilla de arroz y el cuesco de la palma de aceite, sin necesidad de emplear algún pretratamiento.

La implementación de estos pretratamientos (molienda y secado) no presentan viabilidad económica exceptuando el secado al sol, sin embargo, los valores más elevados de poder calorífico independientemente del tipo de secado se obtuvieron en las muestras con mayor granulometría.

La muestra T4 logró un aumento del 10% del poder calorífico con respecto al blanco solo sometiéndose al secado al sol y a la reducción de tamaño con la mayor granulometría, lo que indica que los pretratamientos de esta muestra son los más óptimos para aumentar su poder calorífico.

Teniendo en cuenta la capacidad energética del cuesco de cacay sin ningún pretratamiento se puede sugerir la aplicación de este material como un

biocombustible alternativo evitando así su acumulación y aprovechando su buen poder calorífico, ya que superó a otras biomásas residuales que se emplean con esta finalidad, abriendo la posibilidad de darle un valor agregado a este material mediante su transformación en un biocombustible

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ahumada *et al.* Optimización de las condiciones de operación de la microgasificación de biomasa para producción de gas de síntesis. 2016. Disponible En: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/infotec/v27n3/art17.pdf>
2. ASTM International, ASTM D-5865-04. Standard test method for the gross calorific value of coal and coke. 2004.
3. Burschel *et al.* Leña: una fuente energética renovable para Chile. 2003. Disponible En: [https://books.google.com.co/books?id=RwIVY96BUuQC&pg=PA70&dq=de+qu+e+depende+el+poder+calorifico&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjqh\\_7lht3hAhXlx\\_FkKHbHeDm0Q6AEIKDAA#v=onepage&q=de%20que%20depende%20el%20poder%20calorifico&f=false](https://books.google.com.co/books?id=RwIVY96BUuQC&pg=PA70&dq=de+qu+e+depende+el+poder+calorifico&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjqh_7lht3hAhXlx_FkKHbHeDm0Q6AEIKDAA#v=onepage&q=de%20que%20depende%20el%20poder%20calorifico&f=false)
4. Contexto ganadero. El Cacay Inchi, una alternativa de desarrollo sostenible en Colombia [en línea]. En: Contexto ganadero. 08 de Julio 2013. Recuperado 20 sep. 2018. Disponible En: <http://www.contextoganadero.com/blog/el-cacay-inchi-una-alternativa-de-desarrollo-sostenible-en-colombia>
5. Durango R., Oquendo J. Caracterización y evaluación energética de biocombustibles sólidos elaborados a partir de biomasa agroindustrial y carbón mineral del departamento de Córdoba. Universidad de Córdoba, 2016.
6. Garrués J. Energía de la Biomasa (volumen I). Universidad de Zaragoza, 415 p, 2010. Recuperado 24 Abril 2019. Disponible En: [https://books.google.com.co/books?id=P58rcPu5O90C&pg=PA415&dq=Otro+factor+decisivo+en+la+capacidad+calor%C3%ADfica+de+los+materiales+es+su+composici%C3%B3n&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiEoJWJxOTThAhXqtlkKH\\_U5eBhMQ6AEIMzAC#v=onepage&q=Otro%20factor%20decisivo%20en%20la%20capacidad%20calor%C3%ADfica%20de%20los%20materiales%20es%20su%20composici%C3%B3n&f=false](https://books.google.com.co/books?id=P58rcPu5O90C&pg=PA415&dq=Otro+factor+decisivo+en+la+capacidad+calor%C3%ADfica+de+los+materiales+es+su+composici%C3%B3n&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiEoJWJxOTThAhXqtlkKH_U5eBhMQ6AEIMzAC#v=onepage&q=Otro%20factor%20decisivo%20en%20la%20capacidad%20calor%C3%ADfica%20de%20los%20materiales%20es%20su%20composici%C3%B3n&f=false)
7. Gutiérrez E., Ulloa A. Reducción de tamaño. Recuperado 26 Septiembre 2018. Disponible En: <https://es.slideshare.net/FanychanCosplayer/reduccion-de-tamao>
8. Herrera A.C. *et al.* Densidad, composición química y poder calorífico de la madera de tres especies de encinos (*Quercus candicans*, *Q. laurina* y *Q. rugosa*). Ciencia Nicolaita, [S.I.], n. 72, 2018. Recuperado 29 Septiembre 2018. Disponible En: <https://www.cic.cn.umich.mx/index.php/cn/article/view/345>
9. Okoroigwe E., Saffron, C. Determination of bio-energy potential of palm kernel shell by physicochemical characterization. Nigerian Journal of Technology, 31 (12): 329-336. 2012.
10. Peñaranda L. V., Montenegro S. P., Giraldo, P. A. Aprovechamiento de residuos agroindustriales en Colombia. Revista de Investigación Agraria y Ambiental,

- [S.I.], 8 (2): 141-150. 2017. Recuperado 20 sep. 2018. Disponible En: <http://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/riaa/article/view/2040/2251>
11. Procolombia. Cacay, la nuez colombiana para cosméticos que fascina al mundo [en línea]. En: PROCOLOMBIA. 06 de noviembre 2014. Recuperado 20 Septiembre 2018. Disponible En: <http://www.procolombia.co/noticias/cacay-la-nuez-colombiana-para-cosmeticos-que-fascina-al-mundo>
  12. Redacción El Tiempo. El promisorio cultivo de cacay en la amazorinoquia [en línea]. En: el Tiempo. 01 de febrero 2017. Recuperado Fecha de acceso: 20 sep. 2018. Disponible En: <https://www.eltiempo.com/colombia/otras-ciudades/cacay-33229>

## **Caracterización del almidón de sagú (*Canna indica*) fermentado para la implementación de procesos agroindustriales**

**Characterization of fermented sago starch (*Canna indica*) for the implementation of agro-industrial processes**

**Caracterização do fermentado de amido de sagu (*Canna indica*) para implantação de processos agroindustriais**

Chaparro Sánchez Sheila Solangie<sup>1</sup>, Romero López Wilmer Eliecer<sup>1</sup> y Rodríguez Rojas María Patricia<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ingenieras Agroindustriales, Universidad de los Llanos y

<sup>2</sup>Ingeniera Química, PhD Ingeniería de Procesos y Ambiente

[sheila.chaparro@unillanos.edu.co](mailto:sheila.chaparro@unillanos.edu.co)

Recibido 19 de agosto 2020 aprobado 16 de noviembre 2020

### **RESUMEN**

El almidón de sagú (*Canna indica*) es de importancia para la agroindustria colombiana, sin embargo, la investigación sobre éste es poca, provocando que productos como el pan de sagú aún no se fabriquen de manera industrial. Estudios realizados con almidones de yuca demuestran que al fermentarse presentan mejores características frente a su estructura nativa para los procesos agroindustriales como la panificación. Por tal motivo se realizó el estudio del almidón fermentado de sagú para observar los cambios que genera la fermentación en su estructura frente al almidón nativo. Para el estudio se sometió el almidón a fermentación en tres relaciones diferentes de almidón-agua (1:2, 1:4 y 1:6) y se tomaron muestras del almidón a los días 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40 y 45 del proceso, a las cuales posteriormente se evaluaron propiedades fisicoquímicas, térmicas y microbiológicas. Se determinó que la relación entre los días de fermentación y las variables de acidez, humedad, densidad, cenizas y tamaño de partícula (menores a 125 µm) es directa (correlación de Pearson), es decir son directamente proporcionales. Contrario pasa con las variables pH, temperatura de gelatinización y viscosidad máxima cuya relación es inversa, o negativa, es decir,

disminuyen a medida que transcurren los días de fermentación. Estadísticamente se comprobó que la relación almidón-agua empleada en la fermentación del almidón de sagú no afecta las variables mencionadas. Por otra parte, los resultados obtenidos de viscosidad y gelatinización en los días 40 y 45 de las relaciones 1:4 y 1:6 son aptos para productos como mermeladas, gelatinas, mayonesas, dulces de leche y productos de panadería ya que resisten temperaturas hasta de 75.3°C y tienden a aumentar la viscosidad en la etapa de enfriamiento, además de contar con pH bajos lo que ayuda al inhibir el crecimiento bacteriano y valores altos de acidez que aporta el sabor característico del almidón de sagú. Se demostró la existencia de levaduras y bacterias amilolíticas durante la fermentación. Cabe resaltar que estos almidones no son aptos para todas las aplicaciones de panificación, para seleccionar el tipo de pan que se puede hacer con estos almidones hay que realizarles una prueba de expansión.

**Palabras clave:** Almidón, sagú, fermentación, *Canna indica*.

### ABSTRACT

The sagu starch (*Canna indica*) performs importance for the Colombian agroindustry, nevertheless, the research on this one is small, and provoking that products like the bread of sagu still is not made in an industrial way. In addition, it's very well known that the starches in his native structure present low efficiency during the industrial processes. Studies made with fermented starches of tapioca demonstrates that those starches present better characteristics for the agroindustrial processes in opposition to his native structure. For such a motive the present study of the starch was performed fermenting sagu (*Canna indica*) to observe the changes that the process generates in the starch of this plant in opposition to the native starch. For the study the starch was mixed with water in three different proportions from starch-water (1:2, 1:4 and 1:6) and bring under fermentation for 45 days. Samples of the starch was taken each five days (5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40 and 45) in order to evaluate physicochemical, thermal and microbiological properties. It was determined that the relationship between the days of fermentation and the variables of acidity, humidity, density, ash content and particle size (less than 125  $\mu\text{m}$ ) is direct



(Pearson correlation), that is, they are directly proportional. In contrast, the variables pH, gelatinization temperature and maximum viscosity have an inverse or negative relationship, that is, they decrease as the days of fermentation pass. Statistically it was verified that the relation starch: water used in the fermentation of the sago starch does not affect the mentioned variables. On the other hand, the results obtained from viscosity and gelatinization on days 40 and 45 of the 1:4 and 1:6 ratios are suitable for products such as jams, gelatins, mayonnaises, milk sweets and bakery products since they withstand temperatures up to 75.3°C and tend to increase the viscosity in the cooling stage, in addition to having low pH which helps to inhibit bacterial growth and high values of acidity that provides the characteristic taste of sago starch. The existence of yeasts and amylolytic bacteria was demonstrated during fermentation. It should be noted that these starches are not suitable for all bakery applications, to select the type of bread that can be made with these starches an expansion test must be made.

**Keywords:** Starch, sago, fermentation, *Canna indica*.

## RESUMO

O amido de sagu (*Canna indica*) é importante para a agroindústria colombiana, porém, há poucas pesquisas sobre ele, fazendo com que produtos como o pão de sagu ainda não sejam fabricados de forma industrial. Estudos realizados com amidos de mandioca mostram que quando fermentados apresentam melhores características em relação à sua estrutura nativa para processos agroindustriais como a panificação. Por este motivo, o estudo do amido de sagu fermentado foi realizado para observar as mudanças geradas pela fermentação em sua estrutura em relação ao amido nativo. Para o estudo, o amido foi fermentado em três proporções diferentes de amido-água (1:2, 1:4 e 1:6) e as amostras de amido foram coletadas nos dias 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40 e 45 do processo, para o qual foram avaliadas as propriedades físico-químicas, térmicas e microbiológicas. Determinou-se que a relação entre os dias de fermentação e as variáveis acidez, umidade, densidade, cinzas e granulometria (menor que 125 µm) é direta (correlação de Pearson), ou seja, são diretamente proporcionais. O contrário ocorre com as

variáveis pH, temperatura de gelatinização e viscosidade máxima cuja relação é inversa, ou negativa, ou seja, diminuem com o passar dos dias de fermentação. Estatisticamente constatou-se que a relação amido: água utilizada na fermentação do amido de sagu não afeta as variáveis mencionadas. Por outro lado, os resultados de viscosidade e gelatinização obtidos nos dias 40 e 45 das relações 1:4 e 1:6 são adequados para produtos como geleias, maionese, doces de leite e produtos de panificação, pois resistem a temperaturas de até 75.3°C e tendem a aumentar a viscosidade na etapa de resfriamento, além de possuir baixo pH que auxilia na inibição do crescimento bacteriano e altos valores de acidez que conferem o sabor característico do amido de sagu. A existência de leveduras e bactérias amilolíticas foi demonstrada durante a fermentação. Deve-se notar que esses amidos não são adequados para todas as aplicações de panificação. Para selecionar o tipo de pão que pode ser feito com esses amidos, um teste de expansão deve ser realizado.

**Palavras-chave:** Amido, sagu, fermentação, *Canna indica*.

## INTRODUCCIÓN

En Colombia se pueden encontrar gran cantidad de productos de origen agrícola importantes para la industria como son los tubérculos y dentro de éstos el sagú, el cual es una fuente significativa de almidón usada en algunas regiones del país. Dentro de las plantas conocidas comúnmente como sagú se encuentran las especies *Canna indica*, *Canna edulis*, *Maranta ruiziana* y *Maranta arundinacea*. Actualmente el cultivo de achira o sagú y la extracción de sus almidones se encuentra concentrada en algunas regiones del país, siendo como principal la zona oriental de Cundinamarca, el sur de Huila y en algunos municipios de los departamentos de Nariño, Cauca, Meta y Tolima, donde su producción y venta (principalmente del almidón de sagú) representa una parte de la dieta alimentaria (panificados) además de ser la principal fuente de ingresos y de empleo (Rodríguez *et al.*, 2003).

En el país se presenta una demanda de dos mil toneladas al año de almidón de achira o sagú, de las cuales el 94.6% son producidas en Cundinamarca y el 5.4% en el Huila, siendo este uno de los principales consumidores, seguido por Tolima y Cundinamarca (Rodríguez *et al.*, 2003). Su principal uso se encuentra en la agroindustria de panificación y microempresas artesanales cuyo principal uso es en la fabricación de los bizcochos de achira, que han constituido un símbolo regional y posicionado en los mercados locales y nacionales (Caicedo y Rozo, 2003). Económicamente la producción del almidón y pan de sagú se encadena con la producción artesanal, siendo este el principal uso del almidón en el mercado colombiano (Rodriguez y Garcia, 2003).

Aunque el almidón de sagú es de importancia para la agroindustria colombiana la investigación sobre éste es poca (o los resultados se encuentran reservados como secretos industriales), provocando que productos como el pan de sagú aún no se fabriquen de manera industrial, al contrario de la achira que ya tiene un mayor desarrollo de producto. Además, se ha determinado que los almidones en su estructura nativa presentan poca eficiencia durante los procesos industriales (Bello *et al.*, 2002). Estudios realizados con almidones de yuca demuestran que al fermentarse presenta mejores características frente a su estructura nativa para los procesos agroindustriales, teniendo así un mejor aprovechamiento de este.

Debido a la falta de documentación respecto al análisis del almidón de sagú modificado por el método de fermentación (alteración de la estructura nativa de los almidones) (Alonso *et al.*, 2016), se realiza este proyecto investigativo con el fin de conocer las propiedades del almidón de sagú modificado por esta vía y sus ventajas en el sector agroindustrial en especial en el sector de panificación, con el objetivo de otorgar a los productos elaborados a partir de éste almidón características diferentes a las que se manejan en el mercado.

El objetivo principal de este estudio fue evaluar el efecto de diferentes condiciones de fermentación en las propiedades fisicoquímicas del almidón de sagú (*Canna indica*).

## METODOLOGÍA

### Diseño experimental

El análisis estadístico de los datos obtenidos durante la fermentación del almidón de sagú se ejecutó mediante un diseño de medidas repetitivas, con dos factores y diez niveles, a un nivel de significancia ( $\alpha$ ) de 0.05. Este análisis se realizó por medio del programa estadístico Minitab 17 con los análisis de ANOVA anidada de dos factores y de Correlación de Pearson. Factor 1: tiempo de fermentación, y Factor 2: relación almidón-agua. Niveles: 10 niveles (0, 5, 10, 15, 20, 25 30, 35, 40 y 45 días de fermentación). Las variables de respuesta fueron: tamaño de partícula ( $\mu\text{m}$ ), densidad aparente, acidez, pH, contenido de cenizas, porcentaje de humedad, tamaño de partícula por microscopía electrónica de barrido ambiental (SEM), perfil micro visco-amilográfico. Los análisis de ANOVA anidada de dos factores: hipótesis nula ( $H_0$ ): si  $\alpha < p$  entonces se acepta  $H_0$ , hipótesis alternativa ( $H_a$ ): si  $\alpha > p$  se rechaza  $H_0$  y se acepta  $H_a$  y nivel de significancia:  $\alpha = 0.05$ .

**$H_{01}$**  = La propiedad estudiada del almidón no varía con los días de fermentación.

**$H_{02}$**  = La propiedad estudiada del almidón no varía con la relación almidón-agua.

**$H_{a1}$**  = La propiedad estudiada del almidón varía con los días de fermentación.

**$H_{a2}$**  = La propiedad estudiada del almidón varía con la relación almidón-agua.

También se realizaron análisis de correlaciones de Pearson: Se realizó un análisis de Correlación de Pearson para conocer la relación que tiene los factores con las variables de respuesta. El coeficiente de correlación de Pearson varía entre cualquier valor comprendido entre -1 y +1,  $r = 1$ , la correlación lineal es directa,  $r = -1$ , la correlación lineal es inversa y  $r = 0$ , no existe correlación alguna, independencia de los valores X e Y

### Proceso de obtención del almidón fermentado de sagú

**Fermentación:** Se dejó el almidón lavado en tres recipientes a una relación 1:2, 1:4 y 1:6 respectivamente de agua y almidón de sagú durante 45 días para la

fermentación espontánea. Se evaluaron las variables de respuesta cada cinco días, tomando muestras los días 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40 y 45.

**Secado del almidón:** Después del lavado y fermentado se realizó la operación de secado al sol durante 5 horas con temperaturas que oscilaban entre los 28 y 38°C y un porcentaje de humedad entre 79 y 80%,

**Empaque y almacenamiento:** Luego de secado, el almidón es recogido, desterronado y empacado en bolsas plásticas tipo ziploc para ser utilizado en los análisis posteriores.

Para los análisis posteriores del almidón de sagú se realizaron las pruebas del agua sobrenadante para la determinación del pH, se realizó con los procedimientos de la AOAC 943.02 del 2005, se tomó como muestra el agua sobrenadante del tanque de fermentación, esto se realizó mediante un medidor de pH digital, el cual se calibra previamente con soluciones buffer de pH: 4.00, 7.00 y 10.00. Tomándose un volumen de 25 ml del agua sobrenadante realizando la lectura de pH. También se realizaron las pruebas de acidez titulable se realizó con en los laboratorios de la Universidad de los Llanos. Tomando 50 ml del sobrenadante que fueron titulados con hidróxido de sodio 0.1 N utilizando fenolftaleína como indicador. La acidez se calcula a través de la ecuación número 1.

$$\% \text{ Acidez} = \frac{G \times N \times \text{mEq del ácido}}{g \text{ muestra}} \times 100 \quad \{1\}$$

Donde:

*G*: Gasto de la solución de NaOH

*N*: Normalidad de la solución de NaOH

*mEq del ácido*: Miliequivalente del ácido predominante en la muestra

*g muestra*: Peso de la muestra analizar

## Caracterización fisicoquímica

Para la caracterización fisicoquímica del almidón fermentado de sagú se le realizaron, los siguientes análisis, siguiendo la metodología de Niño y Romero, (2016) y utilizando los procedimientos de laboratorio de la AOAC, (2005) y Aristizabal *et al.*, (2007): pH, acidez titulable, cenizas densidad aparente, porcentaje de humedad, tamaño de la partícula ( $\mu\text{m}$ ) y perfil micro visco-amilográfico

**Determinación del pH:** Se tomó como muestra el agua sobrenadante del tanque de fermentación, realizándose la dedición mediante un medidor de pH digital, el cual se calibró previamente con soluciones buffer de pH: 4,00, 7,00 y 10,00. Se tomaron volúmenes de 25 ml de almidón y se realizó la lectura de pH. Este procedimiento se realizó por triplicado

**Acidez titulable:** Se realizó con muestras de almidón nativo y fermentado, estas pruebas se ejecutaron en los laboratorios de la Universidad de los Llanos. Se mezclaron 20.0 gramos de almidón en base seca con 100 ml de agua destilada (previamente hervida para eliminar el  $\text{CO}_2$ ) durante 15 minutos. Posteriormente se filtra a través de papel filtro y se tomaron 50 ml del filtrado para la titulación con hidróxido de sodio 0.1 N utilizando fenolftaleína como indicador. Se calcula con la ecuación 1.

**Cenizas:** Se procedió a pesar cada uno de los crisoles de porcelana debidamente lavados y secados, luego se pesa aproximadamente 1 gramo de la muestra de almidón. Posteriormente se llevan las muestras a secado en la mufla marca Memmert durante 6 horas a temperatura de 550 °C. Una vez terminado el tiempo se apaga la mufla y se dejan las muestras en el desecador por una hora, y finalmente se pesan cada una de las muestras calcinadas en el crisol. Los resultados se analizan por medio de la ecuación 2.

$$\% \text{ Cenizas} = \frac{\text{Peso de las cenizas (g)}}{\text{Pesa de la muestra (g)}} \times 100 \quad \{2\}$$

**Densidad aparente:** La densidad aparente del almidón se determinó siguiendo la metodología propuesta por Smith en 1967, en la cual se pesa una probeta graduada

previamente lavada y secada, y posteriormente se adiciona la muestra del almidón hasta el volumen total, se registra el peso total. Este procedimiento se realiza por triplicado aplicando la ecuación 3:

$$Densidad\ Aparente = \frac{(Peso\ probeta+almidón\ suelto)(g)-Peso\ probeta\ vacia\ (g)}{250\ ml} \quad \{3\}$$

**Porcentaje de humedad:** Se rotularon cada una de las cajas de Petri debidamente lavadas y secadas y se registra su peso, luego se pesaron aproximadamente 5 gramos de la muestra de almidón, posteriormente se llevaron a secado en el horno convencional durante 4 horas a una temperatura de 105°C. Transcurrido el tiempo se retiraron y se colocaron al desecador durante 30 min y enseguida se registró su peso. El porcentaje se obtiene con la ecuación 4.

$$\% Humedad = \frac{Peso\ residuo\ final\ (g)}{Pesa\ inicial\ (g)} \times 100 \quad \{4\}$$

**Tamaño de partícula (µm):** La distribución del tamaño del gránulo de almidón se determinó siguiendo la técnica ISI, 2015. Se pesaron 100 gramos de la muestra de almidón y se colocaron en la parte superior del arreglo de 5 tamices (850, 250, 212, 150 y 125 µm). Posteriormente se agitaron los tamices por aproximadamente 10 minutos. El Tamaño de partícula por microscopía electrónica de barrido ambiental (SEM) y la forma de los gránulos de almidón se evaluaron utilizando microscopía electrónica de barrido (SEM, con filamento de Tungsteno marca COXEM modelo EM 30AXPLUS) con una resolución de 5 nm en modo de alto vacío. El análisis se realizó utilizando condiciones de equipo de imágenes de aceleración de voltaje de 30 kV en las superficies de fractura con la señal de retro dispersión de electrones. Imágenes con magnificación 20X hasta 150.000x (INTEK GROUP S.A.S, 2018).

**Perfil micro visco-amilográfico:** Para la realización de los ensayos de viscosidad se empleó un micro viscoamilógrafo POLTEC S.A., para lo cual el almidón se colocó en una suspensión de agua al 6%, con base al peso seco según metodología 70-10. Elevando la temperatura inicial de 30°C hasta llegar a 95°C a una velocidad de 1.5°C/min; se mantuvo esta temperatura durante 15 min. Por último, se descendió

la temperatura hasta 50°C a una velocidad de 1.5°C/min. La viscosidad máxima se calculó a partir de los amilogramas resultantes (Martinez *et al.*, 2015).

### **Caracterización microbiológica**

Para la caracterización microbiológica del almidón fermentado de sagú se hicieron los siguientes procedimientos: aislamiento de bacterias, tinción de Gram, catalasa y amilasa.

**Aislamiento de bacterias:** Para el aislamiento se tomaron muestras del almidón en los días 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40 y 45 se sembraron por agotamiento en agar MRS para las bacterias ácido lácticas y en agar almidón 1% p/v, se sembró 0.1 ml del sobrenadante para la obtención de bacterias amilolíticas. Los agares se dejaron incubando a 37°C por 48 horas (Rincón y Villamil, 2005).

**Tinción de Gram:** Se tomó una muestra de las bacterias y se realizó un frotis en un portaobjetos, después se fijó la muestra y se adicionó Cristal violeta durante 1 minuto, luego se descartó el colorante adicionando agua, a continuación, se agregó Lugol y se permitió actuar por 1 minuto, se descartó y lavó con abundante agua. Posteriormente se adicionó alcohol acetona durante 20 segundos y se lavó. Finalmente se agregó el colorante fucsina durante 20 segundos, lavando la lámina y dejando secar. Después se adicionó una gota de aceite de inmersión y se observó en el microscopio a 100x (Benavides, 2007).

**Prueba de catalasa:** Se realizó tomando con un asa de inoculación del centro de una colonia, colocándola sobre un portaobjetos y agregándole una gota de peróxido de hidrógeno al 30% sobre el cultivo y si se observa la inmediata liberación de gas, se toma como prueba positiva.

**Prueba de amilasa:** En el medio de cultivo de almidón, se realizó el recuento de UFC presentes, después se adicionó 1 ml de Lugol y se dejó actuar, se deben observar las zonas de aclaramiento alrededor de las colonias y se realizó nuevamente el recuento para determinar las verdaderas colonias productoras de amilasa, después se realizó la medición del halo teniendo en cuenta la ecuación 5.



$$C = A - B \quad \{5\}$$

Donde:

A: diámetro de la colonia más el halo de hidrólisis en mm

B: diámetro de la colonia en mm

C: Diámetro del halo de hidrólisis

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos durante los 45 días de fermentación para la caracterización del almidón de sagú (*Canna indica*) fermentado para la implementación de procesos agroindustriales, en los cuales se evaluaron: Tamaño de partícula ( $\mu\text{m}$ ), densidad aparente, acidez, pH, contenido de cenizas, porcentaje de humedad, tamaño de partícula por microscopia electrónica de barrido ambiental (SEM), perfil micro visco-amilográfico, se presentan a continuación.

### Caracterización fisicoquímica del almidón nativo y fermentado

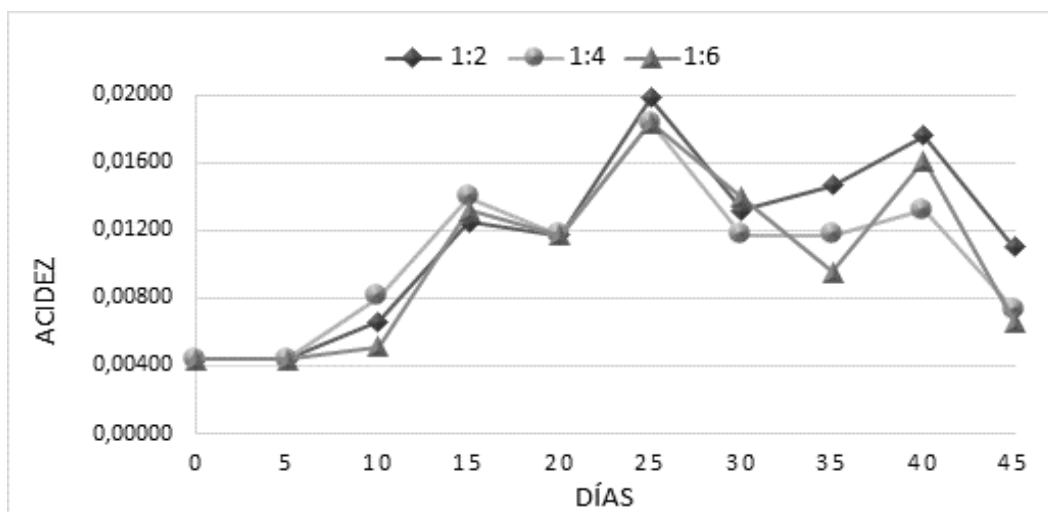
Determinación del pH. El comportamiento que presentó el pH durante los 45 días de fermentación, iniciando en un promedio de 6.27 para las tres relaciones almidón-agua (1:2, 1:4 y 1:6), teniendo un descenso brusco entre los días 0 y 15, continuando con un comportamiento con pocas variaciones, volviéndose casi constante, hasta llegar a valores de 4.68; 4.83 y 4.74 para las relaciones 1:2, 1:4 y 1:6 respectivamente en el día 45 de la fermentación. Este comportamiento fue similar en el pH del sobrenadante, iniciando con valores de 6.44; 6.86 y 6.93 para las relaciones 1:2, 1:4 y 1:6 respectivamente, con un descenso brusco entre los días 5 y 10 y un comportamiento casi constante entre los días 20 y 45, dando valores finales de 4.31, 4.26 y 4.13 para las relaciones 1:2, 1:4 y 1:6 respectivamente. Indicándonos esto el efecto que tienen los microorganismos presentes sobre las cadenas de almidón, produciendo ácido láctico que provoca el descenso del pH.

El nivel de significancia de 0.05 es superior al  $p= 0.00$  respecto a los días de fermentación, rechazando con esto la hipótesis nula 1 y aceptando la hipótesis

alternativa 1, que expresa que al transcurrir los días de fermentación varía el pH. Este descenso a medida que transcurre el tiempo lo confirma la correlación de Pearson que resulto negativa, es decir que es en sentido inverso. La significancia de 0.05 es menor al  $p= 0.973$  respecto a la relación almidón-agua, aceptando con esto la hipótesis nula 2, que nos expresa que la relación almidón-agua no afecta la variación del pH. Esto se atribuye a que el agua es un medio para disolver los componentes del almidón y que estos estén más disponibles para el consumo por parte de los microorganismos presente en la fermentación, por este motivo la relación almidón-agua no afecta a variación del pH.

**Determinación de acidez titulable:** Se puede observar un aumento de la acidez (calculado en términos de contenido de ácido láctico presente en el almidón) casi constante a partir del día 5 hasta el día 15, observando posteriormente un pequeño descenso en el día 20 y un aumento de la acidez para el día 25 en el que obtiene el punto más alto de acidez; y luego se observa un descenso de este parámetro -con unos picos de variaciones- hasta llegar al día 45 en el que aún mantiene valores levemente superiores a los iniciales.

Este ascenso de la acidez del almidón se le atribuye a las enzimas producidas por los microorganismos, ya que al aumentar los días de fermentación las enzimas producidas degradan la molécula de almidón, liberando glucosa susceptible a que se convierta en ácido láctico, aumentando la acidez (Miranda, 2014).



**Gráfica 1.** Comportamiento de la acidez durante la fermentación

La significancia de 0.05 es superior al  $p = 0.00$  concerniente a los días de fermentación, rechazando con esto la hipótesis nula 1 y aceptando la hipótesis alternativa 1, que expresa que al transcurrir los días de fermentación varía significativamente la acidez. Esta acidez aumenta al transcurrir el tiempo, confirmándose a través de la correlación de Pearson que resultó positiva, es decir en sentido directo (Tabla 1).

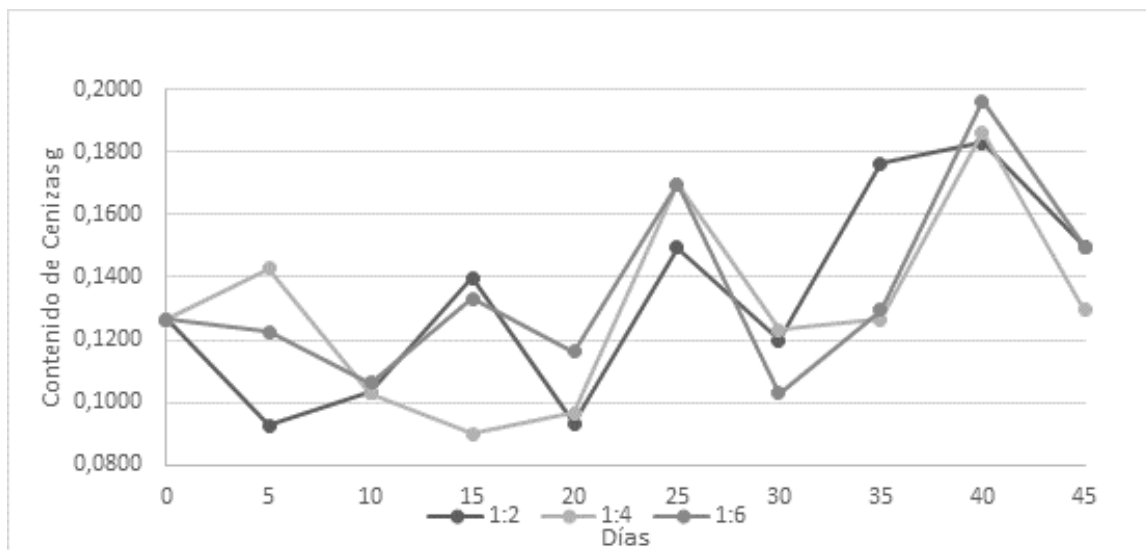
**Tabla 1.** Correlación de Pearson positivas

<p><b>Correlación: DIAS DE FEMENTACION. Acidez</b>            Correlación de Pearson de DIAS DE FEMENTACION y Acidez = 0,531            Valor p = 0,000</p>
<p><b>Correlación: % Humedad. DIAS DE FEMENTACION</b>            Correlación de Pearson de % Humedad y DIAS DE FEMENTACION = 0,349            Valor p = 0,001</p>
<p><b>Correlación: Densidad. DIAS DE FEMENTACION</b>            Correlación de Pearson de Densidad y DIAS DE FEMENTACION = 0,384            Valor p = 0,000</p>
<p><b>Correlación: DIAS DE FEMENTACION. % Cenizas</b>            Correlación de Pearson de DIAS DE FEMENTACION y % Cenizas = 0,343            Valor p = 0,001</p>
<p><b>Correlación: DIAS DE FEMENTACION. 250um&gt;d&gt;212um</b>            Correlación de Pearson de DIAS DE FEMENTACION y 250um&gt;d&gt;212um = 0,106            Valor p = 0,318</p>
<p><b>Correlación: DIAS DE FEMENTACION. 150um&gt;d&gt;125um</b>            Correlación de Pearson de DIAS DE FEMENTACION y 150um&gt;d&gt;125um = 0,419            Valor p = 0,000</p>
<p><b>Correlación: DIAS DE FEMENTACION. d&lt;125um</b>            Correlación de Pearson de DIAS DE FEMENTACION y d&lt;125um = 0,561            Valor p = 0,000</p>

El nivel de significancia de 0.05 es menor al  $p = 0.826$  respecto a la relación almidón-agua, aceptando con esto la hipótesis nula 2, que nos expresa que la relación almidón-agua no afecta la variación de la acidez. Esto se atribuye a que este líquido es un medio para disolver los componentes del almidón y que estos estén más disponibles para el consumo por parte de los microorganismos presente en la

fermentación, que son los principales responsables de la variación de la acidez en el almidón, por este motivo la relación almidón-agua no afecta a variación de la acidez.

**Contenido de cenizas:** Se observa en el Gráfico 2 que el contenido de ceniza durante la fermentación, tenía valores iniciales de 0.1263 g en el día 0, y finales de 0.1497; 0.1296 y 0.1497 para las relaciones 1:2, 1:4 y 1:6 respectivamente en el día 45, obteniendo un pico alto en el día 40 como se observa en la Gráfica 5, con valores de 0.1830, 0.1863 y 0.1963 para las relaciones 1:2, 1:4 y 1:6 respectivamente. No se observa una tendencia marcada al transcurrir la fermentación.



**Gráfica 2.** Comportamiento del contenido de ceniza durante la fermentación

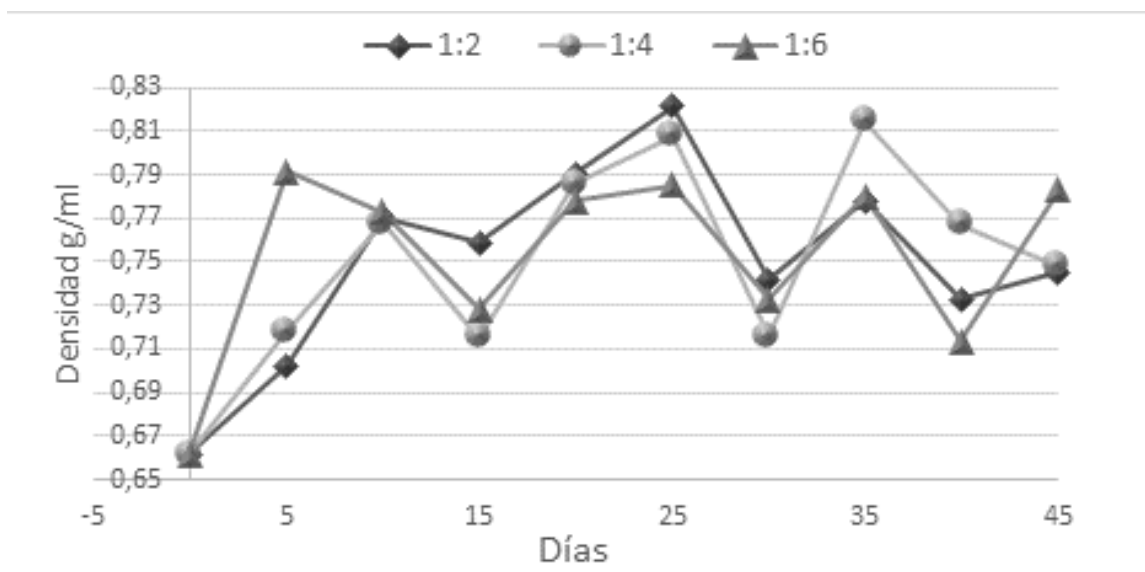
Al comparar estos resultados con lo dicho por Aristizabal *et al.*, (2007) para el almidón de yuca, estos superan el 0.12 por ciento de cenizas, por lo que se considera un almidón con alto contenido de cenizas. Sin embargo, los resultados obtenidos son influenciados por el proceso de secado, debido a que al estar expuestos al ambiente puede caer tierra, arena y/o polvo presente en el medio ambiente.

El nivel de significancia de 0.05 es superior al  $p = 0.046$  respecto a los días de fermentación, rechazando con esto la hipótesis nula 1 y aceptando la hipótesis alternativa 1, cuya expresa que al transcurrir los días de fermentación varía el % de

cenizas en el almidón. Este porcentaje aumenta a medida que transcurren los días, confirmando lo anterior la correlación de Pearson que resultó positiva, es decir en sentido directo (Tabla 1).

La significancia de 0.05 es inferior al  $p=0.907$  respecto a la relación almidón-agua, aceptando con esto la hipótesis nula 2, que nos expresa la relación almidón-agua no afecta la variación del contenido de cenizas en el almidón. Esto se atribuye a que a pesar que las cenizas son solubles en el agua, esta no afecta la cantidad de cenizas presente en la muestra y son fácilmente recuperables por medio de una evaporación a altas temperaturas, por este motivo la relación almidón-agua no afecta a variación del pH.

Densidad aparente: se encontró que los valores obtenidos de la densidad del almidón durante la fermentación, van desde 0.66 g/ml para al día cero, hasta valores de 0.75, 0.75 y 0.78 g/ml para las relaciones 1:2, 1:4 y 1:6 respectivamente en el día 45, obteniendo su mayor densidad en el día 25 con valores de 0.82, 0.81 y 0.79 g/ml para las relaciones 1:2, 1:4 y 1:6 respectivamente (Gráfica 3). Observando con esto que la densidad aparente del almidón de sagú se acerca a la densidad del agua, resultados similares fueron obtenidos por Granados *et al.*, (2014).



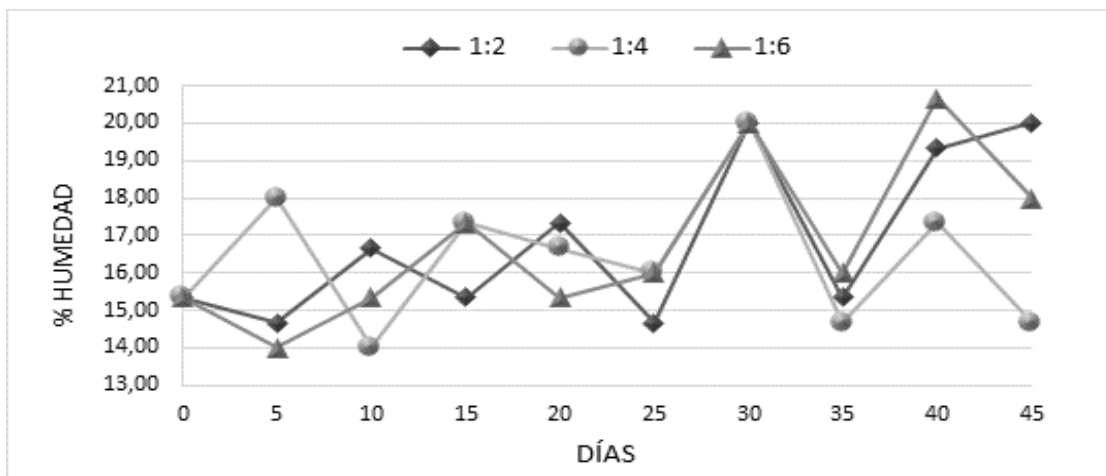
**Gráfica 3.** Comportamiento de la densidad durante la fermentación

El nivel de significancia de 0.05 es superior al  $p= 0.000$  concerniente a los días de fermentación, rechazando con esto la hipótesis nula 1 y aceptando la hipótesis alternativa 1, que expresa que al transcurrir los días de fermentación varía la densidad aparente del almidón. Esta densidad aumenta al transcurrir el tiempo, confirmando esto la correlación de Pearson que resultó positiva, es decir en sentido directo (Tabla 1).

Por otro lado, el nivel de significancia de 0.05 es menor al  $p= 0.990$  respecto a la relación almidón-agua, aceptando con esto la hipótesis nula 2, que expresa que dicha relación no afecta la variación de la densidad del almidón. El agua al ser un medio para disolver los componentes del almidón y que estos estén más disponibles para el consumo por parte de los microorganismos presente en la fermentación, no ejerce gran influencia en la densidad del almidón, debido a que a temperatura ambiente los gránulos de almidón son insolubles en agua (Ovelar, 2019), absorbiendo pequeñas cantidades de esta, que no afecta la densidad del almidón.

**Porcentaje de humedad:** En la Gráfica 4 se observa el comportamiento de la humedad durante la fermentación, se obtuvieron mediciones por encima y por debajo del porcentaje de humedad inicial (15.33%) sin encontrar patrón definido, obteniendo valores finales de 20, 14.67 y 18% para las relaciones 1:2, 1:4 y 1:6 respectivamente. Esta variación se le atribuye a las condiciones ambientales, debido a que se realizó un secado al ambiente durante 5 horas con temperaturas entre los 28 y 38°C y porcentaje de humedad relativa entre 79 y 80%, en los meses de octubre y noviembre del 2018. Este tipo de secado se acogió debido a que es el utilizado por los campesinos de la región para realizar la deshidratación del almidón.

Estos valores se encuentran entre los aceptados por Aristizabal *et al.*, (2007) que indica que el porcentaje de materia seca para el almidón de yuca está entre un 87 y 90%. Teniendo en cuenta que los valores de materia seca obtenidos fueron entre el 80 y 84.67 por ciento, se considera que la diferencia radica principalmente por el método de secado empleado, pues al no realizarse a condiciones controladas se ve influenciado por la humedad del ambiente.



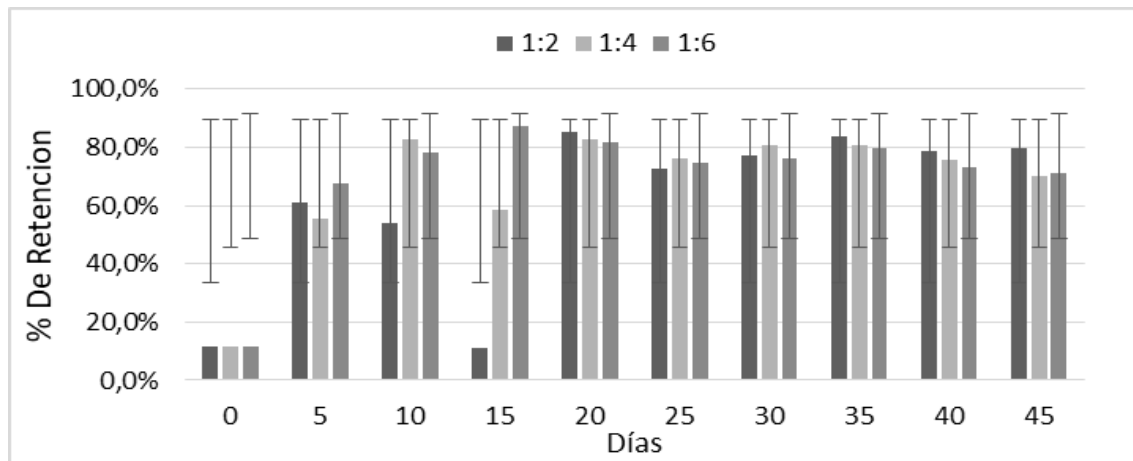
**Gráfica 4.** Comportamiento de la humedad durante la fermentación

La significancia de 0.05 es superior al  $p=0.001$  respecto a los días de fermentación, rechazando con esto la hipótesis nula 1 y aceptando la hipótesis alternativa 1, que señala que al transcurrir los días de fermentación varía el porcentaje de humedad.

El porcentaje de humedad aumenta levemente al transcurrir el tiempo, confirmando esto la correlación de Pearson que resulto positiva, es decir en sentido directo (Tabla 1).

El nivel de significancia de 0.05 es menor al  $p=0.862$  respecto a la relación almidón-agua, aceptando con esto la hipótesis nula 2, que nos expresa la relación almidón-agua no afecta la variación del porcentaje de humedad. El almidón al ser insoluble a temperatura ambiente, absorbe pequeñas cantidades de agua, siendo estas insignificantes en las variaciones del porcentaje de humedad (Ovelar, 2019).

Tamaño de partícula: como se observa en la Gráfica 5, el porcentaje de retención para la criba de 125  $\mu\text{m}$  (criba de menor tamaño) aumenta a medida que transcurre el tiempo de fermentación, indicándonos que el tamaño de partícula disminuye. Esta disminución del tamaño de partícula es conveniente en algunos procesos de panificación, debido a que favorece la hidratación durante el amasado, las partículas pueden absorber mucha agua por tener una mayor área superficial y mayor resistencia a procesos de altas temperaturas (Niño y Romero, 2016). En las tablas B 6, B 7 y B 8 del anexo F se observan los datos de tamaño de partícula para cada una de las relaciones almidón-agua y cada uno de los tamaños de cribas utilizados.



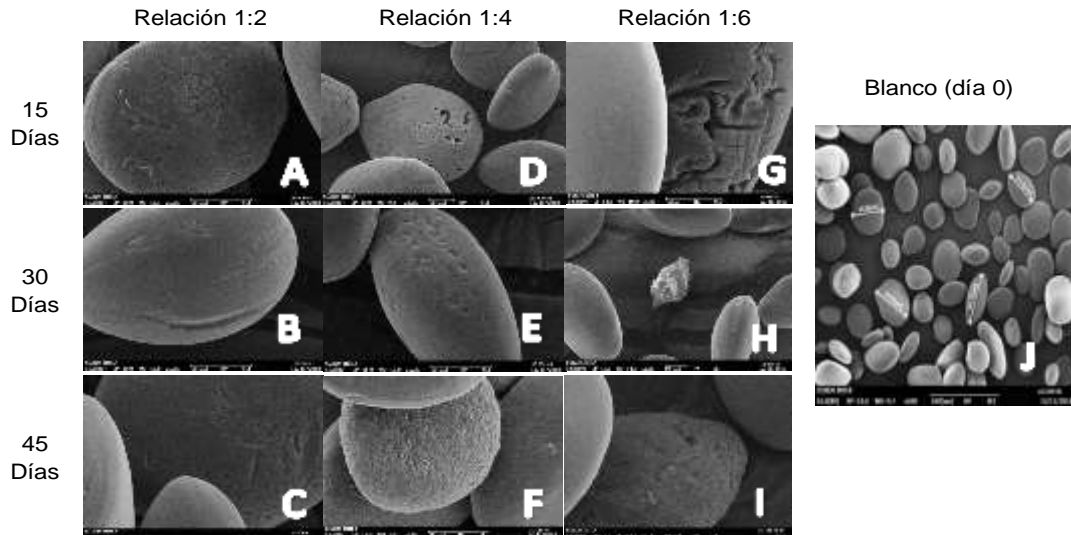
**Gráfica 5.** Comportamiento tamaño de partícula en la criba de 125 µm durante la fermentación

El nivel de significancia de 0.05 es superior al  $p= 0.000$  concerniente a los días de fermentación, rechazando con esto la hipótesis nula 1 y aceptando la hipótesis alternativa 1, que señala que los días de fermentación afectan el tamaño de partícula en el almidón. El tamaño de partícula disminuye a medida que transcurren los días de fermentación, aumentando el porcentaje de retención en los tamices con menor calibre, confirmando lo anterior la correlación de Pearson que resultó positiva, es decir en sentido directo (Tabla 1).

Por otro lado, el nivel de significancia de 0.05 es inferior al  $p= 0.717$  respecto a la relación almidón-agua, aceptando con esto la hipótesis nula 2, que nos expresa que la relación almidón-agua no afecta el tamaño de partícula en el almidón. Esto es debido a que el agua no ejerce gran influencia en los gránulos de almidón -al ser insolubles a temperatura ambiente- por lo que no afecta el tamaño de partícula de este.

**Tamaño de partícula por microscopia electrónica de barrido ambiental (SEM):** en la Figura 1 se observan los gránulos de almidón de sagú, estos fueron gránulos redondeados y de forma ovalada con superficies lisas. Los gránulos (en el patrón base denominado como blanco, Figura 1J) tenían un tamaño de 34 a 60 µm, que se encuentra en los rangos reportado por Thitipraphunkul *et al.*, (2003).





En la imagen (A) relación 1:2 día 15 aumento 5000x, (B) relación 1:2 día 30 aumento 5000x, (C) relación 1:2 día 45 aumento 5000x, (D) relación 1:4 día 15 a aumento 2000x, (E) relación 1:4 día 30 aumento 10000x, (F) relación 1:4 día 45 a aumento 10000x, (G) relación 1:6 día 15 aumento 5000x, (H) relación 1:6 día 30 aumento 10000x, (I) relación 1:6 día 45 aumento 5000x y (J) Blanco día 0 y 500x.

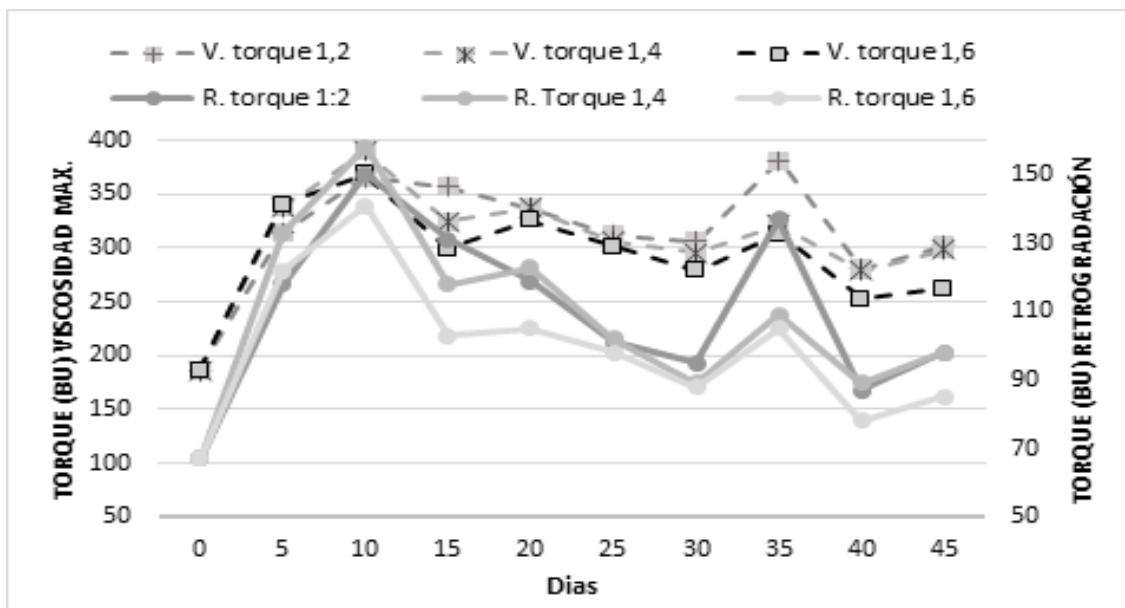
**Figura 1.** Imágenes de partículas de almidón de sagú obtenidas por microscopía electrónica de barrido (SEM).

Por otra parte se observa que, durante la fermentación los gránulos de almidón empezaron a ser degradados por las enzimas (Galvis, 2009) producidas por los microorganismos presentes y causantes de la fermentación (Velíz, 1984), este deterioro o consumo del gránulo del almidón se incrementa a medida que transcurre el tiempo de fermentación, observándose gránulos con superficies porosas y algunos con agujeros profundos, como se ve las imágenes D, G, F e I de la Figura 1. También se observa que el tamaño del gránulo del almidón no fue afectado por los días de fermentación, este mantuvo su rango entre 34 a 60  $\mu\text{m}$  desde el inicio hasta finalizar la fermentación.

#### **Perfil micro visco-amilográfico del almidón:**

**Viscosidad máxima:** Como se observa en la Gráfica 6, la viscosidad máxima del almidón aumenta a medida que transcurre el tiempo de fermentación, dándonos a conocer que su punto más alto de viscosidad máxima se encuentra en el día 10 de

la fermentación con valores de 368, 390 y 369 BU para las relaciones 1:2, 1:4 y 1:6 respectivamente. También podemos observar que al pasar el décimo día de fermentación la viscosidad tiende a bajar y presentar unos valores casi constantes entre los días 40 y 45; teniendo valores finales de 302, 289 y 262 BU (Unidades Brabender) para las relaciones 1:2, 1:4 y 1:6 respectivamente.



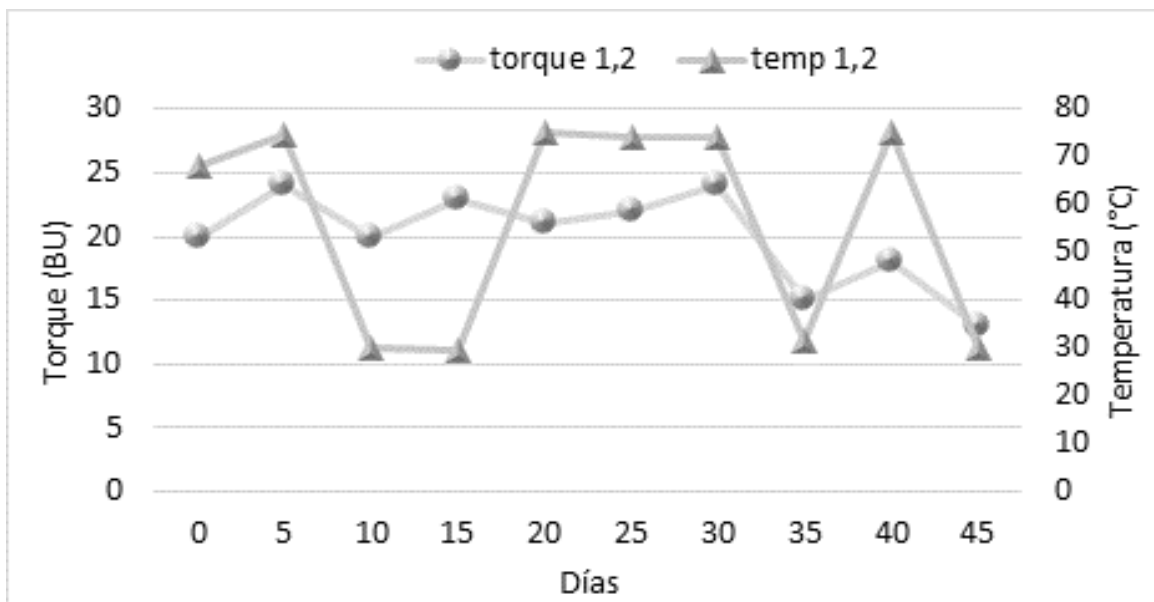
V: Viscosidad máxima, R: Retrogradación

**Gráfica 6.** Comportamiento de la viscosidad máxima durante la fermentación

En el día 10 se alcanza también el máximo valor de las muestras para la retrogradación (Setback) con valores de 150, 158 y 141 BU para las relaciones 1:2, 1:4 y 1:6 respectivamente, indicando que en este punto el almidón es menos susceptible a la degradación y más estable a los cambios de temperatura, sugiriendo una alta estabilidad de sus pastas a los esfuerzos mecánicos (Hernandez *et al.*, 2008), pero como consecuencia tiene menor capacidad de ligar agua, por lo que el producto de panadería tiende a endurecerse más rápido. En comparación con los resultados obtenidos del blanco (viscosidad máxima 186 BU y Setback 67 BU) este es menos estable a cambios de temperatura, por lo que tiende a cambiar ligeramente la viscosidad al momento del enfriado, pero tiene mayor capacidad de retención de agua, por lo que se obtiene una masa (en panadería) más fluida. La

correlación de Pearson da un valor negativo  $-0,276$ , indicándonos que la viscosidad máxima disminuye a medida que transcurre el tiempo de fermentación.

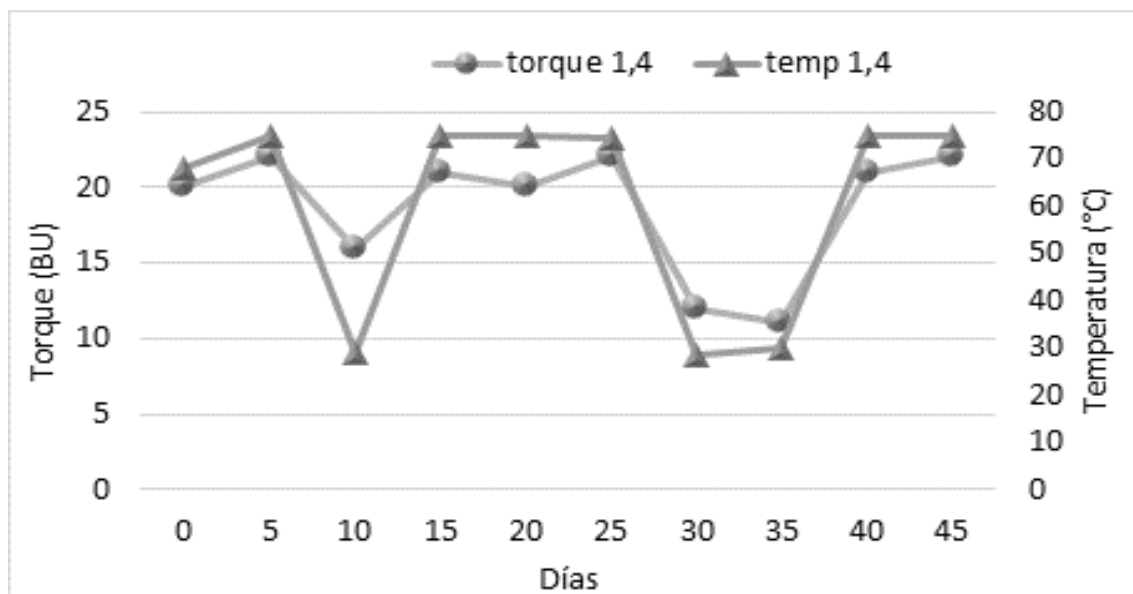
**Gelatinización:** En las Gráficas 7, 8 y 9 se observa el comportamiento que tiene la temperatura de gelatinización durante los 45 días de fermentación. El almidón con relación 1:2 obtuvo unos picos bajos de temperatura de gelatinización en los días 10, 15, 35 y 45 que vario entre  $31.4$  a  $29.5^{\circ}\text{C}$ ; igualmente se vio este comportamiento en el almidón con relación 1:4 en los días 10, 30 y 35 con valores entre  $30.1$  a  $28.7^{\circ}\text{C}$ . En comparación a los dos anteriores el almidón con relación 1:6 tuvo un comportamiento más estable en la temperatura de gelatinización, tenido solo un descenso de esta en el día 30 con un valor de  $29.1^{\circ}\text{C}$ . Estos tipos de almidones son perfectos para productos que necesitan formación de geles sin la necesidad de someterse a tratamientos con temperaturas altas (Mejia, 2019).



**Gráfica 7.** Comportamiento de gelatinización de la relación 1:2 durante la fermentación

En las tres relaciones se encontró que en el día 40 las muestras obtuvieron una temperatura de gelatinización superior a los  $75^{\circ}\text{C}$  muy similar a la reportada por Hernández *et al.*, (2008) de  $74.9$  para el sagú y  $78.4$  para almidón del tubérculo de makal (*Xanthosoma yucatanensis*).

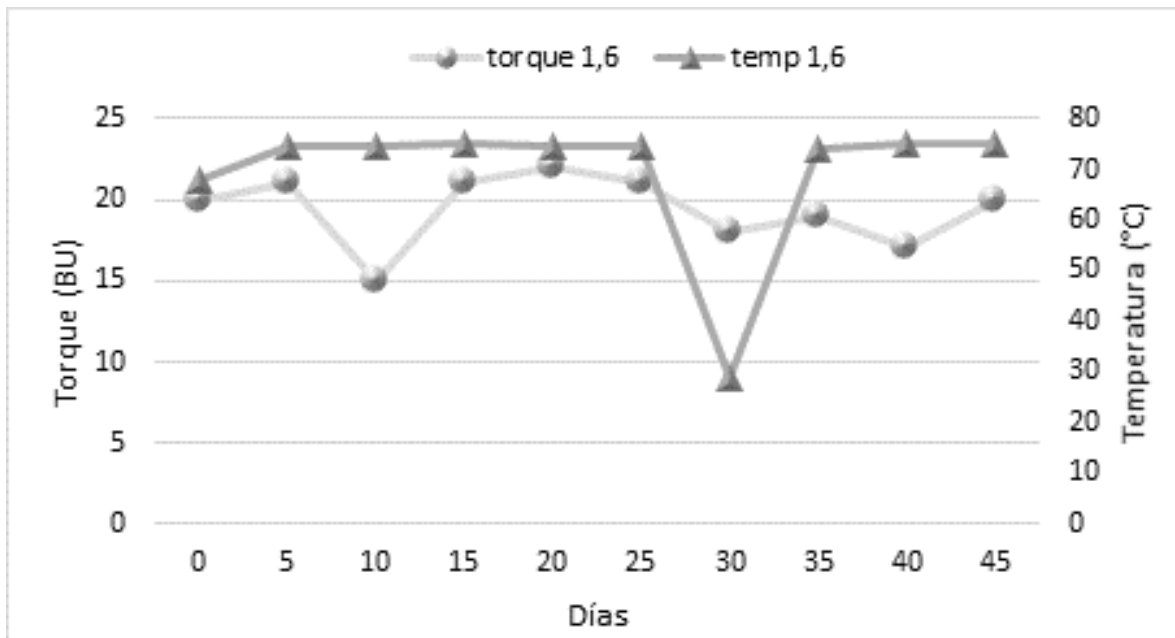
Con relación a la correlación de Pearson esta es negativa  $-0.073$ , muy cercana a cero, dándonos a entender que a medida que transcurren los días de fermentación tiende a presentar un pequeño descenso la temperatura de gelatinización.



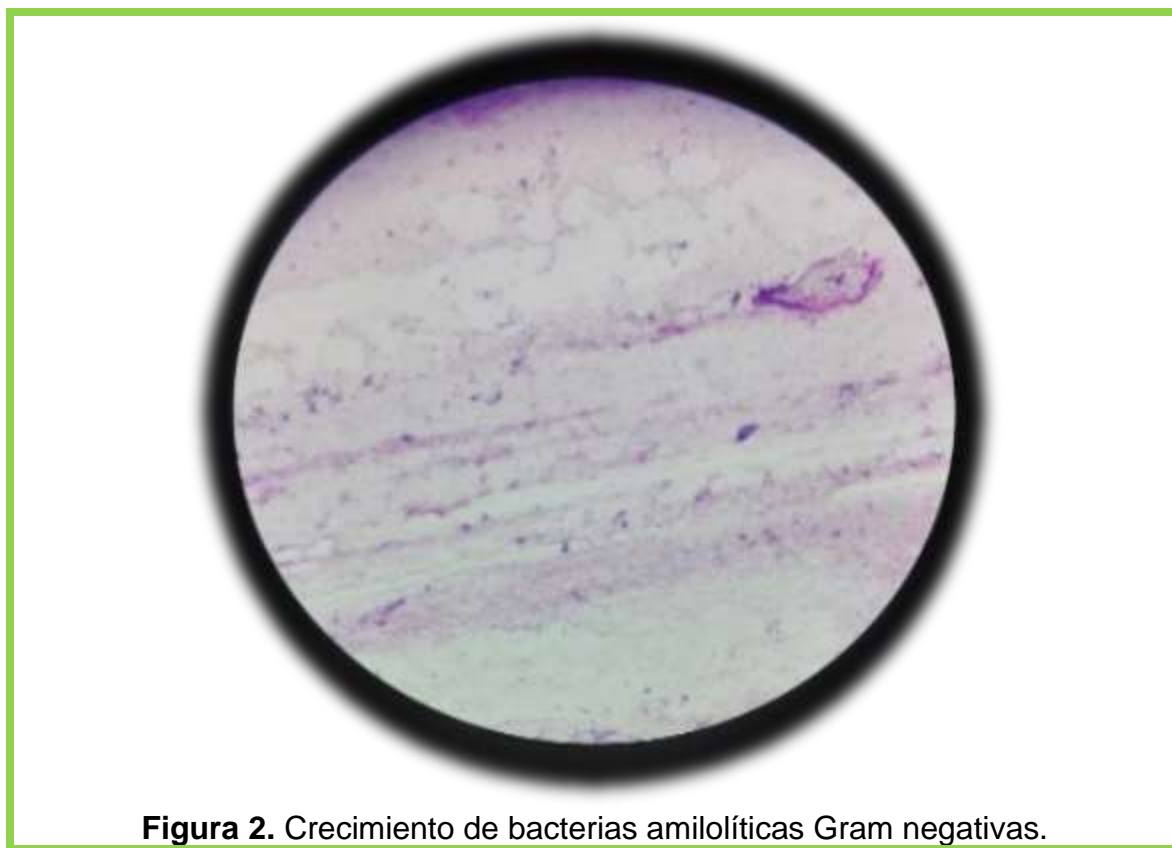
**Gráfica 8.** Comportamiento gelatinización de la relación 1:4 durante la fermentación

### Características microbiológicas de la fermentación del almidón

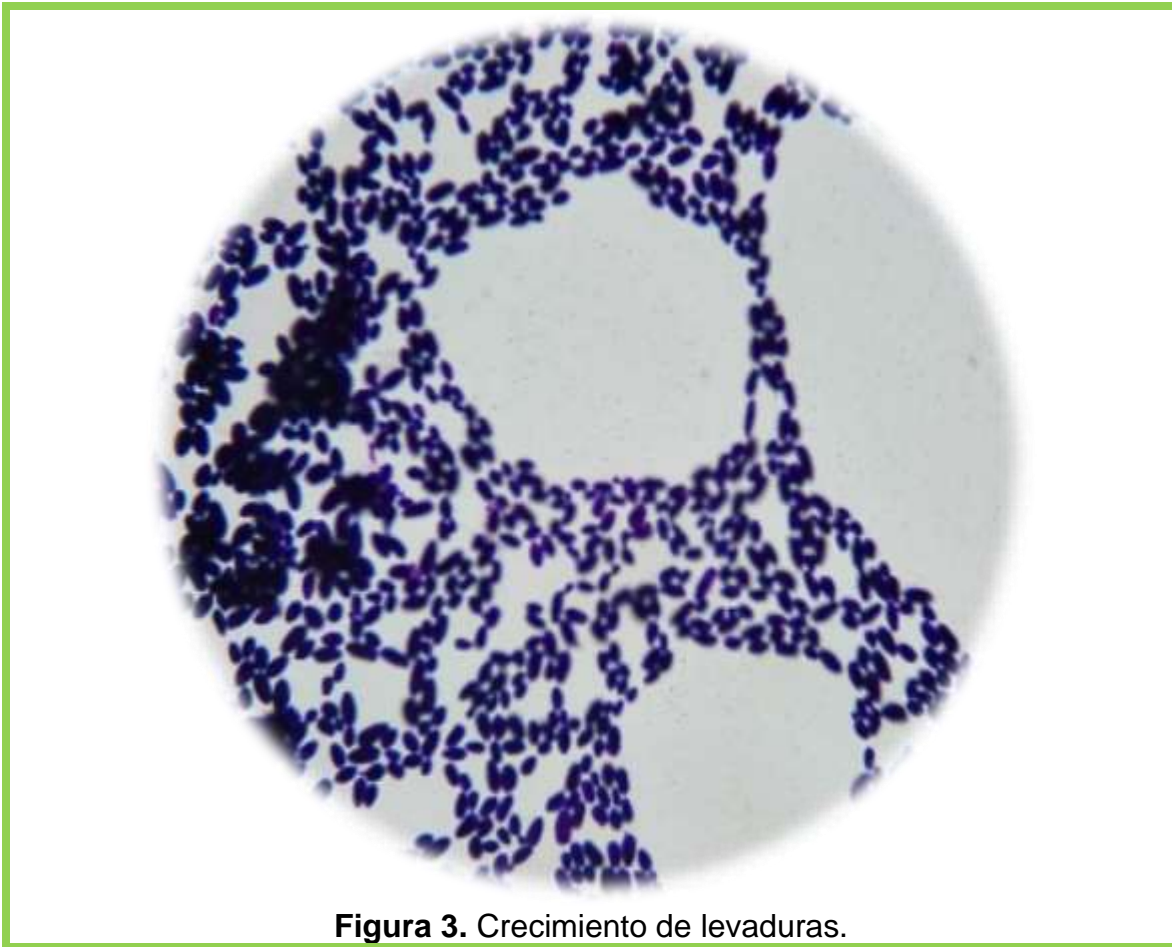
La estructura básica de los sustratos sólidos está conformada por macromoléculas. Estas son la fuente de carbono, nitrógeno y energía para el desarrollo microbiano. La utilización de las macromoléculas requiere la síntesis y secreción de enzimas hidrolíticas por parte del microorganismo (Terebiznik, 1998), en la fermentación de almidones se ha encontrado que los principales microorganismos presentes son productores de enzimas amilasas (Canales y Chavez, 2014). Durante esta fermentación del almidón de sagú (*Canna indica*) se comprobó que sí había presencia de microorganismos amilolíticos y algunas levaduras, como se muestra en las Figuras 2 y 3. Estos microorganismos amilolíticos encontrados se caracterizan por ser Gram negativos, con un halo de inhibición de 2 mm, y catalasa positivos. Además, se observó que a medida que transcurría la fermentación, la presencia de estos microorganismos disminuía, esto fue atribuido al aumento de acidez en el medio (Ascheri, 2009).



**Gráfica 9.** Comportamiento gelatinización de la relación 1:6 durante la fermentación



**Figura 2.** Crecimiento de bacterias amilolíticas Gram negativas.



**Figura 3.** Crecimiento de levaduras.

### **CONCLUSIONES**

Se determinó que el tiempo de fermentación del almidón de sagú es fundamental para la elaboración de almidón agrio de sagú, dependiendo de los días de fermentación el almidón nos aporta características especiales para diferentes tipos de productos y procesos de producción.

Los almidones con temperaturas de gelatinización inferiores a 40°C como los encontrados en la relación 1:2 en los días 10, 15, 35 y 45, y en la relación 1:4 en los días 10, 30 y 35 al tener una temperatura de gelatinización baja y una alta resistencia a la deformación por esfuerzo mecánico, provocando que sean geles estables a temperatura ambiente son aptos para productos de confitería como gomas o geles con baja fluidez. Para fabricar productos que necesiten una alta

fluidez se recomienda la utilización del almidón a 40 días de fermentación de la relación 1:6.

Por otra parte, los resultados obtenidos de viscosidad y gelatinización en los días 40 y 45 de las relaciones 1:4 y 1:6 son aptos para productos como mermeladas, gelatinas, mayonesas, dulces de leche y productos de panadería ya que resisten temperaturas hasta de 75.3°C y tienden a aumentar la viscosidad en la etapa de enfriamiento, además de contar con pH bajos lo que ayuda al inhibir el crecimiento bacteriano y valores altos de acidez que aporta el sabor característico del almidón de sagú. Cabe resaltar que estos almidones no son aptos para todas las variedades de panes, para seleccionar el tipo de pan que se puede hacer con estos almidones hay que realizarles una prueba de expansión.

La relación que tiene los días de fermentación con las variables de acidez, humedad, densidad, cenizas y tamaño de partícula (menores a 125 µm) muestra una relación directa, confirmándolo la correlación de Pearson; a mayor tiempo de fermentación afecta de manera positiva las variables. Contrario pasa con las variables pH, temperatura de gelatinización y viscosidad máxima cuya relación es inversa, es decir, negativa, disminuyen a medida que transcurren los días de fermentación.

Estadísticamente se comprobó que la relación almidón-agua empleada en la fermentación del almidón de sagú no afecta las variables de pH, acidez, humedad, densidad aparente, contenido de cenizas y tamaño de partícula.

### **RECOMENDACIONES**

Esta investigación se realizó con las condiciones en las que se procesa actualmente el almidón de sagú en la región, por lo que se recomienda a las personas que deseen continuar con investigaciones similares realizar un secado en condiciones controladas o secado artificial, ya que este punto es crítico para la obtención del producto final, debido a que los rayos UV -sin controlarlos- oxida excesivamente el almidón y al estar expuesto al ambiente puede aumentar el contenido de cenizas.

A partir de los potenciales usos encontrados durante esta modificación de almidón de sagú (*Canna indica*), se recomienda que se realicen más estudios que permitan profundizar la caracterización de este almidón, principalmente pruebas como: expansión para el uso en panadería, pureza del almidón, contenido de amilosa y amilopectina, calorimetría diferencial de barrido, entre otras. Esto con el fin de complementar esta investigación y ser pioneros en la posible agroindustria de la fermentación de almidón de sagú.

Además, desde la perspectiva microbiológica se recomienda también realizar el sistema de fermentación a menor escala y de esta forma poder caracterizar los microorganismos presentes en la fermentación.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Acevedo, A., Angarita, A., Leon, M. V., Franco, K. L. Sustentabilidad y variabilidad climática: acciones agroecológicas participativas de adaptación y resiliencia socioecológica en la región alto-andina Colombiana. Luna Azul, p 6-26. 2017.
2. Acosta A. P., Blanco C. Obtención y caracterización de almidones nativos colombianos para su evaluación como posibles alternativas en la industria alimentaria. Cartagena de Indias D.T.: Universidad de Cartagena. 2013.
3. Acosta A. A. Estudio de viscosidad aparente en sistemas simples y multifásicos de baja densidad en función de la temperatura, mediante el uso de visco-analizador. s.l.: Universidad Autónoma de Querétaro. 2013.
4. Alonso L. *et al.* Physicochemical transformation of cassava starch during fermentation for production of sour cassava starch in Colombia. Starch, biosynthesis Nutrition Biochemical. 2016
5. Andrade, M., Tapia B, D., Menegalle, F. Physical-chemical, terminal and functional properties of achira (*Canna indica* L.) flour and starch from different geographical origin. Starch/Stärke, p 348-358. 2012.
6. Aristizabal, J., Sanchez, T., Mejia, D. Guía Técnica para la producción y análisis de almidón de yuca. En: Roma: Boletín de servicios agrícolas de la FAO, p 61-91. 2007.
7. Ascheri D. Determinación del tiempo óptimo de la fermentación del almidón de yuca (*Manihot Esculenta*, Crantz), en la fabricación del almidón agro. 2009. Disponible En: <https://www.worldcat.org/title/determinacion-del-tiempo-optimo-de-la-fermentacion-del-almidon-de-yuca-manihot-esculenta-crantz-en-la-fabricacion-del-almidon-agrio/oclc/780258090?referer=di&ht=edition>
8. Association Of Official Analytical Chemists International (AOAC). Ash of flour, ceniza de harina. 7<sup>th</sup> ed. s.l.:s.n. 2000.
9. Association Of Official Analytical Chemists International (AOAC). pH de harina. s.l.:s.n. 2005.



10. Association Of Official Analytical Chemists International (AOAC). 925.10/95. Official Methods of Analysis or Association of Official Analytical Chemists International. 17<sup>th</sup> ed. s.l.:s.n., s.f.
11. Badui D, S. Hidratos de carbono. En: Química de alimentos. s.l.: Pearson, p 67-70. s.f.
12. Bello L. A. *et al.* Propiedades químicas y funcionales del almidón modificado de plátano *Musa paradisiaca* L. (Var. Macho). *Agrociencia*, p 169-180. 2002.
13. Benavides, H. Guía de aplicación de técnicas de microbiología (bacterias y hongos) para ser utilizado en microbiología general. San Salvador: Universidad de El Salvador. 2007.
14. Brabender® GmbH & Co. KG, Micro Visco-Amilógrafo®. Ficha técnica de equipo. 2018. Disponible En: <https://www.brabender.com/typo3conf/ext/cokcb2web/Resources/Public/Files/files.php?d=1&p=WTJRMG1Zd01WbE9XNVptVVpgVTFqZ3dOUmxZVGIPR1pOR1k9X1lqRXpaMmhp.pdf>
15. Caicedo Dia, G. E., Roza Wilches, L. S., Rengifo Benitez, G. La achira alternativa agroindustrial para áreas de economía campesina. *Corpoica-Pronatta*, p 14-15. 2003.
16. Canales, P., Chavez, E. Caracterización de bacterias halófilas productoras de amilasas aisladas en las Salinas de San Blas. *Revista colombiana de biotecnología*, p 150-157. 2014.
17. Casarrubias, G *et al.*, Diferencias estructurales y reológicas entre almidones de frutas y cereales. *Agrociencia*, 46 (5). 2012.
18. Espinisa Solis, V. Yautepec: Instituto Politécnico Nacional. 2008.
19. Galvis, M. Estudio del proceso de fermentación de glucosa para la producción de bioetanol a partir de levaduras nativas. s.l.: Universidad Industrial de Santander. 2009.
20. Gonzales Góngora, I., Hernández Muños, D. Modificación del almidón de sagú por vía química, física y enzimática. *Revista de Ciencias Farmacéuticas y Alimentarias*, 1 (2). 2015.
21. Granados, C. *et al.* Propiedades funcionales del almidón de sagú (*Maranta arundinacea*). *Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial*, p 90-96. 2014.
22. Hernandez, M., Torruco, J., Chel, L., Betancur, D. Caracterización fisicoquímica de almidones de tubérculos cultivados en Yucatán, México. *Food Science and Technology*, 28 (3): 718-726. 2008.
23. Hoyos Leyva, J. *et al.* Morphological, Physicochemical and functional characteristics of starch from *Maranta ruiziana* Koern. *LWT- Food Science and Technology*, p 150-156. 2017.
24. INTEK GROUP S.A.S, Inteckgroup. 2018. Disponible En: <http://intekgroup.com.co/microscopia/microscopio-electronico-de-barrido/>
25. ISI. Determination of starch size distribution by screening. s.l. 2015. Disponible En: <http://www.starch.dk/isi/methods/index.htm>
26. Manmeet, K., Oberio, D., Sogi, D., Gill, B., Physicochemical, morphological and pasting properties of acid treated starches from different botanical sources. *Journal Food Sci Technol*, 48 (4): 460-465. 2011.

27. Martínez, F., López, M., Zazueta, J., Morales, E. Preparación y propiedades de almidones pregelatinizados de yuca (*Manihot esculenta*. Crantz.) y Jímica (*Pachyrhizus erosus*) usando calentamiento óhmico. *Agrociencia*, p 275-283. 2005.
28. Martínez O. *et al.* Mecanismos de gelatinización del almidón nativo de banano exportable del Ecuador. *Revista Colombiana de Química*, 44 (2): 16-21. 2015.
29. Meaño Correa, N., Ciarfella Perez, A., Dorta Villagas, A. Caracterización morfológica y perfil viscoamilográfico del almidón nativo de Ñame congo (*Dioscorea bulbifera* L.). *Saber, Universidad de Oriente*, p 250-256. 2016.
30. Mejía, A. Director de I+D de alimentos y productos en polvo POLTEC S.A.S. [Entrevista] Feb. 2019.
31. Meré, J. Madrid: Univesidad Carlos III de Madrid. 2009.
32. Miranda, J. A. Evaluación del efecto de *Lactabacillus casei* y de la mezcla de cepas (*Delbruekii* ssp. *Bulgaricus*, *bifidobacterium*) sobre dos propiedades funcionales del almidón agrio de yuca (*Manihot sculenta crantz*). Bogotá D.C.: Fundación Universitaria Agraria de Colombia. Facultad Ingeniería de Alimentos. 2014.
33. Miyasaki, M., Van Hung, P., Maeda, T., Morita, N. Avances recientes en la aplicación de almidones modificados para panificación. *Tendencias en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 17 (11): 591-599. 2006.
34. Murúa B, B., Martínez, F. Preparation of starch derivaties usong reactive extrusion and evaluation of modified starches as shell material for encapsularion of flavoring agents by spary drying. *Journal of Food Enguneering*, p 380-386. 2011.
35. Niño Lopez, A. M., Romero Garzon, A. M. Caracterización fisicoquímica del almidón de yuca fermentado variedad -brasileira- Mcol 2737 con proyección a aplicaciones agroindustriales. Villavicencio: Tesis de grado Universidad de los Llanos. 2016.
36. Ovelar V. Seminario gelatinización y retrogradación. 2019. Disponible En: <https://www.studocu.com/en/document/universidad-nacional-de-la-plata/estructural/summaries/seminario-gelatinizacionyretrogrdacion-25483/1599438/view>
37. Peñaranda C, O. I., Perilla, J. E., Algecira E., N. A. Revisión de la modificación química del almidón con ácidos orgánicos. *Revista ingeniería e investigación*, Diciembre, 28 (3): 47-52. 2008.
38. Ramírez, J. C. *et al.* Bacterias lácticas: importancia en alimentos y sus efectos en la salud. *Revista Fuente*, 2 (7). 2011
39. Rincón Suarez, L., Villamil Novoa, F. A. Obtención y caracterización fisicoquímica y microbiológica del almidón agrio para el mejoramiento del proceso de fermentación. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. 2005.
40. Rodríguez Borray, G. A., Garcia Bernal, H. R., Camacho Tamayo, J. H., Arias G., F. L. El almidón de achira o Sagú (*Canna edulis*. Ker) manual técnico para su elaboración. En: Tibaitatá, Cundinamarca: Corpoica- Pronnatta. 2003.
41. Rodríguez, G., García, H., Camacho, J., Rivera, J. Concepción de un modelo de agroindustria rural para la elaboración de harina y almidón a partir de raíces y tubérculos promisorios, con énfasis en los casos de achira (*Canna edulis*),

- arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*) y ñame (*Dioscorea* sp.), Tibaitatá: Corpoica & Pronatta. 2003.
42. Smith, R. Characterization and analysis of starches. Caracterización y análisis de almidones. Stach: Chemistry and technology, Vol. II, p 593. 1967.
  43. Terebiznik, M. R. Alfa-amilasa de *Aspergillus oryzae*: Estudios de producción por fermentación en sustrato sólido, purificación y estabilización. Buenos Aires: Biblioteca Digital FCEN - UBA. 1998.
  44. Thitipraphunkul, K., Uttapap, D., Piyachamkwam, K., Takeda, Y. A comparative study of edible canna (*Canna edulis*) starch from different cultivars. Part I. Chemical composition and physicochemical properties. *Carbohydrate Polymers*, 53 (3): 317-324. 2003.
  45. Vargas, G., Marínez, P., Velezmero, C. Propiedades funcionales de almidón de papa (*Solanum tuberosum*) y su modificación química por acetilación. *Scientia Agropecuaria*, 7 (3): 223-230. 2016.
  46. Velíz, R. Hidrólisis del almidón de yuca por fermentación sumergida con *Aspergillus Niger* para la obtención de glucosa y producción de alcohol etílico. s.l.:s.n. 1984.
  47. Villagra, A. Almidón retrogradado en el tratamiento dietoterápico de la Diabetes Mellitus tipo 2. Licenciatura en alimentación. Universidad ISALUD, 21 p. 2010.

**Digestibilidad *in vivo* de morera (*Morus alba*), con diferentes niveles de concentrado en curies (*Cavia porcellus*)**

*In vivo* digestibility of morera (*Morus alba*), with different levels of concentrate in guinea pig (*Cavia porcellus*)

Digestibilidade *in vivo* da amoreira (*Morus alba*), com diferentes níveis de concentrado em cobaia (*Cavia porcellus*)

Daniel Enrique Villegas González<sup>1</sup> y María Ligia Roa Vega<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Medico Veterinario Zootecnista, Universidad de los Llanos y

<sup>2</sup>Zootecnista, Esp, MSc, Directora Grupo de Investigación Agroforestería, Docente Universidad de los Llanos

[daniel.villegas@unillanos.edu.co](mailto:daniel.villegas@unillanos.edu.co)

Recibido 20 de septiembre 2020, aceptado 16 noviembre 2020

## RESUMEN

La carne de cuy (*Cavia porcellus*) tiene una elevada demanda en Ecuador, Perú y Colombia principalmente en Pasto. Se ha evidenciado que su consumo se ha extendido hacia gran parte del país, existen pocos estudios que involucren estos animales y mucho menos evalúen las estrategias alimenticias en su comportamiento en cuanto a metabolismo y aprovechamiento de nutrientes. De la misma manera no se conocen alternativas teniendo en cuenta que esta especie consume gran cantidad de forrajes, lo que favorece por la disminución en costos de producción de carne, evitando el uso de concentrado al 100%, puesto que este insumo tiene un costo elevado, además, influye de manera negativa en sabor de la carne. El presente estudio se realizó en el municipio de Villavicencio, con una altitud de 465 metros sobre el nivel del mar, temperatura promedio de 27°C y precipitación anual entre 1900 y 3250 milímetros. Los cuyes se fueron distribuidos en cuatro tratamientos con tres repeticiones y cada una con dos unidades experimentales, para un total de 24 animales con un peso promedio 1027.5 ± 19 g distribuidos en un diseño completamente al azar, los cuales se alojaron en jaulas y sometidos a un periodo de acostumbramiento de cinco días, y cuatro de toma de datos que se

realizó a partir del día quinto. Para cada repetición se tomaron cuatro muestras, las cuales fueron evaluadas en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Universidad de los Llanos. Las dietas suministradas por día a todos los tratamientos fueron morera fresca (MF) *ad libitum*, suplementados de la siguiente manera: T1 con concentrado comercial (CC), 1% de su peso vivo (PV); T2: CC, 2% de su PV; T3: CC 3% de su PV y T4: únicamente MF. Se realizaron análisis nutricionales a las dietas y excretas. Las variables a evaluar fueron coeficientes de digestibilidad (Cod) de la materia seca (MS), proteína, grasa, extracto no nitrogenado (ENN), fibra cruda (FC), % nutrientes digestibles totales (NDT); cálculos de: Energía digestible (ED) y energía metabolizable (EM), Cod: método que valora el consumo y la excreción de los nutrientes para determinar el aprovechamiento en el tracto digestivo. El estudio fue importante en el sentido de que se estimaron valores de referencia para el sector en términos de digestibilidad de la morera y el concentrado comercial en cuyes. Se determinó que las dietas de mejor comportamiento ( $P < 0.05$ ), fueron CC al 2% (T2) y 3% (T3) del PV, a pesar que la que mayores valores de digestibilidad obtenidos fue para T3, el T2 observó un comportamiento similar según el estudio, pudiéndose utilizar sin disminuir drásticamente la digestibilidad y ahorrando un 1% de concentrado por animal representado un ahorro importante.

**Palabras clave:** Arbustivas, alimentación, *Cavia porcellus*.

### ABSTRACT

Guinea pig (*Cavia porcellus*) meat is in high demand in Ecuador, Peru and Colombia, mainly in Pasto. It has been shown that their consumption has spread to a large part of the country, there are few studies that involve these animals and much less evaluate the nutritional strategies in their behavior in terms of metabolism and use of nutrients. In the same way, there are no known alternatives, taking into account that this species consumes a large amount of forage, which favors the decrease in meat production costs, avoiding the use of 100% concentrate, since this input has a high cost. In addition, it has a negative influence on the flavor of the meat. The present study was carried out in the municipality of Villavicencio, with an altitude of 465 meters above sea level, an average temperature of 27°C and annual rainfall

between 1900 and 3250 millimeters. The guinea pigs were distributed in four treatments with three repetitions and each one with two experimental units, for a total of 24 animals with an average weight of  $1027.5 \pm 19$  g distributed in a completely random design, which were housed in cages and subjected to a period of acclimatization of five days, and four days of data collection that was carried out from the fifth day. For each repetition, four samples were taken, which were evaluated in the Animal Nutrition Laboratory of the University of Los Llanos. The diets supplied per day to all the treatments were fresh mulberry (FM) *ad libitum*, supplemented as follows: T1 with commercial concentrate (CC), 1% of its live weight (LW); T2: CC, 2% of your LW; T3: CC 3% of your LW and T4: FM only. Nutritional analyzes were carried out on the diets and excreta. The variables to evaluate were digestibility coefficients (Cod) of dry matter (DM), protein, fat, non-nitrogenous extract (NNE), crude fiber (CF), % total digestible nutrients (TDN); calculations of: digestible energy (DE) and metabolized energy (ME), Cod: method that assesses the consumption and excretion of nutrients to determine the use in the digestive tract. The study was important in the sense that reference values were estimated for the sector in terms of digestibility of mulberry and commercial concentrate in guinea pigs. It was determined that the diets with the best performance ( $P < 0.05$ ) were CC at 2% (T2) and 3% (T3) of the LW, although the one with the highest digestibility values obtained was for T3, the T2 observed a similar behavior according to the study, being able to use without drastically reducing digestibility and saving 1% of concentrate per animal representing a significant saving.

**Keywords:** Shrubby, feeding, *Cavia porcellus*.

## RESUMO

A carne de cobaias (*Cavia porcellus*) tem alta demanda no Equador, Peru e Colômbia, principalmente em Pasto. Está comprovado que seu consumo se espalhou por grande parte do país, poucos são os estudos que envolvem esses animais e muito menos avaliam as estratégias nutricionais em seu comportamento quanto ao metabolismo e uso de nutrientes. Da mesma forma, não existem alternativas conhecidas, visto que esta espécie consome grande quantidade de

forragem, o que favorece a diminuição dos custos de produção de carne, evitando o uso de concentrado 100%, visto que este insumo possui alto custo. Além disso, influencia negativamente o sabor da carne. O presente estudo foi realizado no município de Villavicencio, com altitude de 465 metros acima do nível do mar, temperatura média de 27°C e pluviosidade anual entre 1900 e 3250 milímetros. As cobaias foram distribuídas em quatro tratamentos com três repetições e cada um com duas unidades experimentais, totalizando 24 animais com peso médio de  $1027.5 \pm 19$  g distribuídos em delineamento inteiramente ao acaso, os quais foram alojados em gaiolas e submetido a um período de aclimatação de cinco dias, sendo quatro dias de coleta de dados que foi realizada a partir do quinto dia. Para cada repetição, foram retiradas quatro amostras, as quais foram avaliadas no Laboratório de Nutrição Animal da Universidade de Los Llanos. As dietas fornecidas por dia para todos os tratamentos foram amora in natura (AF) *ad libitum*, suplementada da seguinte forma: T1 com concentrado comercial (CC), 1% do seu peso vivo (PV); T2: CC, 2% do seu PV; T3: CC 3% de seu PV e T4: AF apenas. Análises nutricionais foram realizadas nas dietas e excrementos. As variáveis avaliadas foram: coeficientes de digestibilidade (Bacalhau) da matéria seca (MS), proteína, gordura, extrato não nitrogenado (ENN), fibra bruta (FC), % de nutrientes digestíveis totais (NDT); cálculos de: energia digestível (ED) e energia metabolizada (EM); Bacalhau: método que avalia o consumo e a excreção de nutrientes para determinar o uso no trato digestivo. O estudo foi importante na medida em que foram estimados valores de referência para o setor em termos de digestibilidade da amora e do concentrado comercial em cobaias. Determinou-se que as dietas com melhor desempenho ( $P < 0.05$ ) foram CC a 2% (T2) e 3% (T3) do PV, embora aquela com os maiores valores de digestibilidade obtidos tenha sido para T3, o T2 observado comportamento semelhante de acordo com o estudo, podendo utilizar sem reduzir drasticamente a digestibilidade e economizando 1% de concentrado por animal representando uma economia significativa.

**Palavras-chave:** Arbustivo, alimentação, *Cavia porcellus*.

## INTRODUCCIÓN

La carne de cuy (*Cavia porcellus*) tiene una elevada demanda en Ecuador, Perú y Colombia principalmente en Pasto. Se ha evidenciado que su consumo se ha extendido hacia gran parte del país, existen pocos estudios en el Meta que involucren estos animales y mucho menos evalúen las estrategias alimenticias y el comportamiento del animal en cuanto a metabolismo y aprovechamiento de nutrientes. De la misma manera no se conocen alternativas de alimentación teniendo en cuenta que esta especie consume gran cantidad de forrajes, lo que favorece que los costos de producción de carne sean bajos, evitando el uso de concentrado al 100%, puesto que este insumo tiene un costo elevado. Además, estos alimentos influyen de manera negativa en sabor de la carne de cuy. Existen pocas experiencias de alimentación reportadas por la literatura que puedan ser utilizadas como opciones por parte del productor. En Colombia ha tomado gran acogida el consumo de carne de cuy presentándose así otra alternativa de seguridad alimentaria, la producción de carne de cuyes (*Cavia porcellus*) que, por su alto consumo de forrajes, da como resultado una de buena palatabilidad para los seres humanos. La cuyicultura ha crecido en los últimos años en Colombia y en el Meta, siendo este un animal que para su pequeña talla aporta gran cantidad de carne, sabor agradable, niveles elevados de proteína, sumado a esto se puede decir que tienen un crecimiento rápido, no requieren mucho espacio, siendo resistentes y tolerantes a los cambios de temperatura. Una de las producciones con más auge en la actualidad es la industria avícola la cual tiene una participación en el producto interno bruto agropecuario de 7.8% (Fedegan, 2011), sus costos de producción son muy elevados a tal punto de que el productor tenga que cumplir un mínimo de producción para justificar la inversión. Con respecto a sus valores nutricionales tiene 20% de proteína, 4% de grasa, calorías 388.9 kcal/100 g (Carvajal, 2001), en cuanto a la carne Santos, (2007) reporta que la carne de cuy es magra, es decir con un porcentaje de grasa menor al 10%, con alto contenido de proteínas (20.3%), baja en contenidos de colesterol (65 mg/100 g) y sodio, por lo que es ideal para incluirla en una alimentación variada y equilibrada, de la misma manera es una alternativa que ofrece parámetros saludables para diferentes poblaciones que no pueden



consumir altos niveles de colesterol. La carne de cuy en Colombia tiene un valor elevado, por lo que en el momento de industrializar el producto no va a generar impacto negativo. El cuy se explota en la región Andina de Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú; se adapta a diversas condiciones climáticas pudiendo encontrarse desde la costa o el llano hasta alturas de 4500 msnm y en zonas tanto frías como cálidas (Hurtado *et al.*, 2012) de la misma manera los autores exponen que los cuyes carecen de las enzimas necesarias para convertir L-gulonolactona en ácido ascórbico, por eso, al ser alimentados con forrajes secos deben recibir una suplementación de vitamina C. Es un animal pequeño muy dócil y fácil de manejar, herbívoro, mono gástrico, tiene un estómago donde inicia su digestión enzimática y un ciego funcional donde se realiza la fermentación bacteriana de forrajes y granos, tiene un aporte de proteína elevado, 20.3 % y de grasa de 7.8% (Sanchez, 2014). Con respecto a los parámetros reproductivos del animal Pajares, (2009) expone que las hembras son fértiles a la edad de 50 a 70 días y los machos a los 50 días; por eso hay que criarlos separados hasta la edad de reproducción, el período de gestación es de 68 días, a veces hasta con ocho crías por parto, su crecimiento del cuy es rápido durante las tres primeras semanas debido al valor nutricional de la leche materna y al consumo de alimento que inicia a las pocas horas del nacimiento, en virtud de estas características es posible realizar destetes precoces.

El término “digestibilidad del alimento o de la materia seca” es usado para describir la porción del alimento absorbido por el organismo que es medido como la diferencia entre el total de alimento ingerido y la cantidad de heces producidas en un tiempo determinado (Cruz *et al.*, 2008).

El análisis del aprovechamiento de cada uno de los nutrientes en el organismo del animal se hace teniendo en cuenta su digestibilidad, esta valoración se consigue con diferentes métodos. La digestibilidad *in vivo* de un alimento se puede medir directa e indirectamente. En la forma directa se registra exactamente el consumo de alimento y la excreción fecal de un animal sometido a un tratamiento específico, en un período de tiempo dado. Como desventaja de este método, puede existir contaminación entre excretas con la orina; además el confinamiento de los animales

reduce el tono muscular y probablemente disminuye el tránsito de ingesta, por lo tanto, se puede sobre-estimar la digestibilidad con respecto a los animales no alojados en jaulas. La forma indirecta para medir la digestibilidad no requiere cuantificar el consumo ni la excreción fecal, se puede utilizar marcadores inertes que no contengan ningún nutriente, se agregan incluyéndolos en el alimento (Perez *et al.*, 2010). El desarrollo de la digestibilidad comparada permite encontrar la relación del aprovechamiento de la proteína en el animal, utilizando nuevas alternativas de alimentación y confrontándolas con el concentrado comercial comúnmente utilizado en la cunicultura.

Pond y Church, (1994) afirman que el método de los nutrientes digestibles totales (NDT) valora el alimento en su contenido de energía, partiendo de los cálculos de digestibilidad directa *in vivo*, donde se mide el nutriente consumido (NC) y el excretado (NE), realizando los análisis proximales para aplicar fórmulas y así determinar los coeficientes de digestibilidad de cada nutriente (cod). Al contenido de carbohidratos digestibles, llamado extracto no nitrogenado digestible (ENN), se le suma las fracciones de fibra, proteína y la grasa digestible (ésta última multiplicada por la constante 2.25, esto debido a su contenido. El valor energético relativo 100% de un ingrediente es equivalente 1 kg de ND, que a su vez es igual 4400 Kcal de energía digestible (ED) o a 3560 Kcal de energía metabolizable (EM).

La digestibilidad es uno de los factores más importantes para evaluar la calidad nutritiva de las raciones que consumen los animales domésticos, porque indica el grado en que los nutrientes de los ingredientes van a ser aprovechados directamente por el animal. Una buena digestibilidad de la dieta resultará en una mayor productividad por parte del animal. Existen diferentes maneras de determinar la digestibilidad de los nutrientes, tales como las pruebas de digestibilidad *in vivo* (método de colección total o parcial), digestibilidad *in situ* y digestibilidad *in vitro* (Barreyro, 2000). La morera se encuentra en alturas desde el nivel del mar hasta 4000 metros de altura, en zonas secas y húmedas, no es tolerante a suelos mal drenados y muy compactos (Benavides, 1995), el valor nutricional de la especie a trabajar juega un papel importante para el conocimiento del aprovechamiento por

parte del animal y de la misma manera la evaluación de la calidad y aporte, en este orden de ideas (Medina *et al.*, 2009), en un artículo de revisión recalca y reúne información referente a el aporte nutricional como recurso forrajero y sus usos, reporta que la morera se usa como fuente nutricional en alimentación humana por sus frutos con alta palatabilidad, de la misma manera se usa como alimento o sustrato para gusanos en producciones de hilos finos, tiene uso como fuente medicinal en diversos países. En cuanto a la composición química se reporta que la planta según su tiempo de corte aporta en promedio 16% de proteína verdadera, FDN 38%, FDA 29% y cenizas de 8%, además se reporta altos contenidos de ácidos grasos esenciales (García, 2005) en un estudio realizado con conejos evaluó el efecto de la incorporación de morera reemplazando un concentrado comercial se obtuvieron diferencias en la composición de ácido alfa-linolénico, el lomo de conejos alimentados con morera fue superior al grupo de conejos alimentados a voluntad, la misma tendencia se observó en pierna, con lo que se demuestra el potencial de la morera como fuente de ácido alfa-linolénico (n-3). El autor concluye que “el potencial de la especie para sistemas agropecuarios no es conocido”, en igual medida, en todos los países de la región. Fuera de Centroamérica y el Caribe, el uso de la morera para la alimentación animal es más limitado; aspecto que se encuentra asociado con el poco conocimiento que existe sobre la especie y la incipiente divulgación que se le ha dado en Suramérica, excluyendo a Brasil. En este sentido, se debe de realizar un mayor número de estudios en dichas zonas, con la finalidad de trazar estrategias viables de uso, en función de las particularidades socio-culturales de los productores y de aspectos inherentes a los sistemas de producción de cada país. Definitivamente existen muchos estudios en donde se estandariza y se conoce el comportamiento de esta planta, pero en el sector son muy pocos y asimismo son nulos los trabajos en morera para alimentación de cuyes siendo una de la principal justificación de investigación.

## **METODOLOGÍA**

El presente estudio se realizó en el municipio de Villavicencio, en la granja de UNILLANOS sede Barcelona y en el Laboratorio de Nutrición Animal ubicados en el

kilómetro doce vía Puerto López, con una altitud de 465 metros sobre el nivel del mar, temperatura promedio de 27°C y precipitación anual entre 1900 y 3250 milímetros.

Los cuyes se fueron distribuidos en cuatro tratamientos con tres repeticiones cada una con dos unidades experimentales, para un total de 24 animales con un peso promedio  $1027.5 \pm 19$  g en un diseño completamente al azar, los cuales se alojaron en jaulas y sometidos a un periodo de acostumbramiento de cinco días, y cuatro de toma de datos que se realizó a partir del día quinto. Para cada repetición se tomaron cuatro muestras, las cuales fueron evaluadas en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Universidad de los Llanos (Figura 1). Las dietas suministradas por día a todos los tratamientos fueron morera fresca (MF) *ad libitum*, suplementados de la siguiente manera: T1: morera fresca (MF) *ad libitum* más 1% de su peso vivo (PV) de concentrado comercial (CC); T2: MF *ad libitum* más 2% de su peso vivo (PV) de CC; T3: MF *ad libitum* más 2% de su peso vivo (PV) de CC y T4: únicamente MF *ad libitum*. Los consumos y análisis nutricionales de los tratamientos experimentales se detallan en las Tablas 1 y 2.

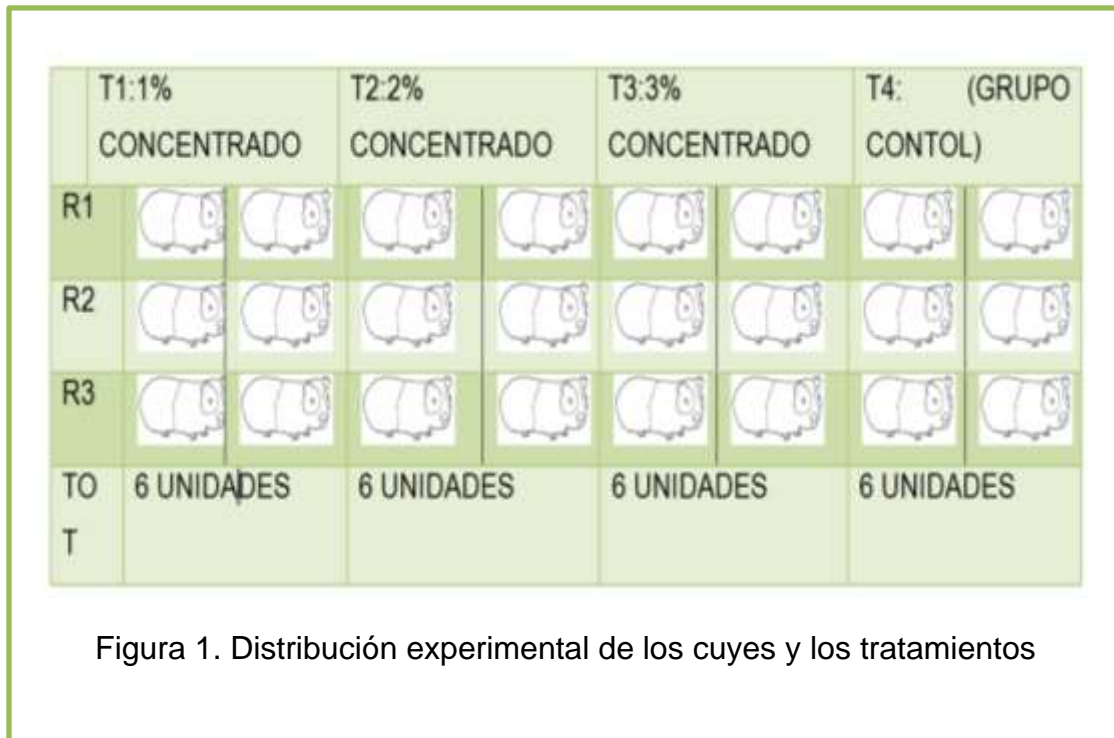
Se realizaron análisis nutricionales a las dietas y excretas. Las variables a evaluar fueron coeficientes de digestibilidad (Cod) de la materia seca (MS), proteína, grasa, extracto no nitrogenado (ENN), fibra cruda (FC), % nutrientes digestibles totales (NDT); cálculos de: Energía digestible (ED) y energía metabolizable (EM), Cod: Método que valora el consumo y la excreción de los nutrientes para determinar el aprovechamiento en el tracto digestivo, aplicando las siguientes fórmulas (Pond y Church, 1994):

$$\text{Coeficiente de digestibilidad de un nutriente (cod)} = \frac{NC - NE}{NC} \times 100$$

NC = Nutriente consumido

NE = Nutriente excretado

$$\%NDT = \% \text{ proteina } \times \text{cod} + \% \text{ grasa } \times \text{cod} \times 2.25 + \% \text{ fibra } \times \text{cod} + \% \text{ ENN } \times \text{cod}$$



**Tabla 1.** Consumo y excreción promedios diarios (g) de los tratamientos por cuy, en materia seca

	MF+CC + 1% de su PV	MF+CC + 2% de su PV	MF+CC + 3% de su PV	MF <i>ad libitum</i>
Concentrado	10.3	20.6	30.8	0
Morera	44.1	37.61	37.48	5026
Total consumo	54.4	59.21	68.28	50.26
Excreción	22.19	22.23	21.39	23.02

CC: Concentrado comercial, MF: morera fresca, PV: peso vivo, Promedio de tres muestras analizadas en el laboratorio.

**Fuente:** Los autores.

Se aplicó un análisis de normalidad por medio de la prueba de Shapiro-Wilk y posteriormente un diseño completamente al azar y una prueba de comparación de medias (Tukey) con cuatro tratamientos y tres repeticiones aplicando la siguiente fórmula.

$$y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

$y_{ij}$ : Variable aleatoria que representa la observación  $j$ -ésima del  $i$ -simo tratamiento

$\mu$ : Efecto constante, común a todos los niveles. Media global.

$T_i$ : Efecto del tratamiento  $i$ -ésimo. Es la parte de  $y_{ij}$  debida a la acción del nivel  $i$ -ésimo tratamiento, que será común a todos los elementos sometidos a ese nivel del factor (T1, T2, T3 y T4).

$E_{ij}$ : Variables aleatorias que engloban un conjunto de factores, es el error aleatorio.

**Tabla 2.** Análisis nutricionales de los tratamientos

Nutriente (%)	MF+CC + 1% de su PV	MF+CC + 2% de su PV	MF+CC + 3% de su PV	MF <i>ad libitum</i>
Ceniza	6.43 ± 1.7	6.52 ± 1.8	2.01 ± 0.8	13.71 ± 2.2
Grasa	2.00 ± 1.5	1.75 ± 1.2	0.54 ± 0.1	3.51 ± 1.1
Proteína	6.74 ± 1.9	5.45 ± 1.7	1.68 ± 0.7	10.67 ± 2.4
Fibra cruda	8.95 ± 1.6	8.80 ± 25	2.71 ± 0.9	18.35 ± 3.1
ENN	27.95 ± 4.9	24.20 ± 4.9	7.45 ± 1.1	48.56 ± 4.7
FDN	19.38 ± 4.8	18.40 ± 3.3	5.67 ± 1.2	38.00 ± 4.2
FDA	13.72 ± 3.6	13.44 ± 2.8	4.14 ± 0.7	28.00 ± 3.7

ENN: Extracto no Nitrogenado, FDN: Fibra Detergente Neutra, FDA: Fibra Detergente Acida. CC: Concentrado comercial, MF: morera fresca, PV: peso vivo, Fuente. Promedio de tres muestras analizadas en el laboratorio.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se realizó el procesamiento de las muestras en el laboratorio de nutrición animal de la Universidad de los Llanos, los cuales fueron tabulados y sometidos a un análisis estadístico. En primera medida se realizaron pruebas de distribución de los datos (normalidad) en donde se evidencio que los datos siguen una distribución normal ya que su significancia en la prueba de Shapiro-Wilk fue mayor a 0.05 siendo este un parámetro que expresa la normalidad de las variables y encamina el estudio a realizar estadística paramétrica o no paramétrica (Otero *et al.*, 2005).

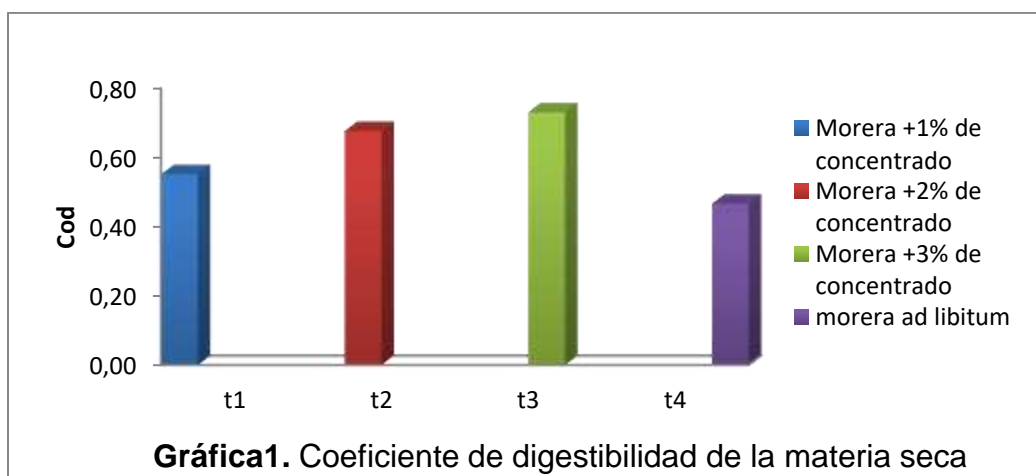
### **Coefficiente de digestibilidad (Cod) de la materia seca**

La determinación del Cod de MS es importante en nutrición animal debido a que calcula la cantidad de alimento consumido y excretado para establecer el aprovechamiento en términos de porcentajes, lo cual permite valorar la calidad de

un alimento y sus componentes químicos. T1, T2, presentaron un mayor Cod de MS ( $P < 0.05$ ) con 53.59 y 62% respectivamente mientras que el de T4 fue de 52.9%, además se evidenció un incremento de Cod de MS de la morera a medida que se aumentaba el suministro de concentrado (Gráfico 1).

### Cod de la proteína

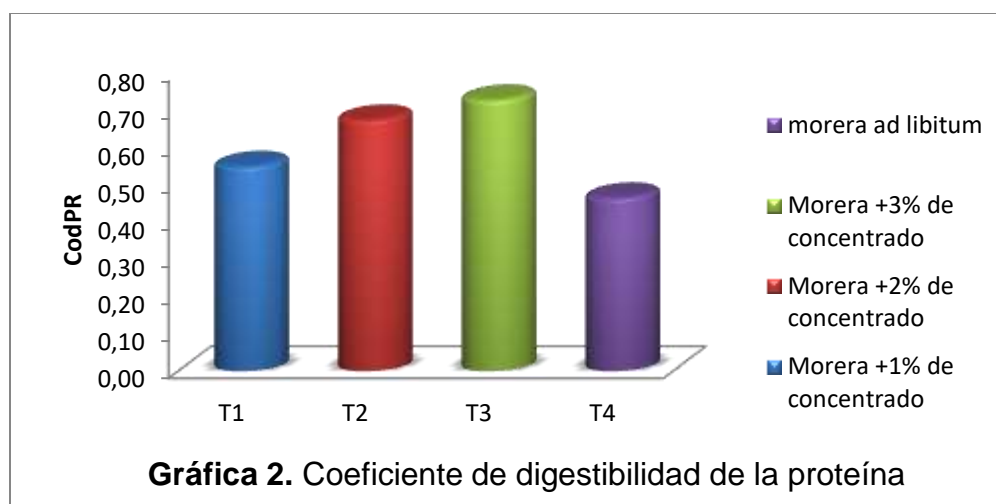
La digestibilidad de la proteína en nutrición animal interviene como una sustancia primordial ya que forman parte de la estructura básica de tejidos (músculos, tendones, piel, uñas, etc.), durante todos los procesos de crecimiento y desarrollo, crean, reparan y mantienen los tejidos corporales; además desempeñan funciones metabólicas (actúan como enzimas, hormonas, anticuerpos).



Con respecto al coeficiente de digestibilidad de proteína T2 y T3 proyectaron mayores valores de digestibilidad con 67 y 73% respectivamente ( $P < 0.05$ ), entre los T1 y T4 se observó un comportamiento similar (Gráfica 2), lo que indica que a partir de un 2% de concentrado se evidencia aumento en la digestibilidad ( $P > 0.05$ ) pero a un 3% de concentrado del peso vivo en materia seca (PVMS) no genera cambios importantes en la digestibilidad con respecto al 2% según la prueba de Tukey para la comparación de medias ( $P > 0.05$ ).

Se observó que reemplazando el concentrado hasta un 2% PVMS se puede aumentar la digestibilidad de la proteína desde un 46% (tratamiento control T4) a 73% (T3) no obstante el aumento del concentrado superior al 2% PVMS no va a

generar cambios significativos en la digestibilidad lo que acarrea pérdida de la incorporación del mismo.



### Cod de la grasa

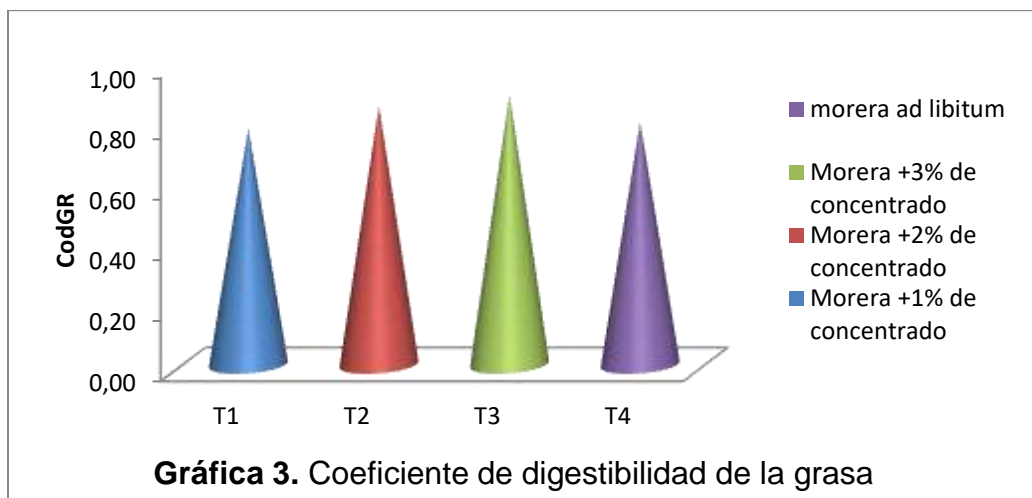
Los ácidos grasos en el alimento son necesarios en cantidad y en calidad, el aporte de las materias primas requiere presentar ácidos grasos esenciales y de buena biodisponibilidad, de la misma manera se debe garantizar una buena composición de grasas en canal, lo cual se obtiene con base en una buena alimentación. El aumento en la composición de ácidos grasos esenciales en canal está dado por el aporte de la morera y su composición nutricional con respecto a ácidos grasos en comparación con los concentrados comerciales (García, 2005). En la asociación de morera en los cuyes no se presentaron diferencias significativas para ningún tratamiento ( $P < 0.05$ ) (Gráfica 3) lo que indica que así se incorpore concentrado en los tratamientos no influirá en la digestibilidad de la materia seca, ahora bien, se verá un efecto positivo en la composición de ácidos grasos esenciales tal y como lo reporta (García, 2005), y no es ajeno que el aporte de morera generará una canal con mejores características debido al cambio de ácidos grasos en composición.

### Cod de fibra cruda

La fibra cruda es un componente esencial en la nutrición de los cuyes, FAO, (2005) reporta la necesidad de fibra en los cuyes es de 10 a 17% en la dieta. El rol de la



fibra cruda en la digestión del cuy está enfocado a la absorción de los alimentos retardando los movimientos del contenido intestinal permitiendo una mayor eficiencia en la absorción de nutrientes; siendo en el ciego e intestino grueso donde se realiza la absorción de los ácidos grasos de cadenas cortas (Chauca, 1997). Los análisis bromatológicos de las materias primas suministradas en los alimentos datan de un 8.3% de aporte de la morera y un 18.35% en términos de fibra cruda lo que indica que la asociación de estos dos alimentos genera una simbiosis positiva nivelando el exceso de fibra de la morera y la carencia del concentrado.

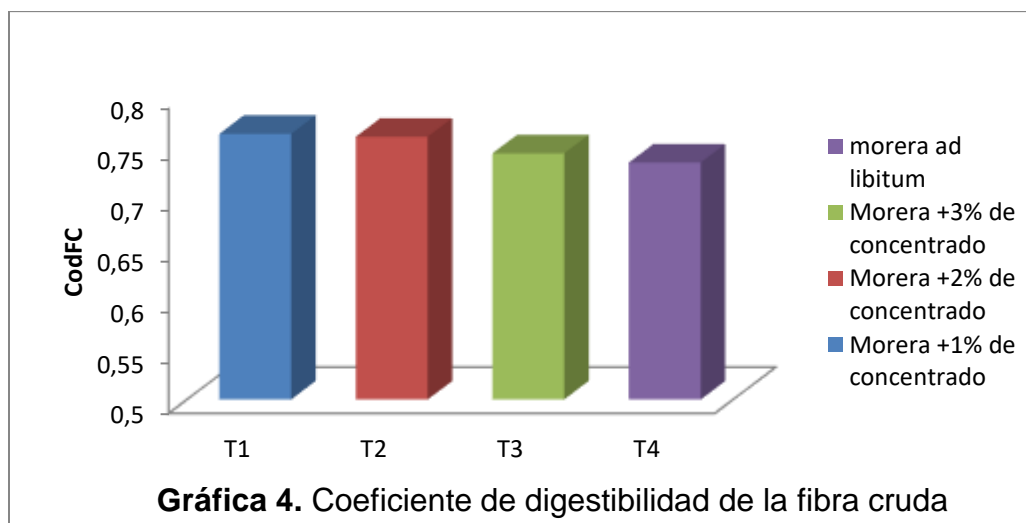


Los coeficientes de digestibilidad de fibra cruda (CodFC) no manifestaron diferencias significativas entre los tratamientos instaurados ( $P < 0.05$ ) según el análisis de varianza, el tratamiento que mayor digestibilidad alcanzó fueron los tratamientos 1 y 2 con un 76% de CodFC mientras que el tratamiento 3 tuvo 74% y el tratamiento 4 un 73 % de CodFC (Gráfica 4). Los CodFC se comportaron muy cercanos lo cual no genero impacto en los tratamientos con respecto a esta variable teniendo en cuenta que el aporte de la morera al concentrado comercial fue importante aumentando su carencia de fibra cruda con respecto a los requerimientos reportados.

### Cod de extracto no nitrogenado

El extracto no nitrogenado es el componente energético del alimento, conformado por mono y disacáridos, los cuales son la parte soluble de la celulosa, lignina,

almidón y todas las clases de azúcares y materias solubles libres de nitrógeno (Bernal, 1993). El comportamiento de la morera y el reemplazo con diferentes niveles de concentrado en términos de CodENN evidencio diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos ( $P>0.05$ ). No obstante la tendencia de igualdad entre los tratamientos 2 y 3 continua presentándose, el T2 obtuvo un CodENN de 56% y el T3 un CodENN de 64% (Gráfica 5) siendo similar este parámetro para los dos tratamientos, mientras que T1 y T4 su CodENN fue diferente ( $P>0.05$ ) 44.3 y 52%, respectivamente, Se observó un efecto positivo en el reemplazo de morera por concentrado, sin embargo, después de un 2% PVMS de concentrado en la dieta no se observó variación, indicando de esta manera que el punto de equilibrio del reemplazo se encuentra en el T2, puesto que los resultados estadísticos ( $P>0.05$ ) después de un 2% PVMS de inclusión de concentrado en la dieta a base de morera no aumentan los CodENN.



### Energía bruta (EB)

Para la obtención de la energía bruta (EB) se realizó el cálculo con los porcentajes de digestibilidad de los nutrientes (proteína, fibra cruda, extracto no nitrogenado) expresados en gramos digeridos y multiplicados por 400 entendiéndose que un gramo del compuesto produce 400 Kcal de energía bruta y la grasa es multiplicado por 900 ya que un gramo del nutriente digerido produce 900 Kcal de energía bruta. (FAO, 2002). La EB en el presente trabajo se vio influenciada por los niveles de

concentrado en la dieta. Entre los tratamientos, se observó una tendencia al aumento ( $P>0.05$ ) a medida que los niveles de concentrado se incrementaban en las dietas.

Como se observa en la Gráfica 6 y según los resultados del análisis de varianza, los tratamientos se vieron influenciados por la cantidad de concentrado instaurado en cada uno de los tratamientos y entre ellos se presentaron diferencias significativas ( $P>0.05$ ) el tratamiento que mayor cantidad de EB aportó fue el T3 con 389.46 Kcal de EB y el tratamiento control T4 fue el que menos cantidad de EB obtuvo con 350.06 Kcal. Lo anterior indica que el concentrado sí influye positivamente en el aporte energético de la dieta hasta un 3% de PVMS de concentrado por kg de peso vivo del animal.

### **Energía digestible (ED)**

La energía digestible es aquella porción de la energía bruta a la cual se restan las pérdidas generadas en las heces y compone lo que fue digerido por el animal y será convertido en energía metabolizable (Bauza, 2012) Para hallar el contenido de ED en las dietas se partió de la premisa que un kg de NDT (nutrientes digestibles totales) equivale a 4.4 Mcal de ED (Cardona, 2001) por lo tanto se tomaron los datos de NDT del estudio y se realizó el cálculo pertinente.

La tendencia como era de esperarse es muy similar a la de energía bruta, observándose un impacto por la implementación de los tratamientos en el comportamiento de la ED ( $P>0.05$ ) no obstante, los tratamientos 2 y 3 no presentaron diferencias significativas entre ellos con 2.70 y 2.99 Mcal de ED respectivamente lo que indica que el aumento de más de un 2% PVMS de concentrado no genera diferencias estadísticas, aunque se observe una tendencia a aumentar.

### **Energía metabolizable**

El contenido de energía metabolizable (EM) de un alimento corresponde a la cantidad de energía retenida por el organismo, representa la cantidad de energía

presente en el alimento que el animal utiliza para sus diferentes necesidades. La EM se determina mediante la diferencia entre la EB del alimento que come el animal, y la energía presente en las heces y orina del animal (Correa, 2006). La EM no corresponde a un valor constante característico de la dieta o del ingrediente, sino que corresponde a una medida biológica propia del animal y depende de todos los factores que intervienen en la digestión y asimilación de nutrientes (Francesh, 2001). Para hallar el contenido de ED en las dietas se partió de la premisa que un kg de NDT (nutrientes digestibles totales) equivale a 3,8 Mcal de ED (Cardona, 2001)

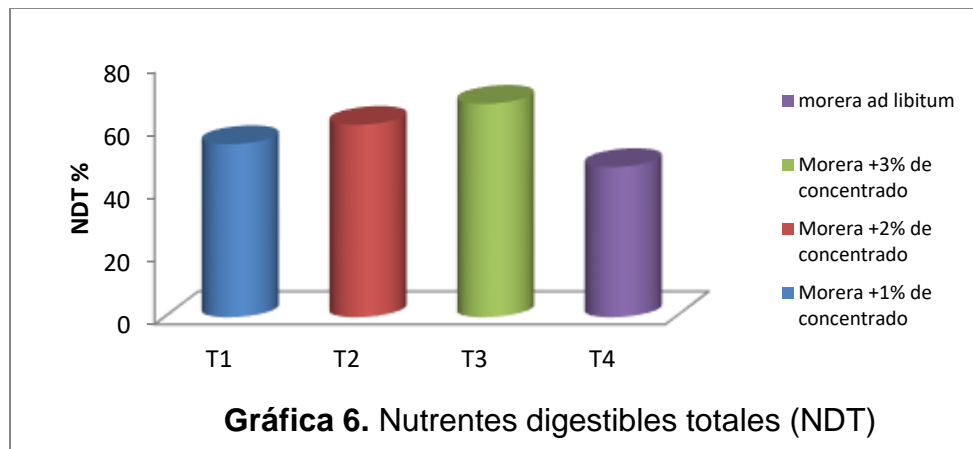
Según el análisis de varianza para los tratamientos instaurados se presentaron diferencias significativas entre los mismos ( $P>0.05$ ) el tratamiento que mayor cantidad de energía metabolizable obtuvo fue el T3 con 2.58 Mcal de EM y el siguiente fue el T2 con 2.32 Mcal, entre estos dos tratamientos no se presentaron diferencias significativas por lo que se puede concluir que la incorporación de concentrado de más de 2% PVMS de concentrado no generara cambios drásticos en la energía metabolizable.

En síntesis, se evidencio que la EB, ED y EM se comportaron de una manera similar y en las 3 variables el tratamiento 3 (T3) fue el que mayor valor presento seguido por el tratamiento 2 (T2) los cuales no presentaron diferencias estadísticamente significativas ( $P>0,05$ ), aunque se observe una leve diferencia numérica entre los dos tratamientos.

### **Nutrientes digestibles totales (NDT)**

Los nutrientes digestibles totales son una de las variables más importantes debido a que reúne y resume todos los coeficientes de digestibilidad tratados anteriormente, en los tratamientos planteados su comportamiento fue diferente ( $P>0,05$ ) en donde a los tratamientos que mayores nutrientes digestibles totales se observaron en los tratamientos 2 y 3 siendo similar su comportamiento en esta variable. En la gráfica 6 que tras la incorporación de concentrado en las dietas fue aumentado paulatinamente la digestibilidad hasta un 2% PVMS de concentrado

(T2), y en un reemplazo de 3% PVMS de concentrado(T3) aumenta, pero no es significativo.



Los máximos NDT obtenidos se encuentran en 69 % aproximadamente, comparado con lo encontrado por (Gary *et al.*, 2012) se encontraron coeficientes de digestibilidad de 81% no obstante estos resultados son en base de harina de morera en Ecuador en donde se presentan condiciones totalmente distintas. La baja digestibilidad de la morera en el presente estudio puede estar dada por las condiciones de la planta y el suelo, la biodisponibilidad de nutrientes para el sector bajo las condiciones dadas. Para la zona son muy limitados los reportes con respecto a digestibilidad en cuyes.

Los valores obtenidos sirven de referencia para productores del sector que quieran potencializar su producción y reducir costos ya que un hallazgo importante fue que después de un 2% PVMS de incorporación de concentrado no se presentan diferencias estadísticas pudiéndose utilizar la morera como especie adaptada al sector y el concentrado a un nivel óptimo que garantice una dieta balanceada.

## CONCLUSIONES

Los estudios en cuyes son limitados en Colombia, sumado a esto no se ha elaborado un concentrado especial para esta especie por lo que se hace necesario alimentarlos con concentrado para conejos. El cuy ha tomado gran importancia en

los últimos años en Colombia ya que es un animal resistente, precoz, de fácil manejo y prolifero, importante alternativa de seguridad alimentaria.

El estudio fue importante en el sentido de que se estimaron valores de referencia para el sector en términos de digestibilidad de la morera y el concentrado comercial en cuyes y se determinó la dieta que mejor comportamiento obtuvo la cual fue concentrado comercial al 2% del peso vivo en materia seca y morera a voluntad (T2) y 3% del peso vivo en concentrado y morera a voluntad (T3), a pesar que la que mayores valores de digestibilidad obtenidos fue el T3 el T2 no presenta diferencias significativas según el estudio pudiéndose utilizar sin disminuir drásticamente la digestibilidad y ahorrando un 1% de concentrado por animal representado un ahorro importante.

Evidentemente es necesario realizar y reportar estudios que involucren esta especie con diferentes materias primas, con el tiempo el cuy será una alternativa de alimentación económica, nutritiva y rentable.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Barreyro A. Evaluación de la digestibilidad in vivo de raciones para becerros en crecimiento conteniendo desechos de la industrialización de los cereales. Universidad Autónoma de Querétaro. 2000.
2. Bauza, R. Curso en nutrición animal. 2012.
3. Benavides. Manejo y utilización de morera (*Morus alba*) como forraje. Agroforestería las Américas, 2 (7): 4. 1995.
4. Bernal. Análisis de alimentos. Bogotá. 1993.
5. Cardona, H. J. EL modelo NRC 2001. Sección de nutrición animal. 2001.
6. Carvajal, G. Valor nutricional de la carne de res. Corporación de fomento ganadero. 2001.
7. Chauca. Producción de cuyes (*Cavia porcellus*). Perú. 1997.
8. Correa, K. Determinación de energía metabolizable en aves. Universidad de Chile. 2006.
9. Cruz, E., Villarreal, H., Tapia, M., Nieto, M. Metodologías de digestibilidad in vivo e in vitro para ingredientes y dietas para camarón. México. 2008.
10. FAO. Nutrición humana en el mundo en desarrollo. En: M. C. Latham, Nutrición humana en el mundo en desarrollo. Roma. 2002.
11. FAO. Producción de cuyes. 2005.
12. Fedegan. Estudio sectorial carne bovina en Colombia (2009-2011). Superintendencia de Industria y Comercio. 2011.
13. Francesh, M. Sistemas para la valoración energética de los Arch. Latinoam. Prod. Anim. 2001.
14. García, I. D. Evaluación del contenido de ácidos grasos en la canal de cuyes. Bogotá. 2005.
15. Gary, A.-B., Sánchez, R., Meza, A., Meza, J., Franco-Suescum, N., Liuba-Delfini, G. Digestibilidad in vivo de forrajeras arbustivas tropicales para la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus* Linnaeus), en el litoral ecuatoriano. Veterinaria y Zootecnia, ISSN 2011-5415. 2012.
16. Hurtado, D. I., Nocua, S., Narváez-Solarte, W., Vargas-Sánchez, J. E. Valor nutricional de la morera (*Morus sp.*), matarratón (*Gliricidia sepium*), pasto india (*Panicum maximum*) y arboloco (*Montanoa quadrangularis*) en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus*). *vet. zootec.*, 6 (1): 56-65. 2012.
17. Medina, M., Moratinos, P., García, D., Cova, L. La morera (*Morus spp.*) como recurso forrajero Avances y consideraciones de investigación. *Zootecnia Trop.*, 27 (4): 343-362. 2009.
18. Otero, J. V., Herrarte Sánchez, A., Medina Moral, E. Análisis de la Varianza. 2005.
19. Pajares, C. Reproducción y Manejo Reproductivo en Cuyes. Sistema de revisiones en investigación veterinaria de San Marcos, p 9. 2009.
20. Perez, S., Gomez, G., Barriga, H. Utilización de la remolacha como marcador digestivo en conejos para determinar el tiempo de la digestión de esta especie menor. Universidad Francisco de Paula Santander, 16 p. 2010.
21. Pond, Church. Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. En Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. México: Editorial Limusa, S.A de C.V. Grupo Noriega Editores. 438 p. 1994.
22. Sanchez, M., Carcelén F., Ara M., González R., Quevedo W., Jiménez R. Efecto de la suplementación de ácidos orgánicos sobre parámetros productivos del cuy (*Cavia porcellus*). *Rev. investig. vet. Perú*, 25 (3): 381-389. 2014.
23. Santos, V. G. Importancia del cuy y su competitividad. En: XX Reunión ALPA, XXX Reunión APPA-Cusco-Perú. 2007.

## **Alimentación de ovinos en regiones del trópico en Colombia**

### **Sheep feeding in tropical regions of Colombia**

#### **Alimentação de ovinas em regiões tropicais da Colômbia**

Víctor Alexis Avendaño Rodríguez<sup>1</sup> y Cesar Augusto Navarro Ortiz<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>Médico Veterinario Zootecnista, Universidad de los Llanos y <sup>2</sup>MVZ, MSc,  
Estudiante Doctorado en Ciencias Agrarias, Docente Universidad de los Llanos.

[cesar.navarro@unillanos.edu.co](mailto:cesar.navarro@unillanos.edu.co)

Recibido 31 de agosto 2020, aprobado 2 de diciembre 2020

### **RESUMEN**

En este trabajo se hace una exploración minuciosa para mostrar al sistema de producción ovina como una alternativa productiva y promisorio para un futuro próximo de las regiones tropicales Colombianas, correlacionado con la relevancia presentada a nivel nacional en los últimos tiempos y opción socio económica viable para los pequeños productores de los centros poblados afectados por el posconflicto; resaltando la falta de tecnificación para este eslabón pecuario por la baja productividad por el manejo alimenticio, el desconocimiento de la especie y la cultura bovina de tradición. Con la revisión del material bibliográfico y la contextualización de la región intertropical, se determinan las necesidades de enfatizar, en orden de importancia, la producción eficiente de forrajes de alto valor nutricional y biológico, un esquema de selección genética detallado analizando la raza y sus bondades, y la visión empresarial competitiva para producción de carne. Además de los factores más relevantes para evaluar la eficiencia de la dieta, por medio de la condición corporal y el estatus sanitario de los individuos. Lo anterior favoreció para concluir, la necesidad de establecer en la zona un paquete tecnológico integral, sirviendo de base para la organización de las producciones actuales y el establecimiento adecuado de futuras granjas ovinas, desde el aspecto nutricional hasta el factor comercial.

**Palabras clave:** Ovinocultura, trópico bajo, pastos, forrajes, requerimientos nutricionales, producción de carne, suplementación.

### **ABSTRACT**

In this work a thorough exploration is made to show the sheep production system as a productive and promising alternative for the near future of the of the Colombian tropical regions, correlated with the relevance presented at the national level in recent times and a viable socio-economic option for small children. producers of the population centers affected by the post-conflict; highlighting the lack of technology for this livestock link due to low productivity due to food management, ignorance of the species and the traditional bovine culture. With the revision of the bibliographic material and the contextualization of the intertropical region, the needs to emphasize, in order of importance, the efficient production of forages of high nutritional and biological value, a detailed genetic selection scheme analyzing the breed and its benefits are determined, and the competitive business vision for meat production. In addition to the most relevant factors to evaluate the efficiency of the diet, by means of the corporal condition and the sanitary status of the individuals. The foregoing favored, to conclude, the need to establish an integral technological package in the area, serving as a basis for the organization of current productions and the proper establishment of future sheep farms, from the nutritional aspect to the commercial factor.

**Keywords:** Sheep farming, low tropics, pastures, forages, nutritional requirements, meat production, supplementation.

### **RESUMO**

Neste trabalho é feita uma exploração detalhada para mostrar o sistema de produção de ovinos como uma alternativa produtiva e promissora para o futuro próximo da das regiões tropicais colombianas, correlacionada com a relevância apresentada a nível nacional nos últimos tempos e uma opção socioeconómica viável para pequenos. produtores de centros povoados afetados pelo pós-conflito; destacando a falta de modernização para este elo pecuário devido à baixa



produtividade devido ao manejo alimentar, desconhecimento da espécie e cultura bovina tradicional. Com a revisão do material bibliográfico e a contextualização da região intertropical, é necessário enfatizar, em ordem de importância, a produção eficiente de forragens de alto valor nutricional e biológico, um detalhado esquema de seleção genética analisando a raça e seus benefícios. e a visão competitiva de negócios para a produção de carnes. Além dos fatores mais relevantes para avaliar a eficácia da dieta alimentar, por meio da condição corporal e do estado de saúde dos indivíduos. O exposto favoreceu, para concluir, a necessidade de se estabelecer um pacote tecnológico abrangente na área, servindo de base para a organização das produções atuais e o adequado estabelecimento de futuras granjas ovinas, desde o aspecto nutricional ao comercial.

**Palavras-chave:** Criação de ovinos, baixos trópicos, pastagens, forragens, exigências nutricionais, produção de carne, suplementação.

### **CONCEPTOS DE GANADERÍA OVINA Y OVINOCULTURA**

La ovinocultura se define como la cría de ovejas, económicamente rentable y en equilibrio con el medio (Cordero *et al.*, 2016). Dentro de las especies animales con fines zootécnicos en el mundo, la oveja ocupa uno de los primeros lugares de propagación, con un total aproximado de 1202.5 millones de cabezas, distribuidas el 40.5% en Asia, 26.1% en África, 13% en Europa, 12.1% en Oceanía y 8.2% en América, siendo China, Australia, India, Irán y Sudán los principales países productores (FAO, 2018). Los ovinos también son la especie de mayor heterogeneidad fenotípica y genotípica (Cordero *et al.*, 2016).

En las últimas décadas la producción ovina tradicional, extensiva y de gran escala en América Latina, ha ido concentrándose paulatinamente en regiones marginales, en las que no compite con actividades agropecuarias de desarrollo moderno y de escala empresarial; donde la mayoría de los pequeños productores de los países en desarrollo crían ovejas por su carne o para la venta como ganado en los mercados locales; igualmente a pesar de que el consumo de carne y leche de ovejas parecería limitado mundialmente, en zonas marginales desempeña un papel muy

importante en las dietas de la población más vulnerable como parte sustancial de la oferta proteica (Ganzábal *et al.*, 2016; FAO, 2018; Morand-Fehr y Boyazoglu, 1999). Siendo los ovinos una especie productiva de la cual el hombre, desde la prehistoria, ha obtenido alimento y vestido a partir de los productos que se obtienen de ellos, tales como: carne, lana, leche y pieles; ligados a las tradiciones culturales y sociales en diferentes regiones del mundo, desarrollando principalmente productos de tipo artesanal, y manteniendo, en gran medida una explotación y comercialización de tipo informal (Romero, 2010; Rúa y Pabón, 2015).

### **Características de los ovinos**

El ganado ovino, según Espinal *et al.*, (2006) es uno de los mejores medios para revalorizar importantes áreas del territorio nacional y mundial, debido a que este tipo de ganado se destaca por una serie de características que le hacen insustituible, y entre ellas cabe remarcar varios aportes económicos y sociales que esta especie ofrece, como son:

- Aprovechar para su alimentación básica, una serie de recursos herbáceos y de subproductos agrícolas que pueden sustituir el uso de balanceados comerciales en su alimentación.
- Debido a su reducida dimensión corporal se adaptan mucho mejor que el ganado vacuno a áreas poco productoras (semiáridas, baja pluviosidad, con topografía accidentada, etc.). La oveja, en general, se puede considerar como una especie cosmopolita y de fácil manejo que se adapta relativamente bien a condiciones climáticas diversas.
- Por sus características de pastoreo (en general gregario), mecanismo de aprehensión (control de arvenses) y por su capacidad para consumir algunos subproductos agrícolas, la oveja se complementa muy bien con ciertas explotaciones agrícolas (palma africana, cítricos, frutales caducifolios y cereales).
- Como ganadería de ocupación de áreas desfavorecidas induce el asentamiento de familias en zonas donde frecuentemente la única alternativa es la producción de la ganadería ovina.

De acuerdo a la estructura de los sistemas de producción, el rebaño y los ovinos se organizan, por edad, sexo y estado fisiológico, en las siguientes categorías (González y Tapia, 2017):

- Corderos: Hembras y Machos, menores a 12 meses, aún con diente de leche.
- Borregos: Hembras y Machos, entre 12 y 20 meses, con muda de las pinzas (primeros incisivos)
- Oveja: Hembra, mayor a 20 meses, con muda de pinzas y primeros medios.
- Capón: Macho castrado, mayor a 20 meses, con muda de pinzas y primeros medios.
- Carnero: Macho entero, mayor a 20 meses, con muda de pinzas, primeros medios, y en algunos casos, segundos medios.

### **Parámetros zootécnicos en ovinos**

Se definen como una correlación entre la caracterización y tipificación; como caracterización, por la descripción de características e interrelaciones de una organización o grupo de animales (nacimientos, mortalidad, alimentación); como tipificación, porque está relacionada con la construcción de grupos (selección y categorización), cuya base son las características observadas en la realidad y en determinadas condiciones medioambientales (Cruz *et al.*, 2013). Los parámetros productivos y reproductivos en ovinos se describen en la Tabla 1 (Lôbo *et al.*, 2009; Otte y Chilonda, 2002; Cansino *et al.*, 2009; Vásquez *et al.*, 2011).

Los parámetros seleccionados determinan la dinámica de la población y la productividad bruta del sistema ovino la cual generalmente está estrechamente vinculada con los parámetros básicos (zootécnicos) de producción, como la fertilidad y la mortalidad, donde la diferencia y los valores entre éstos, permiten la toma de decisiones y una gestión eficiente para el comercio e inversión para el crecimiento del hato (Otte y Chilonda, 2002). Sin embargo, los parámetros varían de acuerdo a las condiciones medio ambientales, el manejo y el método de muestreo o determinación, como para establecerlos de base hacia todas las poblaciones ovinas (Lôbo *et al.*, 2009).

**Tabla 1.** Parámetros zootécnicos de los ovinos

Característica	Promedio $\pm$ DS	Característica	Promedio $\pm$ DS
Peso al nacimiento (kg)	3.84 $\pm$ 0.86	Duración de celo (días)	15.3 $\pm$ 2.08
Peso al destete (kg)	15.52 $\pm$ 3.99	Intervalo monta-parto (días)	164.72 $\pm$ 9.04
Peso al sacrificio (kg)	31.96 $\pm$ 6.22	Fertilidad (%)	78.3 $\pm$ 5.3
Peso de hembras maduras (kg)	29.2 $\pm$ 6.4	Prolificidad (Un)	1.3 $\pm$ 4.2
Peso de machos maduros (kg)	31.3 $\pm$ 0.44	Concepción (%)	91 $\pm$ 2.8
Peso al año de edad (kg)	41.15 $\pm$ 7.64	Natalidad (%)	121.3 $\pm$ 9.3
Ganancia de peso (GP) (kg/día)	0.213 $\pm$ 0.063	Descarte anual (%)	20.3 $\pm$ 8
GP destete-sacrificio (kg/día)	0.234 $\pm$ 0.085	Pubertades machos (días)	189.76 $\pm$ 36.1
GP destete-año de edad (kg/día)	0.087 $\pm$ 0.024	Pubertad hembras (días)	252 $\pm$ 8
Consumo de alimento (kg)	1.30 $\pm$ 0.15	Cantidad de hembras/macho (Un)	25 a 35
Conversión alimenticia (kg)	4.07 $\pm$ 1.05	Mortalidad en lactancia (%)	28.2 $\pm$ 11
Eficiencia alimenticia (Un)	0.3 $\pm$ 0.15	Mortalidad en destete (%)	9 $\pm$ 2.5
Edad al destete (días)	95.9 $\pm$ 1.7	Mortalidad en levante (%)	8.3 $\pm$ 3.3
Edad al sacrificio (días)	184 $\pm$ 42	Mortalidad en ceba (%)	5.3 $\pm$ 2.3
Edad al primer parto (días)	532.71 $\pm$ 90.20	Rendimiento en canal (%)	48.43 $\pm$ 1.8
Intervalo entre partos (días)	267.23 $\pm$ 56.87	Proporción carne (%)	63.3 $\pm$ 1.7
Intervalo parto-celo	16.26 $\pm$ 1.45	Proporción hueso (%)	21.30 $\pm$ 1.45
Días abiertos (días)	21.4 $\pm$ 2.9	Proporción grasa (%)	13.83 $\pm$ 2.80
Duración de gestación (días)	150.93 $\pm$ 3.20		

**Fuente:** Adaptado de: Lôbo *et al.*, (2009); Otte y Chilonda, (2002); Cansino *et al.*, (2009); Vásquez *et al.*, (2011).

### Heredabilidad

Este concepto es uno de los más importantes en la genética cuantitativa, porque indica cuanto de las diferencias entre individuos, en promedio, se transmite a la progenie o descendencia, para una característica en particular, siendo un factor

fundamental para predecir el fenotipo de la cría, pero sin considerarse como valor absoluto (Ochoa, 1991). El intervalo de este parámetro es de 0 a 1, indicando cerca de cero un fuerte componente ambiental, mientras que valores cercanos a la unidad (1) representan una elevada influencia genética y un bajo componente ambiental. La heredabilidad es una medida específica de la población y sólo es válida para el ambiente donde se ha determinado (Bécquer, 2005). Los valores de heredabilidad de la ovinocultura se presentan en la Tabla 2 (Castellaro *et al.*, 2015; Mathis y Ross, 2005; Creangă *et al.*, 2007; Ferrer, 2017; Fogarty, 2006; Leymaster, 2002).

**Tabla 2.** Valores de heredabilidad (%) en ovinos

<b>Característica</b>	<b>Heredabilidad</b>	<b>Característica</b>	<b>Heredabilidad</b>
Peso al nacimiento	0.15-0.24	Rendimiento de la canal	0.25-0.40
Peso al destete	0.20-0.29	Área de lomo	0.35-0.50
Peso al sacrificio	0.26-0.28	Grasa sobre lomo (mm)	0.30-0.60
Ganancia diaria de peso	0.30-0.40	Peso de la canal	0.35-0.50
Índice de conversión alimenticia	0.20-0.40	Peso por cortes	0.20-0.45
Peso adulto	0.2-0.4	Terneza	0.05-0.30
Longitud de vellón	0.30-0.65	Fertilidad	0.05-0.15
Calidad de vellón	0.20-0.60	Prolificidad	0.05-0.20
Rendimiento de lana	0.52	Tasa ovulatoria	0.13-0.12
Lanolina	0.30	Habilidad materna	0.30-0.40
Rendimiento total de leche	0.1-0.41	Ubicación de pezones	0.14-0.25
Nacimientos múltiples	0.1	Forma de la ubre	0.14-0.25
Productividad por oveja	0.14-0.24	Resistencia a parásitos	0.30-0.50

**Fuente:** Castellaro, (2016); Creangă *et al.*, (2007); Ferrer (2017); Fogarty, (2006).

Valores de heredabilidad menores a 0.2 son considerados bajos; entre 0.20 y 0.40 son medios, y sobre 0.40 son considerados altos. Implicando que el progreso genético vía selección se realizará muy lentamente; la heredabilidad es un parámetro sumamente importante porque determina la proporción en que una característica medida en una población de progenitores puede ser transmitida a la descendencia de estos, y poder predecir de esta manera la magnitud del mejoramiento genético que se puede obtener por selección y por lo tanto decidir

qué sistema de mejoramiento es más adecuado para un rasgo en particular; permitiendo estimar el valor aditivo de un animal (valor de cría) a partir de mediciones de producción del individuo o de sus parientes (Castellaro *et al.*, 2015). Finalmente, en los ovinos, los valores por tipo de carácter se clasifican en los reproductivos de baja heredabilidad (0.01-0.2), en los productivos (cantidad) de media heredabilidad (0.2-0.4) y en los de calidad (carne, leche, lana) con media-alta heredabilidad  $>0.4$ , con moderada, media y alta posibilidad de ganancia genética por medio de la selección, respectivamente (Ferrer, 2017).

### **GANADERÍA OVINA EN COLOMBIA**

En Colombia se concentra un inventario ovino de 1'578.684 cabezas, donde la mayoría de la población ovina se encuentra hacia el norte del país en los departamentos de la región Caribe con el 72.58%, los cuales en orden de importancia son: La Guajira, Magdalena, Cesar y Córdoba (669.765, 171.424, 125.244 y 111.743 semovientes respectivamente), con condiciones agroecológicas de trópico bajo similares; mientras que en la Región Andina con el 18.62%, son los departamentos de Boyacá y Santander los más relevantes (105.937 y 51.849 respectivamente), con características climatológicas de trópico alto. Sin embargo, en la región natural de la Orinoquía con el 4.2% de población ovina, zona de tradición en ganadería bovina, está el departamento del Meta (principalmente los municipios del sur), ubicado en el noveno lugar con 35.380 cabezas, antes de otros departamentos con vocación ovinocultora de tradición en Cundinamarca (ICA, 2018).

Según Camargo, (2016), la población ovina en trópico alto se distribuye entre razas como Romney Marsh, Hampshire Down, Corriedale, Criolla (Mora Colombiana y Manchada Paramuna), Suffolk, Dorset y cruces entre las mismas (mestizas); así mismo para el trópico bajo, criolla (ovino de pelo colombiano o camuro – líneas Sudán, Etiope o Abisinio), Katahdin, Pelibuey y Persa Cabeza Negra principalmente. Sin embargo, en el último quinquenio, se han introducido otra serie de razas, buscando brindar una mayor alternativa para la producción de carne principalmente, para mejorar habilidad materna (producción lechera y prolificidad),

ganancia de peso y precocidad; como lo son la Dorper, White Dorper, Santa Inés, Black Belly, Charollaise, Cheviot, Texel, Ile de France, East Fresian y Romanov, entre otras (Barrios, 2018). La producción ovina en Colombia se ha caracterizado por un bajo uso de insumos y nivel tecnológico en todas las áreas productivas, y generalmente, está asociada a sistemas de producción tradicionales y artesanales, los cuales atienden principalmente el consumo interno de las granjas y el comercio local, por lo que son poco importantes en su aporte al producto interno bruto (PIB), pero tienen gran impacto en la economía y alimentación campesina (Espinal *et al.*, 2006).

Es de resaltar, que Colombia no cuenta con la información pertinente para tener un conocimiento suficiente de sus niveles de consumo, producción, importaciones, exportaciones o precios. La poca información que existe no es sistemática ni se sustenta en métodos o estudios rigurosos, siendo datos aislados (Rúa y Pabón, 2015). No obstante, la encuesta de sacrificio de ganado realizada por el (DANE, 2018), reportó un aumento del sacrificio de ovinos del 47.7% entre el último trimestre 2017 y el mismo periodo del 2018, pasando de 9.603 cabezas a 14.184, respectivamente, con un crecimiento en la producción de carne en canal de 34.5% (179 a 241 Ton); aunque el peso promedio a sacrificio disminuyó en 10.3% (de 38 kg a 34.1 kg), pero el rendimiento en canal aumentó en 1.5%. Del volumen de carne producido, el 89.8% se destinó a plazas y famas, el 8.7% a supermercados y el 1.6% a mercado institucional.

El auge de la industria ovina en Colombia, ha generado impacto desde la percepción general de la producción ganadera en el país, por las potencialidades de la cría de ovinos sobre la posibilidad productiva per se y un aparente mayor consumo; la tendencia sin embargo, no ha generado el impacto esperado por restricciones desde la institucionalidad en temas álgidos como el sacrificio en lugares y zonas establecidas por su impacto comercial, y por la escasa cultura de consumo nacional de carne ovina, con excepción de las zonas productoras por tradición (Departamentos de la Guajira, Santander, Boyacá entre otros) (Vega, 2017). En la actualidad, en Colombia, son pocas las investigaciones desarrolladas en el sector

ovino; aunque en la literatura se encuentran reportes de algunos trabajos realizados por grupos de investigación en diferentes instituciones, presentando productos relacionados en las áreas de recursos genéticos, alimentación y nutrición. Los estudios generalizados de la diversidad genética de ovinos de pelo, brindarán información relevante para su manejo eficiente, con el fin de generar alternativas económicas para proteger la seguridad alimentaria y la competitividad del sector a nivel nacional e internacional generando ventajas competitivas (Montes *et al.*, 2016). El auge de la producción ovina en Colombia, requiere el acompañamiento integral de todos los actores (gubernamentales y no gubernamentales) que de una u otra forma puedan contribuir con el posicionamiento de la actividad; el modelo actual de manejo de las explotaciones ovinas en Colombia necesita la identificación de aspectos claves para la construcción coherente y propia, de modelos de buenas prácticas ganaderas (BPG) para ovinos, que respondan a la diversidad en formas y estilos con que la producción ha evolucionado desde la llegada misma de los ovinos a partir de la conquista (Vega y García, 2011).

### **BIOTIPOS Y RAZAS DE GANADO OVINO EN COLOMBIA**

Existen básicamente dos tipos de ovejas, biotipo de lana y de pelo. Las ovejas de pelo no requieren esquila y normalmente se ubican en los terrenos cálidos o templados, pues la fibra que se acumula en su dorso, se cae por sí misma (frágil y delgada) y se denomina “lanugo”. Las ovejas en este tipo de clima han permanecido sin esquemas de manejo y se han mantenido con problemas severos de consanguinidad, expresado en deficientes índices de producción (camuro u ovino de pelo colombiano), aunque se mantienen altos niveles de resistencia, adaptabilidad y prolificidad. Las ovejas de lana se han usado únicamente para la industria artesanal, pero actualmente se han reorientado los objetivos de la cría hacia la carne, introduciendo genética superior y forjando una sólida base genética; de hecho, las razas cárnicas más difundidas en el mundo tienen cobertura de lana y son de origen europeo, ya que soportan fuertes condiciones ambientales propias de estos países que tienen bajas temperaturas (Barrios, 2018). La raza ovina más apropiada depende de las condiciones ambientales, la intensidad de manejo



deseada por el productor y las preferencias personales, y generalmente son clasificadas de acuerdo a sus recursos o bondades. Para la producción intensiva de ovejas, puede ser necesario usar tres o más razas para desarrollar un rebaño de ovejas que muestre niveles aceptables de rasgos deseables. Las ganaderías intensivas deben ser capaces de mantenerse activas durante todo el año, producir grandes lotes de corderos, alcanzar la madurez sexual a una edad temprana y crecer rápidamente (Mathis y Ross, 2005). Las razas de lana fina pueden soportar el calor (baja humedad), el frío y la sequía, y producir satisfactoriamente en condiciones difíciles, por lo cual tienen mayor probabilidad independientemente de las condiciones agroecológicas. Algunas de las razas de lana para fines cárnicos son muy productivas cuando el suministro de alimento es amplio, y su época de reproducción es más restringida que la de las ovejas de lana fina (Castellaro, 2016; Rúa y Pabón, 2015; Partida *et al.*, 2013). Sin embargo, al momento de adquirir ejemplares puros, esquematizar los cruces y seleccionar vientres o reemplazos, se debe determinar la línea (materna o paterna) o la bondad de la raza con respecto al objetivo propuesto (Ferrer, 2017), en la Tabla 3 se describen las evaluaciones de las razas para rusticidad, tamaño a la madurez, tasa de crecimiento y prolificidad son subjetivas, variando en diferentes grados, suponiendo que todas las razas son evaluadas en un ambiente común. Las razas ovinas de pelo se caracterizan por caminar grandes distancias para obtener su alimento, mejor almacenamiento de energía, mayor prolificidad no estacional y ser la opción más rentable para las ganaderías del trópico bajo por el efecto de la humedad en la termorregulación (Cordova *et al.*, 2014).

La raza ovina más apropiada depende de las condiciones ambientales, la intensidad de manejo deseada por el productor y las preferencias personales, y generalmente son clasificadas de acuerdo a sus recursos o bondades. Para la producción intensiva de ovejas, puede ser necesario usar tres o más razas para desarrollar un rebaño de ovejas que muestre niveles aceptables de rasgos deseables. Las ganaderías intensivas deben ser capaces de mantenerse activas durante todo el año, producir grandes lotes de corderos, alcanzar la madurez sexual a una edad temprana y crecer rápidamente (Mathis & Ross, 2005).

**Tabla 3.** Clasificación de las razas de acuerdo con algunas características en su desempeño zootécnico

Raza	Biotipo	F. Z.	Rust. <sup>a</sup>	T. Mad. <sup>a</sup>	T. Crec. <sup>b</sup>	Prolif. <sup>b</sup>	Est. Repro. <sup>c</sup>	Línea
Black belly	Pelo	Carne	A	P	M	A+	C	LM
Corriedale	Lana	Lana	A	MD	M+	M+	C	LP
cheviot	Lana	Carne	M+	P+	B+	M	C	LP
Charolais	Lana	Carne	B	MD	A+	B	C	LP
Dorper	Lana	Carne	A	MD	A	B	ME	LP
Dorset	Lana	Carne	M-	MD	M	M-	L	LP
East Friesian	Lana	Leche	B+	P	M	M	ME	LM
Hampshire Down	Lana	Carne	M-	G	A	M	ME	LP
Ile de France	Lana	Carne	M+	MD	A	M	ME	LP
Katahdin	Pelo	Carne	A	MD	A	M	ME	LM
Merino	Lana	Lana	A	G-	M+	M-	L	LP
Ramboulliet	Lana	Lana	A	G-	M+	M-	L	LP
Pelibuey	Pelo	Carne	A	MD+	M+	A-	C	LM
Romney marsh	Lana	Lana	M-	MD+	M	B	C	LP
Romanov	Lana	Carne	A	P+	B+	A+	L	LM
Santa Inés,	Pelo	Carne	A+	MD+	M	A	C	LM
Suffolk,	Lana	Carne	B	G	A+	M+	ME	LP
Texel	Lana	Carne	M	MD+	M+	M+	ME	LP
Dorper Blanco		Carne	A+	MD	A	M	ME	LP

F. Z.: Fin Zootécnico, Rust.: Rusticidad, T. Mad.: Tamaño a la Madurez, T. Crec.: Tasa de Crecimiento, Prolif.: Prolificidad, Est. Repro.: Estacionalidad Reproductiva. <sup>a</sup>Rusticidad, tasa de crecimiento, prolificidad: A-alta; M-moderada; B-baja. <sup>b</sup>Tamaño a la madurez: G-grande; MD-medio; P-pequeño. <sup>c</sup>Estacionalidad reproductiva: C-corta (<4 meses), ME-media (6-8 meses); L-larga (>8 meses). Línea: LP-Línea Paterna; LM-Línea Materna.

Las razas de lana fina pueden soportar el calor (baja humedad), el frío y la sequía, y producir satisfactoriamente en condiciones difíciles, por lo cual tienen mayor probabilidad de reproducción independientemente de las condiciones agroecológicas. Algunas de las razas de lana para fines cárnicos son muy productivas cuando el suministro de alimento es amplio, y su época de reproducción es más restringida que la de las ovejas de lana fina (Castellaro, 2016; Rúa y Pabón,

2015; Partida *et al.*, 2013). Sin embargo, al momento de adquirir ejemplares puros, esquematizar los cruces y seleccionar vientres o reemplazos, se debe determinar la línea (materna o paterna) o la bondad de la raza con respecto al objetivo propuesto (Ferrer, 2017). Las razas ovinas de pelo se caracterizan por caminar grandes distancias para obtener su alimento, mejor almacenamiento de energía, mayor prolificidad no estacional y ser la opción más rentable para las ganaderías del trópico bajo por el efecto de la humedad en la termorregulación (Cordova *et al.*, 2014).

### **Sistemas de producción ovina en Colombia**

En el sistema intensivo los animales reciben toda la alimentación en los comederos, viven al aire libre o confinados, en un área adecuada para el tamaño del rebaño, es el indicado para criar animales especiales para la producción de reproductores, la alimentación es abundante en la propiedad y cuentan con mano de obra especializada; en la estabulación, los animales son confinados durante toda su vida a corrales donde cuentan con los cuidados necesarios como sombra, comederos y bebederos automáticos. En esta categoría existen unidades especiales para cada etapa fisiológica, donde los animales son atendidos de acuerdo con sus necesidades específicas de sexo, edad y peso. En el sistema de producción semi-extensivo, los animales pastorean durante el día y reciben una suplementación en el comedero, en el final de la tarde; están en ausencia de predadores, son suficientes algunos árboles para servir de abrigo, es el indicado para criar animales de tipo mixto para la producción de lana y carne, o leche y carne. En el sistema extensivo, la crianza de animales es en gran escala y utilizan pasturas nativas o artificiales como fuente principal de alimentos, las condiciones sanitarias son desconocidas; aquí no se proporcionan alimento adicional, y solo reciben sales minerales como suplementos (Vega y García, 2011).

En Colombia se pueden describir los tres sistemas de producción (Tabla 4), entre los que se identifican los sistemas de producción intensivo, basados en razas mejoradas de reciente introducción, ubicados en zonas cercanas a los centros de consumo y que utilizan un nivel tecnológico medio alto, con tamaño de

explotaciones intermedio, donde la actividad principal está dirigida a la producción de leche, productos procesados, para consumo local y para distribución regional, genética (reproductores) y en menor proporción la producción de carne (Vivas, 2013).

**Tabla 4.** Características de los sistemas de producción ovina en Colombia

Sistema	Ubicación	Características	Biotipos
Intensivos	Cerca de grandes capitales	Nivel tecnológico: Medio alto. Tamaño de las Explotaciones: pequeño 10-40 animales Productos: Carne para supermercados y exportación	Hampshire, Romney Marsh y Ovinos de Pelo
Semi extensivos	Llanos orientales, Tolima, Santanderes	Nivel tecnológico: Medio. Productos: Carne para auto-consumo, supermercados y pie de cría	Ovinos de Pelo mestizos y cruzados con razas introducidas.
Extensivos	Zonas de Economía Campesina (Boyacá, Cundinamarca, Guajira, Santanderes, Nariño y Llanos Orientales).	Zonas Agroecológicas: Trópico Alto (ovino de lana) y Trópico Medio y Bajo (Ovino de Pelo) Nivel Tecnológico: Bajo. Tamaño de las explotaciones: muy variable, economía campesina (2-20 animales), hasta grandes poblaciones trashumantes (50-300 animales).	Mestizos de razas de reciente introducción y biotipos criollos

**Fuente:** Martínez *et al.*, (2009)

El sistema de producción extensivo se caracteriza por utilizar biotipos criollos o sus cruces con razas mejoradas, se ubica en regiones de baja aptitud agrícola, zonas montañosas altas en la región andina, y zonas planas áridas de Santander, Cesar y la Guajira, donde el nivel tecnológico utilizado es muy bajo, limitado a las necesidades implantadas por la economía campesina y de algunas comunidades indígenas y en algunos casos ubicados en sistemas de explotación mixtos con bovinos, pero igualmente en sistemas extensivos y extractivos. En el caso del ovino de lana la actividad principalmente está dirigida a la producción de carne para el consumo local y lana para la producción de artesanías y en el caso de los sistemas de producción en trópico bajo se limita a la producción de carne y de pie de cría para otras explotaciones, se da principalmente en zonas de la costa norte donde se trabaja con un tipo de ovino criollo de pelo (Vivas, 2013).

Se podría diferenciar un sistema de producción semi-extensiva, ligada principalmente a sistemas de explotación mixta con bovinos, en algunas regiones de la costa norte y en los llanos orientales de Colombia, regiones de predominancia ganadera. En este tipo de explotación, la finalidad es complementar los dos sistemas, utilizando los ovinos como una alternativa para el control de maleza y para utilizar zonas de las granjas que no pueden ser utilizadas por bovinos. Los productos que se generan, son utilizados en la misma finca y ocasionalmente se utilizan para la venta como pie de cría (Vivas, 2013).

Las producciones en zonas de la costa norte utilizan ovinos criollos de pelo, conocidos como camuros, y se cuenta con grandes rebaños, explotando conjuntamente ovinos y caprinos en sistemas de producción extensivos, con trashumancia y con un manejo muy precario de condiciones sanitarias, reproductivas y genéticas. También existen explotaciones mixtas ovinas de lana y caprinas en las regiones áridas de trópico medio de Santander, donde tienen un nivel tecnológico algo más desarrollado, pero atienden el mercado local y el autoconsumo (Castellanos *et al.*, 2010). Otra región que se ha vuelto importante en los últimos años para la explotación ovina de pelo está comprendida por los departamentos de Tolima, Huila y los Llanos Orientales, principalmente en Meta y Casanare, donde se han incluido en los sistemas de producción de bovina de carne, así como en otras actividades agrícolas como los cultivos de palma, donde se utilizan para el control de arvenses. La producción en este tipo de sistemas mixtos se usa principalmente para el consumo interno de las granjas y para el comercio local. En el Valle del Cauca se utilizan ovejas de pelo en sistemas integrados a la agricultura tecnificada de la caña de azúcar, para el control de arvenses y producción de carne (Martínez *et al.*, 2009).

### **Nutrición y alimentación del ganado ovino**

El adecuado consumo de materia seca, energía y proteína, son fundamentales para mantener una buena nutrición en el rebaño, que permitirá maximizar el nivel productivo y corregir cualquier desbalance nutricional que afecte el ganado (Castellaro, 2016). Los ovinos al ser rumiantes, poseen un conducto gastrointestinal

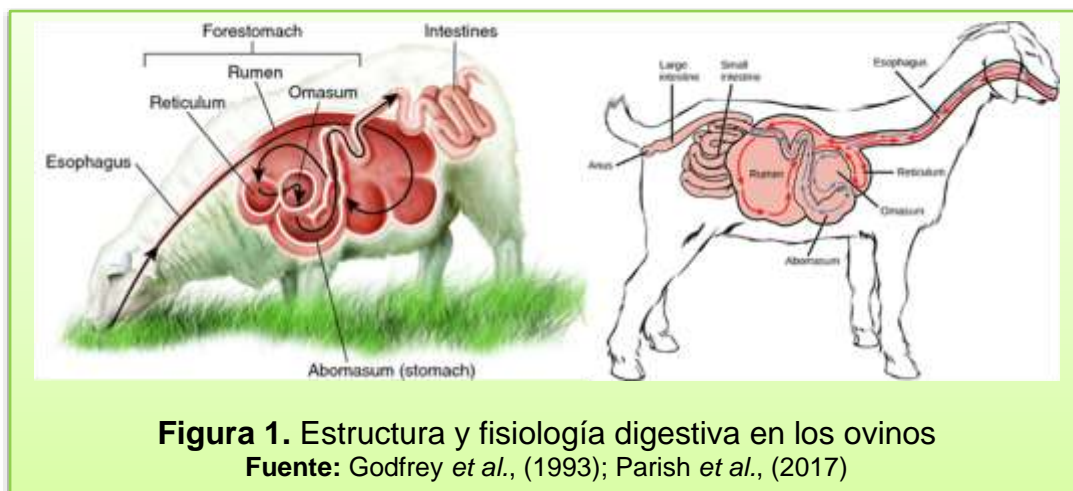
con cierto grado de especialización y variaciones anatómicas resultado de la evolución y la selección del alimento (Velázquez *et al.*, 2017). Se alimentan de pastos, pajas, arbustos, leguminosas o forrajes de bajo valor nutritivo y difícil digestión, aprovechando solo una parte de los carbohidratos estructurales por acción enzimática de los microorganismos que viven en sus divertículos estomacales; sin embargo, los fuertes vínculos entre la celulosa, hemicelulosa y lignina impiden la accesibilidad total de las enzimas microbianas del rumen, bloqueando cantidades significativas de energía para el animal, lo que ocasiona una disminución en su producción (Velázquez *et al.*, 2017). Estos alimentos son expuestos a procesos fermentativos efectuados por los microorganismos que se encuentran en parte del sistema digestivo, existiendo un uso eficiente de los nutrientes contenidos en los distintos ingredientes de la dieta, en especial aquellos que aparentemente tienen un bajo aporte nutricional. Los rumiantes por si solos no son capaces de utilizar los forrajes; esa función es propia de los microorganismos presentes en el rumen (Castellaro *et al.*, 2015). Sin embargo, el cordero nace con su aparato digestivo adaptado a una dieta láctea, propia de un no-rumiante. Por esta razón los divertículos estomacales (retículo, rumen y omaso), no funcionales, son pequeños al nacimiento (Tabla 5) y el cierre de la gotera esofágica desvía la leche directamente al abomaso. La gotera esofágica es una estructura anatómica que conecta el esófago con el abomaso, donde bajo condiciones normales de alimentación, los divertículos estomacales se van desarrollando mientras se hacen funcionales (Relling y Matioli, 2003).

**Tabla 5.** Capacidad relativa de divertículos estomacales del cordero en función de la edad, (%) de capacidad gástrica total.

Edad	Retículo-Rumen %	Omaso %	Abomaso %
Neonato	31	7	62 (0.5 L)
3-4 Semanas	63	4	33 (0.7 L)
7-8 Semanas	77	4	19 (1 L)
11-12 Semanas	71	7	22 (2 L)
Adulto	73	9	18 (3 L)

**Fuente:** Adaptado de Relling y Matioli, (2003); Parish *et al.*, (2017); Redondo, (2003).

El desarrollo de los divertículos estomacales suele dividirse en tres períodos; entre el nacimiento y las cuatro semanas de vida (Figura 1): El animal es “lactante”, posee sólo capacidad de digerir leche y depende de la absorción intestinal de glucosa para mantener un valor de glucemia, que es semejante al de un no rumiante (alrededor de 1 g/L); entre las tres y las ocho semanas de vida: Es un “período de transición” durante el cual el animal comienza a ingerir pequeñas cantidades de alimento sólido y se van desarrollando gradualmente los divertículos estomacales. Los valores de glucemia comienzan a disminuir mientras aumenta la concentración plasmática de ácidos grasos volátiles (AGV), especialmente acetato (C2), propionato (C3) y butirato (C4); a partir de las ocho semanas de vida: Los divertículos estomacales están bien desarrollados y permiten una digestión fermentativa propia del “rumiante adulto” (Relling y Matioli, 2003; Godfrey *et al.*, 1993).



El aparato masticador de los ovinos está conformado por las mandíbulas, dientes y músculos que intervienen en la masticación, la cual es una acción previa a la digestión, permitiendo la reducción de los materiales vegetales hasta un tamaño adecuado para los microorganismos del rumen e intestinos. El esófago es un tubo que desemboca en el estómago, el cual posee cuatro cavidades: el retículo, el rumen, el omaso y el abomaso, los tres primeros son conocidos como pre-estómagos o divertículos estomacales, y poseen una mucosa aglandular (no excretan jugos gástricos), el abomaso es una estructura glandular, el retículo y el abomaso se encuentran unidos por un pliegue denominado retículo-ruminal, que

conforma una cuba de fermentación. El intestino está caracterizado por su longitud y por su disposición de una cámara distal de fermentación; el intestino delgado posee una mucosa con presencia de vellosidades a diferencia del intestino grueso el cual carece de éstas, las funciones homeostáticas del intestino grueso incluyen el mantenimiento del equilibrio entre los electrolitos y los fluidos, además de ser el almacén temporal de las heces hasta su eliminación (Godfrey *et al.*, (1993); Redondo, 2003; Velázquez *et al.*, 2017).

## **REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES Y ETAPAS PRODUCTIVAS**

Las necesidades nutritivas o requerimientos nutricionales de los ovinos se refieren a su demanda diaria en agua, energía, proteínas, minerales y vitaminas, para mantener un adecuado crecimiento, producción y reproducción. Sin embargo, estas necesidades varían de acuerdo al sistema de producción, al estado fisiológico (monta, fases de la gestación, lactancia, mantenimiento), sexo, edad y peso vivo de cada animal (Romero y Bravo, 2012) (Tabla 6.). En cada una de estas etapas debe proporcionarse una alimentación adecuada para obtener los mejores resultados productivos y económicos. No obstante, los requerimientos nutricionales en ovejas son menores durante la etapa abierta (hembra vacía) y las primeras semanas de la gestación, y serán más elevados al final de la preñez y durante la lactancia, sobre todo cuando se presentan partos múltiparos; así mismo en el periodo de crecimiento de los corderos (Partida *et al.*, 2013). Por ejemplo, para alimentar corderos para alta ganancia de peso, se emplean dietas altas en granos, por el contrario, para alimentar ovejas adultas en mantenimiento se emplean dietas con alto contenido de forraje. En cualquier caso, lo importante es hacer la combinación apropiada de alimentos para asegurar y cubrir las necesidades (Rúa y Pabón, 2015). Las ovejas en mantenimiento (vacías) necesitan comer menos proteína y energía que las ovejas en el último tercio de gestación o en lactancia. La cantidad de forraje verde que debe consumir un ovino, se estima con base a un 10% de su peso vivo; y en términos de forraje seco, se estima con base a un 2.5 a 4% de su peso (Galaviz *et al.*, 2011). La cantidad de alimento seco que debe comer una oveja en sus diferentes etapas productivas. Las ovejas necesitan comer más alimento y energía durante la



monta, la gestación y la lactancia. Por lo tanto, se debe planificar la alimentación del rebaño para asegurar que las ovejas coman la cantidad de nutrimentos que necesitan según su etapa productiva y fisiológica (Galaviz *et al.*, 2011).

**Tabla 6.** Requerimientos nutricionales de los ovinos para diferentes condiciones fisiológicas

Condición Fisiológica	Peso Kg	GDP g/d	Consumo MS, Kg/d	Consumo MS, % PV	TND Kg/d	EM Mcal/d	PM g/d	PDR g/d
Mantenimiento	50	0	0.91	1.83	0.41	1.75	47	63
Empadre	50	23	1.01	2.01	0.53	1.92	55	69
Gestante (Múltiple)	50	35	1.31	2.62	0.7	2.51	76	90
Gestación (Último tercio)	50	183	1.41	2.81	1.12	4.03	116	145
Lactancia	50	-26	1.61	3.22	1.07	3.85	170	139
Reemplazo (Borregas)	30	200	1.05	3.51	0.56	2.02	92	73
Reemplazo (Carneros)	40	300	1.58	3.96	0.84	3.03	135	109
	20	200	0.59	2.97	0.39	1.42	78	51
Corderos en Crecimiento	30	300	0.88	2.93	0.58	2.1	114	76
	40	400	1.16	2.91	0.77	2.78	150	100
	50	500	1.45	2.9	0.96	3.47	186	125

GDP: Ganancia Diaria de Peso; g/d: Gramos por día; MS: Materia Seca; Kg/d: Kilogramos por día; PV: Peso Vivo; TND: Nutrientes Digestibles Totales; EM: Energía Metabolizable; PM: Proteína Metabolizable; PDR: Proteína Digestible en Rumen.

**Fuente:** National Research Council, 2007; Tomado de Galaviz *et al.*, (2011)

## PLANES DE ALIMENTACIÓN

En términos generales, se pueden definir varios períodos críticos en el ciclo biológico de los ovinos respecto a la oferta de forraje a través del año, que coinciden con una mayor demanda de forraje, como lo son: La monta, el último tercio de la gestación, lactancia y destete, donde los requerimientos superan la oferta forrajera de la pradera. Estos períodos críticos pueden ser manejados al ajustar la carga animal del predio, trasladando los excedentes de forraje producidos en época de lluvias y teniendo un sistema forrajero que sea capaz de satisfacer las demandas

nutricionales de los ovinos (Ej. banco de proteína); sin embargo, para definir las alternativas forrajeras que satisfagan las demandas nutricionales de los animales se requiere de una planificación forrajera predial (Romero y Bravo, 2012).

Se recomienda establecer grupos homogéneos en los que sus condiciones productivas o reproductivas sean similares para identificar sus requerimientos y desarrollar programas específicos de alimentación. Por ejemplo, en el hato reproductor se pueden identificar seis etapas importantes a lo largo del ciclo: periodo seco (ovejas vacías), época de pre-monta (realización del "flushing" o aumento de la suplementación energética para recuperar condición corporal), montas, inicio de la gestación, final de la gestación y lactancia (Rúa y Pabón, 2015). En cada una de estas etapas debe proporcionarse una alimentación adecuada para obtener los mejores resultados productivos y económicos. Los requerimientos nutricionales son menores durante el periodo seco y las primeras semanas de la gestación, y serán más elevados al final de la misma y durante la lactancia, sobre todo cuando se presenten partos múltiplos (Partida *et al.*, 2013).

De acuerdo al manejo en los sistemas pastoriles y los requerimientos nutricionales de los ovinos, se debe realizar un análisis forrajero que permita cuantificar la superficie de los recursos forrajeros disponibles por tipo de praderas (nativas, anuales, bianuales, permanentes) y su calidad (buena, mala, regular) con base en los recursos forrajeros presentes en cada una de ellas; disponer de un inventario animal, que indique claramente el número de animales por categoría (edad) y su estado fisiológico, y determinar los requerimientos nutricionales del rebaño por categoría animal. Siendo estos tres elementos los que permiten determinar la carga ganadera del predio, en función de la producción y calidad del forraje, de acuerdo a su aporte de proteína y energía metabolizable (Galaviz *et al.*, 2011; Romero, 2010; Vega y García, 2011). Además, para poder determinar la calidad de las dietas y los complementos alimenticios que se deben proporcionar, se requiere conocer la cantidad de forraje consumido durante el pastoreo y la calidad de estos forrajes (Bueno *et al.*, 2017).

Finalmente, la tendencia creciente del costo de los cereales, a causa de la demanda para otros usos distintos a la alimentación animal (biodiesel y seguridad alimentaria), genera incrementos en los precios de los concentrados más o menos pronunciados según la situación política y económica de cada país. En esta coyuntura, se deben plantear alternativas viables para la diversificación de los sistemas de producción ovina, en cuyo proceso se respete el medio ambiente, se disminuyan los costos de producción, se aprovechen sustentablemente los recursos forrajeros y se provea al mercado un producto que logre satisfacer las exigencias del consumidor actual (Joy *et al.*, 2016).

### **Pastoreo**

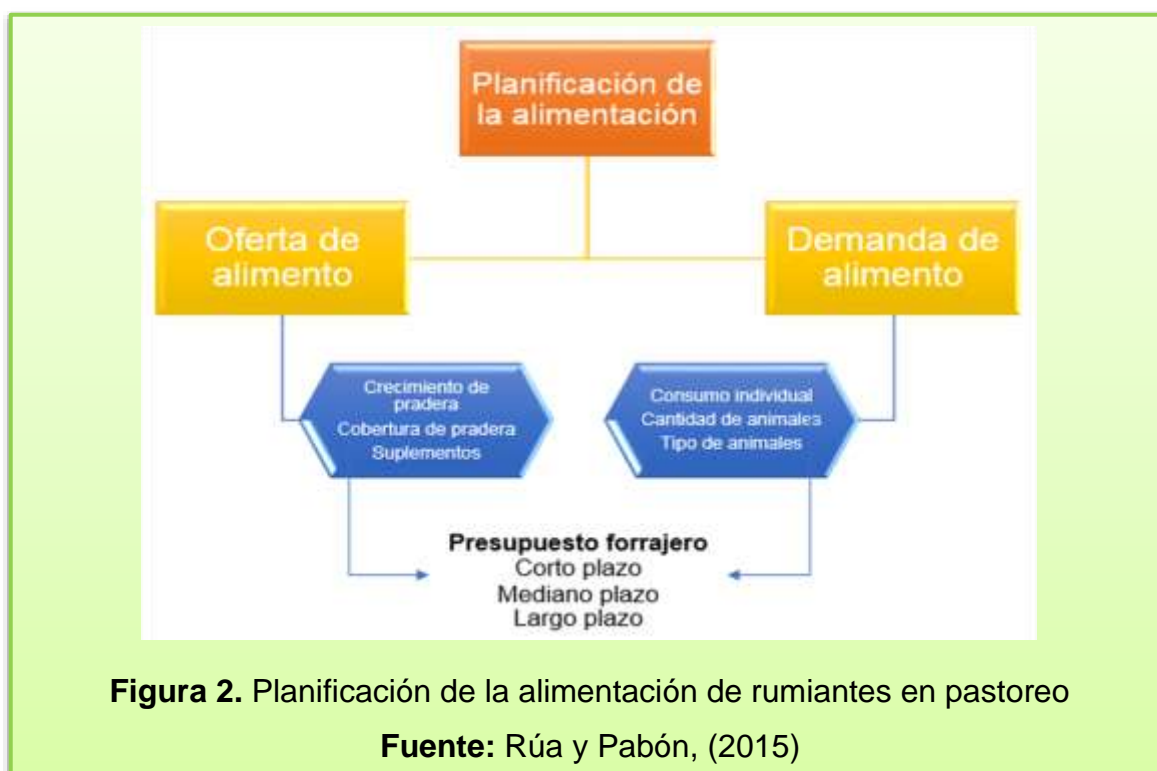
Para lograr la máxima producción ovina en pastoreo, de una forma sostenida, se requiere implementar los cuatro principios básicos para el manejo; una carga animal adecuada, el tipo de animal adecuado, realización del pastoreo en la época apropiada (días descanso y días de ocupación) y la distribución adecuada del pastoreo (divisiones y carga animal). La carga animal es el número de unidades animales que pastorea una superficie determinada en un cierto período de tiempo, donde la unidad animal equivale al consumo de forraje (respecto a la materia seca) que tiene el animal en un día y que equivale al 2.5-4% de su peso vivo, haciendo énfasis a la capacidad de carga, definida como el número de unidades animales que un pastizal puede sostener sin causar daño a la vegetación (Esqueda y Gutierrez, 2009).

Para el caso de los ovinos (Tabla 7) se han estimado medidas específicas de equivalencia, denominadas unidades equivalentes ovinas (UEO) (Rúa y Pabón, 2015). Se hace necesario estimar la cantidad de forraje que van a consumir los animales, para ofertar lo necesario, promoviendo un uso eficiente de los recursos, mediante un análisis comparativo entre los requerimientos y la oferta del forraje, ya sea de praderas, cultivos suplementarios y forraje conservado (SSDB, 2017; Rúa y Pabón, 2015). En la Figura 2, se puede encontrar una herramienta básica para la planificación de sistemas pastoriles, en corto y mediano plazo.

**Tabla 7.** Equivalencia de diferentes tipos de ovinos en unidades equivalentes a la unidad animal.

Oveja Con Cordero 45-65 kg	Oveja sin Cordero 55 kg	Borrega Seca	Borrega Post-monta	Borrego	Capón	Canillero	Canero
0.7-1.1	0.7	0.7	0.7-10	0.7	0.7	1.0	0.8

Fuente: Rúa y Pabón, (2015)



La planificación se hace con respecto al contenido de materia seca del forraje (15-20%) y los demás recursos forrajeros disponibles, teniendo en cuenta la edad de cosecha de los mismos (concentración de lignina), las necesidades correspondientes al peso vivo y la unidad equivalente ovino; logrando así establecer los requerimientos diarios en cada lote y estructurar objetivamente en épocas de lluvias y seca, las alternativas para suplementar estratégicamente con granos u otras materias primas (Barrios, 2018). Las pajas y los granos de cereales, en general, son los alimentos que tienen los mayores porcentajes de materia seca y

por ende un menor contenido de agua. Lo contrario sucede con el pasto fresco, ya sea tierno y/o maduro, donde el porcentaje de materia seca no supera el 30% (Galaviz *et al.*, 2011).

El contenido celular de los vegetales es rico en proteína, azúcares solubles, grasas, almidones y pectinas, compuestos que son de fácil digestión. No obstante, las células vegetales poseen también una pared que está constituida por carbohidratos estructurales (celulosa y hemicelulosa) y por lignina, lo que corresponde a la fibra detergente neutro (FDN); dentro de esta pared, existe una fracción que es de baja digestibilidad compuesta principalmente por celulosa y lignina, el cual es denominado fibra detergente ácido (FDA). A medida que las plantas maduran, el contenido de pared celular aumenta y disminuye el de los contenidos celulares, lo que hace que la capacidad ingestión y de digestión del material vegetal disminuya, reduciendo su valor nutricional (Romero y Bravo, 2012).

No obstante, la fibra en las dietas de rumiantes es muy importante ya que además de ser una fuente de carbohidratos que producen energía, mantienen el funcionamiento del rumen en condiciones adecuadas. La fibra promueve la producción de saliva, lo cual ayuda a la mantención del pH del rumen y su adecuada motilidad, manteniendo estable el proceso fermentativo, lo que se traduce en un adecuado proceso de digestión de los nutrientes (Castellaro *et al.*, 2015).

### **Semi estabulación**

Es un método de alimentación que le permite al ganadero, durante cierto tiempo, en el día, entregarles una ración adicional de alimento a los animales, especialmente en la época seca que los forrajes son más toscos y tienen menos nutrientes. Esta se ha convertido en una alternativa para tecnificar los rebaños, disminuir los costos, mejorar la alimentación y aumentar la productividad (Rúa y Pabón, 2015). Para un adecuado plan de alimentación en semi-estabulación es necesario contar con alimento de buena calidad, praderas verdes, heno y ensilaje, entre otros. En caso de no contar con forrajes o praderas de buena calidad, es indispensable considerar la suplementación energético-proteica de los ovinos (Romero y Bravo, 2012). En

este sistema se cuentan con praderas de mediana y alta calidad en monocultivo con pastos introducidos (*Panicum spp* y *Brachiaria spp*), así como áreas para corte y acarreo de material vegetal (bancos de proteína y bancos energéticos), con el fin de suministrar alimentos forrajeros en el encierro (aprisco) (Castellaro *et al.*, 2015)).

### **Estabulación**

Antes de iniciar con un esquema de alimentación en estabulación se hace necesario tener en cuenta que esto tiene un costo importante, se debe realizar en el menor tiempo posible (engorde), la mayoría de los alimentos son adquiridos fuera del establecimiento y deben ser de buena calidad, y se debe disponer de un conocimiento mínimo para su manejo, porque es una actividad relativamente nueva para muchos productores (Giraudó *et al.*, 2014).

Los forrajes de corte pueden ser utilizados eficientemente en la alimentación ovina cuando se consideran sus limitaciones y se corrigen tomando las medidas necesarias de manejo y balanceo de las dietas. Además, pueden generar carne magra de mejor aceptación por el consumidor o permitir finalizar los corderos con pesos superiores sin demasiado engrasamiento (Huerta, 2016). Las raciones manejadas en estabulación, generalmente están compuestas por alimentos concentrados energéticos (granos), proteicos (tortas de girasol o soya) y fibra (henos o pellet de gramíneas). Los alimentos balanceados comerciales combinan todos estos componentes; en la actualidad, también se dispone de una oferta de buena calidad de alimentos balanceados formulados especialmente para estas especies, que pocos años atrás era muy limitada. Como aporte de fibra también se puede, en los lugares donde se lo disponga, emplear pasturas de buena calidad (Giraudó *et al.*, 2014).

### **Estrategias de alimentación por etapa fisiológica**

El número de corderos nacidos cada temporada es un factor decisivo en la productividad de la ganadería ovina, donde la alimentación cumple un rol fundamental, puesto que un rebaño en buen estado nutricional (con una condición corporal adecuada), producirá un mayor número de corderos, que además tendrán

mejores pesos al destete y mayor probabilidad de sobrevivencia (Martínez, 2012). Así mismo, el uso de concentrados y forrajes de alta calidad en el periodo de lactancia (al lado de la madre) de los corderos, como alternativa alimentaria, permite un desarrollo precoz del rumen, ganancias de peso mayores y, por ende, mayor precocidad al destete (Banchero *et al.*, 2006). Dentro de estos mecanismos encontramos el “flushing” o golpe alimenticio o acondicionamiento, “creep feeding” o suplementación de paso y “creep grazing” o pastoreo de paso (Partida *et al.*, 2013). Los cuales se describen así:

- *Flushing*: Consiste en incrementar el plano nutricional (nivel de energía, proteína y otros nutrientes) que reciben las ovejas en el periodo de pre-monta y monta. Los efectos fisiológicos (fundamentalmente hormonales) de esta práctica desembocan en un aumento de la tasa de ovulación, y por lo tanto de la prolificidad (número de animales nacidos por parto) (Martínez, 2012).
- *Creep feeding*: Es donde el cordero recibe preferencialmente concentrados, estando al lado de su madre, pero donde ella no puede tener acceso. Posibilitando un desarrollo precoz del rumen. Es recomendable que los corderos se inicien, alrededor de los 7-10 días de nacidos. A pesar de que los corderos no consumirán cantidades significativas de alimento hasta las 3-4 semanas de vida. Estas pequeñas cantidades consumidas de suplemento, a temprana edad, son importantes para establecer tanto la funcionalidad del rumen como el hábito de consumo de suplemento (Banchero *et al.*, 2006).
- *Creep grazing*: Se conoce como el uso de pasturas para la suplementación preferencial de corderos lactantes, donde el cordero accede o se le suministran pasturas mejoradas de alta calidad, sin que la oveja pueda acceder a ellas. Permitiendo el desarrollo de las papilas ruminales más rápido y siendo más económico que el *Creep feeding*. El área exclusiva de acceso o suministro de la pastura mejorada a los corderos debe calcularse según la disponibilidad inicial de forraje, la tasa de crecimiento diaria esperada del forraje, utilizando un rango de valores que permitan cierta flexibilidad frente a situaciones no esperadas de reducción del crecimiento de la pastura, consumo de forraje potencial del cordero, establecer un remanente mínimo de altura de corte del

forraje (8 a 10 cm) para favorecer la selectividad por parte del cordero, el valor nutritivo de la dieta cosechada por los corderos, las metas establecidas de ganancia de peso de los corderos y las variaciones de los requerimientos en el consumo de forraje a lo largo del proceso de crecimiento del cordero (Allen, 1993).

### **Manejo de praderas para ganado ovino**

La producción de forraje depende de factores como suelo y clima, y de componentes biológicos como plantas y animales, que interactúan en el tiempo y el espacio, los cuales son modificados por el hombre a través del manejo (Franco *et al.*, 2007). La primera etapa para incrementar la producción de forraje es mejorar la fertilidad del suelo, con el fin de asegurar que los nutrientes esenciales estén presentes en la cantidad y oportunidad requerida para ser absorbidos por las plantas, con mínimas pérdidas que contaminen el medio ambiente (González y Tapia, 2017). Los elementos principales que limitan el establecimiento y mantenimiento de las especies forrajeras en el trópico son nitrógeno, fósforo y potasio (N, P, K) y también calcio, magnesio y azufre (Ca, Mg y S) (Rúa y Pabón, 2015).

El primer pastoreo o cosecha de los pastos y forrajes, se debe realizar entre los 90 a 120 días después de la siembra, permitiendo el afianzamiento de la raíz y un desarrollo foliar óptimo para la actividad fotosintética, evitando el arrancamiento en el momento de la aprehensión por parte de los animales; iniciando con animales jóvenes para no permitir un pastoreo tan exhaustivo o la realización del corte entre los 20 a 30 cm, respecto al borde del suelo (Castellanos *et al.*, 2010). El periodo de ocupación de la pradera para cada especie forrajera varía con respecto a la productividad de la misma determinada mediante un aforo ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ), tipo de animales, época del pastoreo, condiciones sanitarias de los semovientes y tiempo de descanso de la pradera; oscilando entre 1 y máximo 3 días, evitando diferencias fenológicas de la pradera, lo cual representaría el debilitamiento de la misma (Romero, 2010). Igualmente, el periodo o días de descanso en praderas, como se expresó anteriormente, de acuerdo a las condiciones agroecológicas, exigencias nutricionales del forraje y rendimiento por unidad de área, en ovinos para trópico



bajo se maneja entre 30 y 35 días; para forrajes de corte y acarreo está entre 45 y 60 días (García y Pérez, 2017).

Para el mantenimiento de una pradera (monocultivo, policultivo y multiestrato), banco de proteína o banco energético, se deben tener en cuenta los mismos aspectos para su establecimiento, como son una fertilización (edáfica o foliar), distribuida a lo largo del año, control integral de arvenses y plagas (mecánico o químico), sistema de riego o balance hídrico. De la misma manera, la renovación de la misma, ya sea para oxigenar el suelo (arado de cincel) con el fin de mejorar la retención de agua y porosidad o para resiembra (áreas de baja densidad vegetal), se hace en el momento de la salida de los animales, o en su defecto, en un tiempo no mayor a 5 días del pastoreo, este aspecto se determina de acuerdo al periodo de ocupación y las características de la pradera (Franco *et al.*, 2007).

De acuerdo a lo planteado las prácticas culturales consideradas adecuadas durante el establecimiento, serían la adecuación del terreno, preparación del suelo de manera que favorezca la emergencia rápida y uniforme, y un crecimiento vigoroso de los pastos sembrados, siembra usando semilla con buena pureza y potencial de germinación, conocimiento y manejo de los problemas de plagas y enfermedades, aplicación de fertilizantes si el suelo lo necesita para favorecer las especies establecidas y manejo del primer pastoreo, en cuanto a número de animales y días de ocupación es un criterio muy importante, generalmente se requiere de pastoreos ligeros o cortes parciales (Esqueda y Gutierrez, 2009; Franco *et al.*, 2007).

### **Tipos de pastoreo en ovinocultura**

Los sistemas de pastoreos más usados en la producción ovina son similares a los usados en las otras especies animales. Según Castellaro *et al.*, (2015) y González y Tapia, (2017) se destacan:

- Pastoreo continuo: Se refiere a un sistema extensivo de pastoreo donde el ovino permanece en un mismo potrero durante un tiempo prolongado. Este pastoreo permite a los animales pastorear selectivamente.

- Pastoreo rotativo o rotacional: Para realizar este tipo de pastoreo, las praderas deben ser divididas en potreros mediante cercos eléctricos y cercos semi permanentes. Los animales se rotan en base a la disponibilidad y la tasa de crecimiento del forraje. Este sistema utiliza eficientemente las praderas al poder controlar una altura deseable, de acuerdo a la especie forrajera y al tipo de animal, de manera que se le permita a la pradera un rebrote y un crecimiento vigoroso antes de ser nuevamente pastoreada.
- Pastoreo diferido: Este sistema de pastoreo consiste en dejar en descanso algunos potreros por ciertos períodos, antes de iniciarse la época seca. Esto con el fin de utilizarlos posteriormente. La práctica de conservar heno o fardos es el mejor ejemplo de este tipo de pastoreo. La desventaja de este sistema es que, para el tiempo en que el ovino utiliza los potreros, el pasto por su excesiva madurez muestra una menor aceptabilidad y valor nutritivo, contribuyendo exclusivamente como una ración de mantenimiento.
- Pastoreo mixto: Sistema de pastoreo en el que se utilizan diferentes especies de animales como ganado bovino, ovino y/o caprino, que pastorean juntos aprovechando el sistema de cosecha y preferencia que cada uno posee. Este tipo de pastoreo es muy utilizado en países como Uruguay, donde se complementa con la utilización de la pradera, puesto que hay preferencias entre ambas especies.

### **Enfermedades metabólico-nutricionales**

La principal enfermedad en ovinocultura está relacionada con la nutrición, y justamente no proporcionar a los animales dietas que cubran sus necesidades metabólicas en función de su condición productiva. La mayor parte de los rebaños, están subalimentados, y así los animales no pueden responder inmunológicamente a las enfermedades, no tienen buen comportamiento reproductivo, las ovejas producen poca leche y se les mueren los corderos (Tórtora, 2017). Así mismo, los excesos de nutrientes o el mal manejo de las dietas, genera condiciones inadecuadas desencadenadas en desbalances metabólicos e intoxicaciones, (Pezzanite *et al.*, 2010).

**Deficiencia de selenio (Se):** La deficiencia de selenio, en asociación con la deficiencia de vitamina E, produce la enfermedad conocida como del “músculo blanco” o atrofia muscular. La digestibilidad y absorción del Se en los rumiantes es muy baja, alrededor del 19% en ovejas.

**Intoxicación por cobre (Cu):** Los ovinos son muy sensibles al exceso de cobre en la dieta. El cobre destruye los glóbulos rojos y la orina de los animales se observa de color café muy oscuro y espumosa (Tórtora, 2017).

**Toxemia de la preñez:** Es una enfermedad que se presenta en las últimas cuatro semanas de la gestación; ocurre principalmente en ovejas con baja condición corporal (< 2.5) que gestan dos o más crías, así como también, en ovejas muy gordas, en las cuales el apetito está disminuido. La enfermedad es consecuencia del déficit energético, producto del desbalance entre el aporte de los alimentos y el gasto del animal (Tórtora, 2017).

**Hipocalcemia:** El término hipocalcemia significa que el nivel de calcio en la sangre está disminuido; se presenta en el último mes de gestación o en las primeras semanas post parto (González y Tapia, 2017).

**Hipomagnesemia:** Es la deficiencia de magnesio en la sangre; su ocurrencia está relacionada con bajos niveles de magnesio cuando el pasto tiene rápido crecimiento (inicio de lluvias), así como también, por alto contenido de potasio y nitrógeno o bajo contenido de calcio en la dieta. Se presenta generalmente entre una y cuatro semanas después del parto. Las ovejas por lo general, presentan también bajo contenido de calcio en sangre, por lo que se aconseja tratar siempre la hipomagnesemia con calcio y magnesio (González y Tapia, 2017).

**Acidosis ruminal:** En contraparte a la condición de cetosis, la acidosis ruminal es consecuencia de una dieta energética, con azúcares de fácil digestión, almidón (granos, concentrados, harinas, papas) o azúcares más simples (disacáridos), cuando se utiliza melaza o bagazos de frutas, como aporte energético o como saborizante. (Tórtora, 2017).

**Timpanismo:** Se refiere a la acumulación excesiva de gas libre o en forma de espuma en el rumen y la incapacidad para eliminarlo a través del eructo. Las causas que lo originan son múltiples y de acuerdo a esto se le ha clasificado como timpanismo primario o espumoso y timpanismo secundario o gaseoso (Soberón, 2015).

**Urolitiasis:** La urolitiasis se origina por el exceso de sales minerales en la dieta, donde los mecanismos de eliminación del animal están saturados. Cuando el contenido de sales minerales de la dieta es excesivo, o está dificultada su eliminación, la cristaluria (cristales en la orina), comienza a aumentar y el animal corre riesgo de sufrir una obstrucción de sus vías urinarias (Gioffredo, 2011).

## ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

La alimentación en los sistemas de producción animal es el factor más relevante, porque, gracias a su manejo y estructuración adecuados, el componente genético puede expresar su máximo potencial, mientras que las condiciones sanitarias propias de los animales se mantienen, viéndose reflejadas en unos parámetros zootécnicos sobresalientes y la rentabilidad esperada en la granja ovina; por lo tanto, se debe tener en cuenta las diferentes variables (requerimientos-oferta alimenticia) para cada etapa productiva de los ovinos, debido a las limitantes presentadas en la mayoría de los predios, por desconocimiento o por generalizar la alimentación enfocándose únicamente en cantidad del producto y su apariencia organoléptica, sin diferenciar el ciclo productivo; pasando por alto la composición nutricional de los recursos alimenticios, los requerimientos nutricionales específicos y estrategias de suplementación de acuerdo a la condición individual de las hembras (etapa y tipo de gestación o lactancia). Otro de los elementos relevantes para elaborar el modelo de alimentación para rumiantes, es el costo de las materias primas, puesto que los productores, buscando la disminución de costos se arriesgan usando recursos forrajeros o subproductos de cosecha de baja calidad para hacer “productiva” su empresa (Romero y Bravo, 2012).

Por las condiciones agroecológicas intertropicales, la alimentación de los ovinos se puede basar exclusivamente en pastos, forrajes, subproductos de cosecha y procesamiento de los mismos (heno-ensilaje), para afrontar la época de sequía (alta demanda-baja oferta) y mantener la productividad dentro de los índices establecidos (Vega, 2017). Donde se cuentan con varias especies vegetales con potencial energético (gramíneas) y proteico (leguminosas, arbustivas y arbóreas), las cuales, con el manejo óptimo (establecimiento, fertilización, aprovechamiento y renovación) para pastoreo, corte y acarreo, ramoneo o su conservación, brindan la suficiencia nutricional para mantenimiento de una granja ovina durante cualquier periodo productivo (Vega, 2017). No obstante, por la baja capacitación, limitación de recursos financieros y baja tecnificación disponible por parte de algunos ovinocultores en determinadas regiones, se realiza un manejo alimenticio inadecuado.

La principal característica por la cual se puede realizar un análisis real de la eficiencia del plan de alimentación de un sistema ovino, es la condición corporal, la cual se debe determinar sobre (palpación de apófisis transversas lumbosacras) el animal únicamente, teniendo valores desde 1 a 5 dependiendo de la etapa fisiológica, para permitir tomar correctivos y hacer los ajustes de acuerdo a las necesidades particulares (Giraud *et al.*, 2014). La condición corporal para las hembras en el inicio a la época de monta ( $>3$ ), se permite disminuir (2.5-2.7) por el desgaste energético del ciclo estral y evitar el engrasamiento del tracto reproductivo; para la llegada a la gestación tardía y el parto, la oveja debe haber recuperado la puntuación del inicio del periodo reproductivo ( $>3$ ), logrando afrontar una lactancia con 2 o más corderos, haciendo énfasis en una suplementación especial por la capacidad de ingesta reducida (aumento del tamaño uterino y disminución del rumen), la alta calidad nutricional de la dieta y palatabilidad.

La ganadería ovina en Colombia se distribuye de acuerdo a la disponibilidad de recursos en la zona y cercanía a ciudades capitales, donde predomina el tipo de manejo mixto (bovinos-ovinos) en sistema extensivo, con estructura de economía campesina para autoconsumo y venta en mercados locales (Vivas, 2013). En zonas

tropicales bajas, se cuenta con recursos genéticos diversos, correspondientes a cruces y mestizajes entre razas pelibuey, ovino de pelo colombiano (OPC) y recientemente la introducción de katahdin, en zonas agroecológicas de baja o nula aptitud agrícola y alta incidencia de predadores para la especie, nivel tecnológico bajo, con un número no mayor a 50 animales, para producción únicamente de carne (Martínez *et al.*, 2009). Establecidos en áreas no mayores a 2 hectáreas, con el interés de la introducción de nuevos recursos genéticos a fin de complementar los existentes, mejorando principalmente la prolificidad, habilidad materna (Black Belly y Santa Inés) y capacidad cárnica (Dorper y Charollais).

Los sistemas de alimentación en el trópico bajo, se pueden establecer con arreglos pastoriles y áreas para cosecha de forrajes, en los diferentes tipos de manejo como lo son pastoreo racional Voisin (PRV), con sus cuatro principios fundamentales que son: 1) Tiempo de recuperación óptimo de la planta, 2) Tiempo adecuado de ocupación (<3 días), 3) Capacidad de carga de acuerdo a la productividad de la pradera (animales/hectárea) y 4) Rendimiento máximo del forraje; sistema silvopastoril (SSP), asociando el estrato bajo (pradera), estrato medio (arbustivo) y alto (arbóreo), estos últimos dentro de la pradera para brindar sombra, follaje proteico, fijación de nitrógeno atmosférico o cercas vivas; bancos energéticos o de proteína, los cuales son áreas de cultivo para corte y acarreo de forraje para suministro en fresco o para su procesamiento y conservación como heno o ensilaje, (Vega 2017).

En los planes de alimentación (granjas convencionales) por grupo etario o etapa fisiológica casi nunca se consideran las diferencias o se tiene en cuenta la suplementación adecuada, generando desbalances nutricionales en corderos y ovejas, restringiendo el crecimiento de los animales jóvenes, la posibilidad de gestaciones múltiples y lactancias apropiadas, debido al elevado requerimiento proteico (120-180 g/día) en animales menores de 6 meses y gestación tardía (116 g/día), necesidades energéticas en lactancia (3.85 Mcal/día) como niveles de calcio (6.7 g/día) y fósforo (5.7 g/día) (Castellaro *et al.*, 2015).

Por el uso tradicional de suplementos minerales para bovinos en granjas ovinas, comúnmente existen insuficiencias de micro minerales, como el zinc (Zn, 20 mg/kg), selenio (Se, 0.1 mg/kg) y cobre (Cu, 5 mg/kg), generando bajos índices reproductivos (tasa de concepción, porcentaje de supervivencia y días abiertos) y productivos (ganancia de peso y producción lechera), los cuales se pueden suplir con el manejo de una sal específica para ovinos o soluciones parenterales de manera periódica.

Las condiciones sanitarias del ganado ovino, dependen directamente de la calidad de la alimentación, pues la condición corporal, los niveles de glucosa en sangre y proteínas plasmáticas (albumina y globulinas), varían acorde a la concentración y metabolización de los nutrientes de la ración, correlacionados con la carga parasitaria en el individuo, porque estos afectan inversamente la absorción y disponibilidad de las moléculas activas.

La mayoría (70%) de los puntos críticos en la producción ovina tropical, se encuentran el relacionados con en el manejo de la alimentación, en actividades como el balanceo de dieta (requerimientos), palatabilidad de la ración (consumo), digestibilidad de las materias primas (aprovechamiento), almacenamiento (inocuidad) y rentabilidad (costos y productividad); el 15% está relacionado con en el manejo administrativo, y a su vez con la calidad del recurso humano, el análisis de la información (registros), la evaluación de datos y variables (observaciones detalladas), la identificación de debilidades y el fortalecimiento empresarial (mercadeo y comercialización); el 10% en la genética, con los parámetros zootécnicos (objetivos productivos y bondades de la raza o cruce) y la heredabilidad (parámetros a mejorar y razas adecuadas); y en el restante 5% se incluyen la medicina preventiva, bioseguridad y tecnificación. La función principal del manejo es la implementación de un sistema, aprovechando al máximo todos los recursos de una propiedad agropecuaria para lograr ciertos objetivos económicos, teniendo en cuenta los factores principales que determinan el sistema óptimo según las condiciones). Los tipos de razas y esquemas de mejoramiento o selección genética hay que evaluarlos con un profesional especializado en el área, al igual el balanceo

de la dieta y los demás ítems para garantizar rentabilidad constante en la granja, (Flórez *et al.*, 2018).

## CONCLUSIONES

En la producción ovina, la condición corporal es el parámetro más importante para evaluar la eficiencia de la alimentación, porque está relacionada directamente con la calidad y composición de la dieta; esta práctica se debe realizar periódicamente (una vez/semana), con el fin de permitir al productor conocer las variables nutricionales establecidas para cada etapa para efectuar los ajustes requeridos, teniendo en cuenta los requerimientos, el análisis bromatológico de las materias primas y su digestibilidad. No obstante, el estado sanitario puede influir en su productividad, siendo indispensable manejar una medicina preventiva poblacional, haciendo énfasis en las etapas de mayor predisposición a estrés (parto, destete, transporte, periodos prolongados de manipulación o ayuno).

Los ovinos con fines para producción cárnica, presentan mayor eficiencia alimenticia respecto a los doble propósito (carne-lana) o los de producción lechera, debido a la capacidad de convertir mejor en músculo, es decir, más rápido y con menos gasto energético, debido a las características de heredabilidad que estas razas presentan en cantidad de alimento ingerido, conversión alimenticia y necesidades energéticas para mantenimiento.

La importancia de contar con un recurso genético adaptable a las condiciones agroecológicas, además conocer situación sanitaria el comportamiento agronómico y calidad nutricional de las especies forrajeras de la región, va a facilitar la implementación de un sistema de producción ovina de carne, donde las variables más importantes en la alimentación son la palatabilidad de la dieta, cantidad de raciones, balance de minerales (macro-microminerales), conversión y finalmente el costo de la misma.

El conocimiento detallado del sistema ovino con fines cárnicos, permite interpretar los principales factores críticos para lograr resultados óptimos en el manejo y engorde de los corderos; es necesario tener en cuenta los porcentajes de fertilidad,



preñez, natalidad, corderos nacidos vivos y número de corderos lactantes por oveja), todo establecido en protocolos de manejo y flujogramas de procesos, atribuirán una productividad considerable, aún en época de escasas forrajera.

La alimentación de los ovinos en la región intertropical está determinada por la eficiencia en el uso de los pastos y forrajes, por las bondades presentadas en periodos de alta pluviosidad con respecto a la biomasa, puesto que los excesos de material vegetal se conservan a manera de heno o ensilaje para ser utilizados en los periodos de época seca. En la gestación avanzada es importante utilizar forrajes con alta degradabilidad y fibra detergente neutro baja (menor del 60%), por su alta demanda energético-proteica, donde en ciertos casos por la baja calidad del material vegetal se requiere el asocio en con gramíneas y leguminosas, sea en SSP en pastoreo o bancos forrajeros para corte y acarreo, garantizando así una alimentación netamente forrajera con uso de alimentos concentrados en etapas críticas, ofreciendo la ración en horas de la mañana y en horas de la tarde, permitiendo un pastoreo racional y eficiente.

### **RECOMENDACIONES**

Se debe hacer el mejoramiento genético y la selección adecuada para llegar a tener una producción ovina competitiva, como lo exige el mercado, pero logrando mantener los recursos genéticos locales por la rusticidad adquirida y la adaptación a determinadas condiciones.

Lograr balancear una ración con las materias primas presentes en la zona para cada etapa productiva o para el crecimiento de corderos y gestación tardía (>100 días); con materiales como yuca, tamo de arroz y subproductos del procesamiento de frutales.

Establecer los modelos de pastoreo en sistema silvopastoril, asesorados por los técnicos especializados, procurando hacer el asocio de gramíneas y leguminosas por tiempo de descanso similar, porque los ovinos aprovechan al máximo el forraje ofrecido en estos arreglos nutricionales.

Evaluar la productividad y eficiencia de cada forraje en varias producciones ovinas, desde su establecimiento hasta su uso en pastoreo o corte y acarreo, para permitir documentar las variables y definir los mejores para unas condiciones agroecológicas específicas.

Las instituciones de educación superior de Colombia, deben servir de soporte técnico-científico para las necesidades de cada uno de los productores, por lo cual hay que brindar alternativas locales para las inquietudes comunes presentadas últimamente, acorde a la dinámica de comercialización y utilidad de la empresa.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. American Hamshire Shepp Asossiation (AHSA), Hampshire Breed Standards. 2018. Disponible En: <http://www.hampshires.org/about.html>
2. Alfonso, J. Comportamiento productivo de ovejas cruza de Ramboulliet (3/4) x East Friesian (1/4) en sistema estabulado, Soledad de Graciano Sánchez, S.L.P., México: Universidad Autónoma San Luis de Potosí. 2013.
3. Allen, V. Creep Grazing: como hacer de la cría vacuna un negocio, Blacksburg, Virginia, USA: Virginia Polytechnic Institute and State University Blacksburg. 1993.
4. American Romney Breeders Association (ARBA). Romney Breed Standard. 2018. Disponible En: <http://americanromney.org/about-romneys/breed-standard/>
5. Asociación Argentina de Criadores Corriedale, (AACC). Generalidades de la raza Corriedale, Buenos Aires: AACC. 2007.
6. Australian Corriedale Association, (ACA). Guide to Judging and Selection of Corriedale Sheep. 2018. Disponible En: [http://www.corriedale.org.au/page.asp?\\_How%20to%20judge%20a%20Corriedale](http://www.corriedale.org.au/page.asp?_How%20to%20judge%20a%20Corriedale)
7. Australian Dorper & White Dorper (AD&WD). Development of Dorper, Goodwood, South Australia: AD&WD. 2016.
8. Bancharo, G., Montossi, F., Ganzábal, A., Alimentación estratégica de corderos: La experiencia del INIA en la aplicación de las técnicas de alimentación preferencial de corderos en el Uruguay, Montevideo, Uruguay: Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria - INIA. 2006.
9. Barrios, C. Elección de la raza en la granja ovina, Bogotá D.C.: ASOOVINOS - CAOC. 2018.
10. Bécquer, U. Heredabilidad y correlaciones genéticas y fenotípicas para caracteres de crecimiento en el camaron blanco *Litopenaeus schmitti* (Burkenroad, 1936) (Decapoda, Dendrobranchiata), La Habana, Cuba: Universidad de la Habana. 2005.
11. Bianchi, G., Garibotto, G., Betancur, O. Efecto de la raza paterna (Corriedale, Texel, Île de France y Milchscaf) y del sexo sobre la producción de carne en la progenie de ovejas Corriedale en Uruguay. Información Técnica Económica Agraria - ITEA, 98A (1): 59-73. 2002.
12. Bueno, M., Da Cunha, E., Dos Santos, L., Veríssimo, C. Santa Inês: Uma Boa Alternativa para a produção intensiva de carne de cordeiros na Região Sudeste, Sao Paulo, Brasil: Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de Sao Paulo. 2017.
13. Camargo, A., Contexto y producción ovina y caprina en Colombia, Bogotá D.C.: Cadena Ovino Caprina - MADR. 2016.
14. Cansino, G., Herrera, J., Aké, J. Tasas de concepción, fertilidad y prolificidad en ovejas de pelo alimentadas con dietas enriquecidas con ácidos grasos polinsaturados. Universidad y Ciencia, 2: 181-185. 2009.
15. Castellanos, J., Rodríguez, J., Toro, W., Luengas, C. Agenda prospectiva de investigación y desarrollo tecnológico para la cadena productiva cárnica ovino - Caprina en Colombia, Bogotá D.C.: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. 2010.
16. Castellano, G. Principios de la genética animal aplicados al mejoramiento de la producción de carne ovina. Santiago de Chile: Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas. 2016.

17. Castellaro, G., Orellana, C., Escanilla, J. Manual básico de nutrición y alimentación de ganado ovino. Santiago de Chile: Universidad de Chile: Facultad de Ciencias Agronómicas. 2015.
18. Cordero, R., Monge, F., Villalobos, V. Especies menores: Ovejas, San José de Costa Rica: Universidad Estatal a Distancia de Costa Rica. 2016.
19. Cordova, A., Costa, R., Araújo, J., Alves, N. Desempeño de ovinos de la raza Santa Inês alimentados con nopal y restricción de agua. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*, p 267-269. 2014.
20. Creangă, S., Maciuc, V., Coman, M. Estimates of heritability coefficients in some sheep populations from the sheep breeding research station of Palas-Constanta, Iasi, Rumania: *University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine of Iasi*. 2007.
21. Cruz, F., Rodríguez, D., Benavides, A., Clavijo, J. Caracterización de parámetros productivos y reproductivos de ganado normando en Colombia. *Archivos de Zootecnia*, 62 (239): 345-356. 2013.
22. Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). Encuesta de Sacrificio de Ganado - ESAG: IV Trimestre de 2018, Bogotá D.C.: DANE. 2018.
23. Espinal, C., Martínez, H., Amézquita, J. La cadena de ovinos y caprinos en Colombia: Documento de trabajo N. 125, Bogotá D.C.: MADR - AGROCADENAS. 2006.
24. Esqueda, M., Gutierrez, E. Producción de ovinos de pelo bajo condiciones de pastoreo extensivo en el Norte de México. Chihuahua, México: INIFAP - SAGARPA. 2009.
25. Ferrer, A. I Curso de actualización en selección y juzgamiento de razas criollas de pelo. Montería, Córdoba, ASOVICOR, p 77. 2017.
26. Flórez, J., Hernández, M., Bustamante, M., Vergara, O. Caracterización morfoestructural de tres poblaciones de ovino de pelo criollo colombiano "OPC". *Archivos de Zootecnia*, 67 (259): 340-348. 2018.
27. Fogarty, N. Utilization of breed resources for sheep production, Belo Horizonte, MG, Brazil: 8<sup>th</sup> World congress on genetics applied to livestock production. 2006.
28. Franco, L., Calero, D., Durán, C. Manual de establecimiento de pasturas, Palmira, Valle del Cauca: CIAT. 2007.
29. Galaviz, J., Zaragoza, J., Corona, V. Alimentación para Ovinos de la Región Nor - poniente de Tlaxcala, Tlaxcala, México: INIFAP - SAGARPA. 2011.
30. Ganzábal, A, Lira R, Urgate E, Franco B, Bermudez J, Bidot A (Ed). Guía práctica de producción ovina en pequeña escala en Iberoamérica. Montevideo, Uruguay: Ciencia y Tecnología para el Desarrollo - CYTED. 2016.
31. García, G., Pérez, G. Uso y manejo de pastizales en la cría intensiva de ovinos y caprinos, Caracas, Venezuela: Complejo Editorial Alfredo Maneiro - CEAM. 2017.
32. Gioffredo, J. J. Sanidad en ovinos y caprinos: Enfermedades metabólicas, Río Cuarto, Córdoba, Argentina: Universidad Nacional de Río Cuarto. 2011.
33. Giraud, C., Villar, M., Villagra, E. Engorde de ovinos y caprinos a corral, San Carlos de Bariloche, Argentina: INTA. 2014.
34. Godfrey, S., Boyce, M., Rowe, J., Speijers, E. Changes within the digestive tract of sheep following engorgement with barley. *Australian Journal of Agricultural Research*, 44 (5): 1093-1101. 1993.
35. González, V., Tapia, M. Manual de manejo ovino. Santiago de Chile: Instituto de Desarrollo Agropecuario - Instituto de Investigaciones Agropecuarias. 2017.
36. Huerta, M. Alimentación de Ovinos con Dietas Basadas en Forrajes de Corte, Chapingo, México: COLPOS - UACh. 2016.
37. Instituto Colombiano Agropecuario, (ICA). Censo población de ovinos, Bogotá D.C. 2018.
38. IFSBSSA. Administrative Guide: Breeding, Bloemfontein, South Africa: Ile de France Sheep Breeders' Society of South Africa. 2017.
39. Joy, M. *et al.*, Opciones para la producción de Corderos Ligeros. En: Guía práctica de producción ovina en pequeña escala en Iberoamérica. Montevideo, Uruguay: Ciencia y Tecnología para el Desarrollo - CYTED, p 21-26. 2016.
40. Leymaster, K. Fundamental aspects of crossbreeding of sheep: Use of breed diversity to improve efficiency of meat production. *Sheep and Goat Research Journal*, 17 (3): 50-59. 2002.
41. Lôbo A, Lôbo R, Paiva S, Pinheiro S, Facó O. Genetic parameters for growth, reproductive and maternal traits in a multibreed meat sheep population. *Genetics and Molecular Biology*, 32 (4): 761-770. 2009.
42. Martínez, M. La técnica del flushing en la alimentación de ovejas, Osorno, Chile: INIA - Remehue. 2012.
43. Martínez, R., Vásquez, R., Ballesteros, H. El ovino criollo en Colombia, conservación, caracterización y evaluación de la variabilidad genética. en: biodiversidad ovina iberoamericana: caracterización y uso sustentable. Punta del Este, Uruguay: Universidad de Córdoba, p 235-261. 2009.

44. Mathis, C., Ross, T. Sheep production and management. cooperative extension service, p 1-44. 2005.
45. Montes, D., Perez, A., De la Ossa, J. Importancia de los ovinos en los sistemas de producción pecuario: Perspectiva. Revista Colombiana de Ciencia Animal, VIII (1): 5-6. 2016.
46. Morand-Fehr, P., Boyazoglu, J. Present state and future outlook of the small ruminant sector. Small Ruminant Research, 34 (3): 175-188. 1999.
47. Mujica, E. Boletín INIA N° 127: Razas ovinas y caprinas en el Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Osorno, Chile: Ministerio de Agricultura: INIA. 2005.
48. Ochoa, P. Mejoramiento genético del ganado bovino productor de leche. Ciencia Veterinaria, p 68-85. 1991.
49. Organización de las Naciones Unidas (FAO). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2018. Disponible En: <http://www.fao.org/dairy-production-products/production/productiondairy-animals/productiondairy-animals-small-ruminants/es/>
50. Otte, M., Chilonda, P. Cattle and small ruminant production systems in Sub-Saharan Africa: A Systematic Review. Roma, Italia: FAO. 2002.
51. Parish, J., Rivera, J., Boland, H. Understanding the ruminant animal digestive system, city of Jackson, Mississippi, USA: Mississippi State University. 2017.
52. Partida, J, Rios F; de la Cruz I, Dominguez I, Buendía. Caracterización de las canales ovinas producidas en México. Rev Mex Cienc Pecu., 8 (3): 269-277. 2017.
53. Pezzanite, L., Neary, M., Hutchens, T., Scharko, P. Common diseases and health problems in sheep and goats, West Lafayette, Indiana, USA: University of Purdue. 2010.
54. Redondo, P. Área de zootecnia y producción animal: Anatomía del aparato digestivo de un rumiante, Valladolid, España: Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Agrícola - INEA. 2003.
55. Relling, A., Matioli, G. Fisiología digestiva y metabólica de los rumiantes. La Plata, Bs As, Argentina: Universidad de La Plata: Facultad de Ciencias Veterinarias. 2003.
56. Romero, J. Zootecnia de Ovinos: Importancia de los productos y derivados de los ovinos, México D.F.: FMVZ - UNAM. 2010.
57. Romero, O., Bravo, S. Fundamentos de la producción ovina en la región de La Araucanía, Temuco, Chile: Instituto de Investigaciones Agropecuarias - INIA. 2012.
58. Rúa, C., Pabón, F. Manual técnico para la producción de carne ovina utilizando Buenas Prácticas Ganaderas. Medellín, Colombia: Gubernation de Antioquia. 2015.
59. Saskatchewan Sheep Development Board (SSDB). Sheep Nutrition Fact Sheet, Saskatoon: Agriculture and Agri-Food Canada. 2017.
60. Soberón, A. Timpanismo Ruminal en Caprinos, México D.F.: FMVZ - UNAM. 2015.
61. Tórtora, J. Tecnología para Ovinocultores: Enfermedades metabólico - nutricionales, México D.F.: Unión Nacional de Ovinocultores - UNO. 2017.
62. Vásquez, E., Partida, J., Rubio, M., Méndez, D. Comportamiento productivo y características de la canal en corderos provenientes de la cruce de ovejas Katahdin con machos de cuatro razas cárnicas especializadas. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias, p 247-258. 2011.
63. Vega, C. Prácticas ganaderas en sistemas de producción de ovinos: Desafíos para el mejoramiento de la competitividad del sector en Colombia. Bogotá D.C.: Universidad Nacional de Colombia - UN. 2017.
64. Vega, C., García, D. Guía práctica para pequeños productores ovinos: Fundación Holcin de Colombia, Tunja, Boyacá, Colombia: Jotamar Ltda. 2011.
65. Velázquez, B. *et al.*, Ciencias biológicas y de la salud: Nutrición Ovina. Pachuca, México: Universidad Politécnica de Pachuca - ECORFAN. 2017.
66. Vivas, N. Diversidad genética de ovinos criollos Colombianos, Palmira, Valle del Cauca, Colombia: Universidad Nacional de Colombia. 2013.

## **La importancia de análisis nutricionales de la leche en ganado doble propósito en el Piedemonte Llanero**

**The importance of nutritional analysis of milk in dual-purpose cattle in the foot of the plain**

**A importância da análise nutricional do leite em bovinos de dupla finalidade no sopé de Llanero**

Roa Vega María Ligia<sup>1</sup> y Diaz Arias Camilo Andrés<sup>2</sup>,

<sup>1</sup>Zootecnista Esp. Msc. Docente de la universidad de los Llanos y

<sup>2</sup>Medico Veterinario Zootecnista, Joven Investigador de la Universidad de los Llanos, Grupo de Investigación de Agroforestería

[mroa@unillanos.edu.co](mailto:mroa@unillanos.edu.co)

Recibido 20 de noviembre 2020, Aceptado 2 de diciembre 2020

### **RESUMEN**

La ganadería de doble propósito en Colombia se localiza en regiones del trópico bajo como en valles de los ríos Magdalena y Cauca, la Costa Atlántica y los llanos, donde se encuentra la zona del Piedemonte del Meta, que se caracteriza porque la producción de leche se hace principalmente con ganado doble propósito que son cruces de Bos Taurus con Bos indicus, donde las vacas son ordeñadas a mano una vez al día y los terneros permanecen con sus madres durante alrededor de los 9 meses de edad. Aunque las cualidades nutritivas de la leche y sus derivados, son de excelente calidad nutricional, existen riesgos para una producción inocua, principalmente en estas zonas tropicales donde la ganadería se hace de forma extensiva y el manejo de leche no puede ser el mejor debido a la falta de infraestructura para la conservación de este producto, por lo tanto se puede incrementar el riesgo de contaminación y multiplicación de microorganismos, los cuales se detectan en el laboratorio mediante la contabilización de unidades formadoras de colonias, (UFC), la presencia de coliformes totales y fecales, microorganismos que pueden alterar las calidad físico-química de sus componentes: densidad, grasa y solidos no grasos, este artículo tiene como objetivo

explicar de manera didáctica de cómo se realizan algunos análisis nutricionales y microbiológicos para determinar la calidad de la leche en el Laboratorio y su importancia para una producción inocua, y que son del ámbito de incumbencia de la Producción Animal y Ciencias Veterinarias, puesto que surgen claramente demandas de los sistemas sociales y productivas a los que estos profesionales deben estar atentos, puesto que los conceptos de calidad y sanidad están unidos en toda la cadena productiva de la leche.

**Palabras clave:** Leche, microbiología, fisicoquímica, vacas zona tropical.

### ABSTRACT

Dual-purpose livestock in Colombia is located in regions of the low tropics, such as in the valleys of the Magdalena and Cauca rivers, the Atlantic Coast and the plains, where the zone of foot of the plain in the department of Meta is located, which is characterized by the fact that milk production is It is mainly made with dual purpose cattle which are crosses of *Bos Taurus* with *Bos indicus*, where the cows are hand-milked once a day and the calves remain with their mothers for around 9 months of age. Although the nutritional qualities of milk and its derivatives are of excellent nutritional quality, there are risks for a safe production, mainly in these tropical zones where cattle ranching is done extensively and milk management cannot be the best due to the Lack of infrastructure for the conservation of this product, therefore the risk of contamination and multiplication of microorganisms can be increased, which are detected in the laboratory by counting colony forming units (CFU), the presence of total coliforms and fecal, microorganisms that can alter the physical-chemical quality of its components: density, fat and non-fat solids, this article aims to explain in a didactic way how some nutritional and microbiological analyzes are carried out to determine the quality of milk in the Laboratory and its importance for a production innocuous, and that are in the field of concern of Animal Production and Veterinary Sciences, since there are clearly demands from the social and productive systems to which these professionals must be attentive, since the concepts of quality and health are linked in all the milk production chain.

**Keywords:** Milk, microbiology, physicochemical, tropical zone cows.

## RESUMO

A pecuária de duplo propósito na Colômbia está localizada em regiões dos baixos trópicos, como nos vales dos rios Magdalena e Cauca, na Costa Atlântica e nos Llanos, onde se localiza a área de Piedemonte del Meta, que se caracteriza pelo fato de que a produção de leite é feita principalmente com bovinos de dupla finalidade, que são cruzamentos de *Bos Taurus* com *Bos indicus*, onde as vacas são ordenhadas manualmente uma vez por dia e os bezerros permanecem com suas mães por cerca de 9 meses de idade. Embora as qualidades nutricionais do leite e seus derivados sejam de excelente qualidade nutricional, existem riscos para uma produção segura, principalmente nestas áreas tropicais onde a pecuária é feita extensivamente e o manejo do leite não pode ser o melhor devido à Falta de infraestrutura para a conservação deste produto, pois pode ser aumentado o risco de contaminação e multiplicação de microrganismos, que são detectados em laboratório pela contagem de unidades formadoras de colônias (UFC), pela presença de coliformes totais e fecais, microrganismos que podem alterar a qualidade físico-química de seus componentes: densidade, sólidos gordurosos e não gordurosos, este artigo tem como objetivo explicar de forma didática como são realizadas algumas análises nutricionais e microbiológicas para determinar a qualidade do leite em o Laboratório e sua importância para uma produção inócuas, e que estão no campo de interesse da Produção Animal e das Ciências Veterinárias, visto que são claras as demandas dos sistemas sociais e produtivos aos quais esses profissionais devem estar atentos, visto que os conceitos de qualidade e saúde estão ligados em todos. cadeia de produção do leite.

**Palavras-chave:** Leite, microbiologia, físicoquímica, vacas da zona tropical.

## SITUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE LECHE COLOMBIA Y DEPARTAMENTO DEL META

Este sector productor de leche es muy importante para para la economía colombiana. Actualmente representa el 2.3% de PIB nacional y el 24.3% del PIB agropecuario,

generando más de 700.000 empleos directos. La producción lechera hace presencia en 22 departamentos del país, con registro aproximado de 400.000 fincas, de las cuales solo el 20% tienen más de 15 animales. La situación actual del sector sorprende debido a las condiciones y capacidades que tiene el país, que daría para competir con las grandes potencias lecheras mundiales como Nueva Zelanda y Estados Unidos. Primero que todo, Colombia es el cuarto productor de leche de América Latina detrás de México, Brasil y Argentina. Además, la calidad de la leche colombiana es sumamente alta comparada con los grandes productores mundiales. Finalmente, el consumo de leche en Colombia es también una cifra relevante, tendiendo el tercer mercado en ventas de lácteos de América Latina (MinAgricultura y MinComercio, 2015).

En Colombia la ganadería de doble propósito se localiza principalmente en zonas del trópico bajo con alturas entre 0 y 1000 metros sobre el nivel del mar, como: los valles de los ríos Magdalena y Cauca, la Costa Atlántica y los Llanos, con sistemas extensivos de producción, baja utilización de insumos casos (Uribe *et al.*, 2011). El Piedemonte del Meta la producción de leche se hace principalmente con ganado doble propósito con cruces de *Bos Taurus* con *Bos indicus*, donde las vacas son ordeñadas a mano una vez al día y los terneros permanecen con sus madres durante alrededor de los 9 meses de edad (Figura 1).

Los sistemas ganadero doble propósito que se dedican a la producción de leche deben ofrecer a los consumidores un producto confiable y sano, siendo un imperativo para incrementar el consumo manteniendo y conquistando nuevos mercados, con el fin de competir con productos importados, es decir para asegurar en el tiempo la viabilidad del sector en su conjunto, siendo importantes los derivados lácteos (Beranek and Kamerschen, 2013). El mercado se orienta a garantizar la inocuidad y calidad constante de los alimentos como la leche, pero existe preocupación de los consumidores por los productos alimenticios y falta de veracidad de la información que éstos contienen. El consumidor busca productos diferenciados en calidad e inocuidad avalados a través de prácticas de certificación,



como la ISO (Organización Internacional de Normalización), normas que se aplican los a productos pecuarios (Jahn *et al.*, 2005).



**Figura 1.** En el Piedemonte del Meta la producción de leche se hace principalmente con ganado doble propósito con cruces de *Bos Taurus* con *Bos indicus*. **Fotografía:** Ospina y Ramos, (2020).

Las cualidades nutritivas de la leche y sus derivados, son de excelente calidad nutricional, pero su producción, desde su síntesis en la glándula mamaria hasta su llegada al consumidor, están sometidos a un gran número de riesgos como son: la contaminación y multiplicación de microorganismos, los cuales se pueden detectar en el laboratorio mediante la contabilización de unidades formadoras de colonias, (UFC), la presencia de coliformes totales y fecales, microorganismos que pueden alterar las calidad físico-química de sus componentes: densidad, sólidos grasos y no grasos, generando olores y sabores extraños, con sustancias químicas tales como pesticidas, antibióticos, metales, detergentes, desinfectantes, y otros. Los cuales actúan en forma negativa sobre la calidad higiénica y nutricional del producto y, consecuentemente en contra de la salud pública y economía de cualquier país o región (Margariños, 2001).

### **LABOR DE LOS MEDICOS VETERINARIOS Y ZOOTECNISTAS EN EL PROCESO PRODUCTIVO PARA OBTENER LECHE DE CALIDAD**

La evaluación física, química y microbiológico de leche tiene limitaciones y algunos problemas de muestreo y análisis, debido en la mayoría de los casos por insuficiente

número de unidades para obtener una información significativa, además no existen sistemas idóneos de monitoreo para evitar los peligros de contaminación de la leche en toda su cadena productiva, desde el ordeño hasta el consumidor. En este aspecto es donde los Médicos Veterinarios y Zootecnistas cumplen un rol importante, pues son ellos los encargados de establecer programas sanitarios, de higiene y capacitación con el fin de lograr una seguridad alimentaria, generando sistemas que cubran el producto de la granja a la mesa. Para ello los profesionales de las Ciencias Veterinarias tienen que ver directamente con la Salud Pública (Villamil y Romero, 2003), y pueden intervenir en los procesos productivos de la leche con el objetivo de garantizar una inocuidad de alimento, haciendo los controles pertinentes desde su producción primaria, puesto que de un animal sano se obtiene un alimento sano. Estas tareas suponen favorecer la aplicación de buenas prácticas ganaderas, procesos tecnológicos, normas de control, educación y capacitación sanitaria a todos los niveles humanos que intervienen en la producción de la leche. Por lo anterior se justifica que los profesionales de las ciencias veterinarias conozcan sobre métodos efectivos de análisis de la calidad de leche (Romero y Villamil, 2002).

Por los aspectos analizados anteriormente, este artículo tiene como objetivo explicar de manera didáctica de cómo se realizan algunos análisis nutricionales y microbiológicos para determinar la calidad de la leche en el Laboratorio y su importancia para una producción inocua, y que son del ámbito de incumbencia de la Producción Animal y Ciencias Veterinarias, puesto que surgen claramente demandas de los sistemas sociales y productivas a los que estos profesionales deben estar atentos, puesto que los conceptos de calidad y sanidad están unidos en toda la cadena productiva.

### **CALIDAD FISICOQUÍMICA DE LA LECHE**

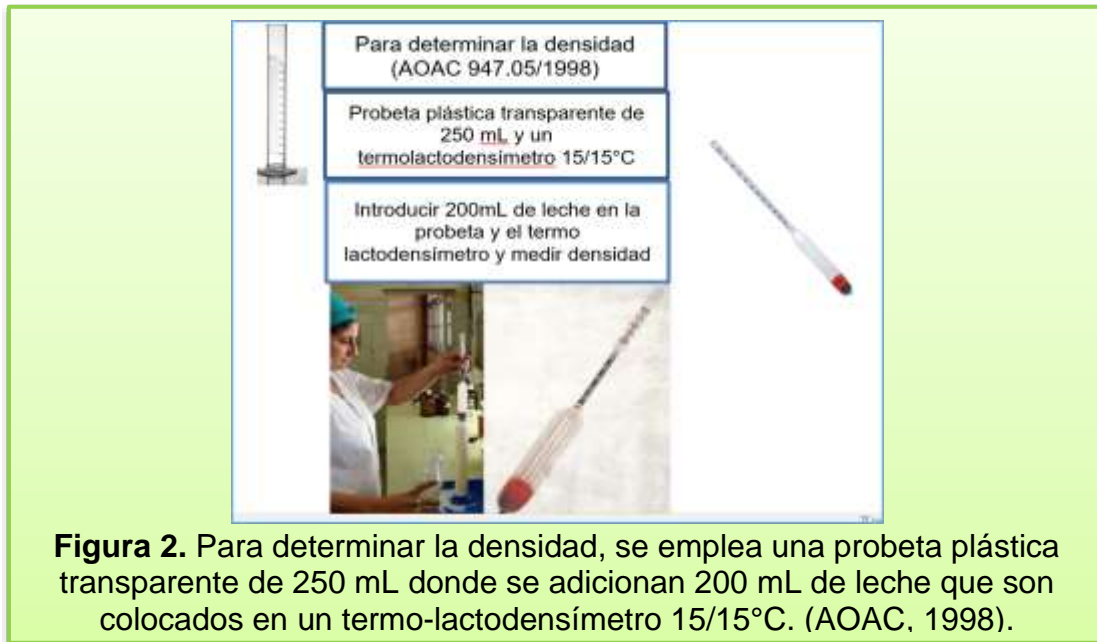
La leche es un líquido blanco, opaco, dos veces más viscosa que el agua, de sabor azucarado debido a su contenido de lactosa y de olor poco acentuado. Sus principales características fisicoquímicas, en la leche fresca normal son las siguientes: densidad a 15°C 1.030 a 1.034 g/ml, pH 6.5 a 6.6, se puede considerar

la leche como una solución acuosa que contiene: sólidos no grasos 75-8.3% y otros en estado coloidal como los sólidos grasos que están entre 3-4.5%. Cuantitativamente, el agua es el elemento más importante y representa, aproximadamente 88-90% de la leche y los sólidos totales entre 10-12% (Ministerio de salud 1983).

Los lactodensímetros son instrumentos de vidrio utilizados para la medición de la densidad de la leche y así poder determinar si ha sido mezclada con agua o si ha sido parcialmente descremada. Los lactodensímetros tienen una escala graduada comprende valores entre 15 y 40 que corresponden a las milésimas de densidad por encima de la unidad, el número 32 del lactodensímetro indica la densidad 1.032 kg/m<sup>3</sup> (Figura 2) (Ciro, 1993).

La densidad es una propiedad que está relacionada con el contenido de los sólidos totales que corresponde a los sólidos no grasos y grasos que expresado en porcentaje esta entre 10-12% que se obtiene al retirarle el agua a la leche efectuado por la desecación. Una leche con bajo contenido de solidos totales presentará una densidad baja. Sin embargo, es importante aclarar que cuando la leche se enriquece con materia grasa tiene una densidad más baja, y por el contrario una leche descremada este factor es superior, el cual puede disminuir por adición de agua o materia grasa y también por aumento de temperatura y viceversa aumenta con el descremado y con disminución de temperatura (Alias, 1985).

El método de Gerber es para separar la grasa de la leche lo que permite medir directamente el porcentaje de grasa por volumen. Al mezclarse la grasa con el ácido en determinadas proporciones, el ácido primero precipita y luego disuelve las proteínas y demás constituyentes de la leche con excepción de la grasa. Al mismo tiempo el ácido digiere la membrana del glóbulo de grasa y eleva la temperatura de la muestra, en estas condiciones la grasa funde, se aglomera y tiende a separarse, se utiliza alcohol isoamílico, el cual ayuda a disminuir la tensión interfacial favoreciendo la ruptura de la emulsión, la separación de la grasa, además de prevenir la sulfonación y su carbonización. (Internacional Standard, 2008) (Figuras 2 y 3).



Los sólidos de leche La lactosa es el carbohidrato que se encuentra en mayor proporción en la leche, corresponde al 4.85% en promedio, con variaciones mínimas entre razas, es el más estable de los componentes, la grasa es el segundo constituyente siendo su porcentaje promedio en razas especializadas entre 3.5 a

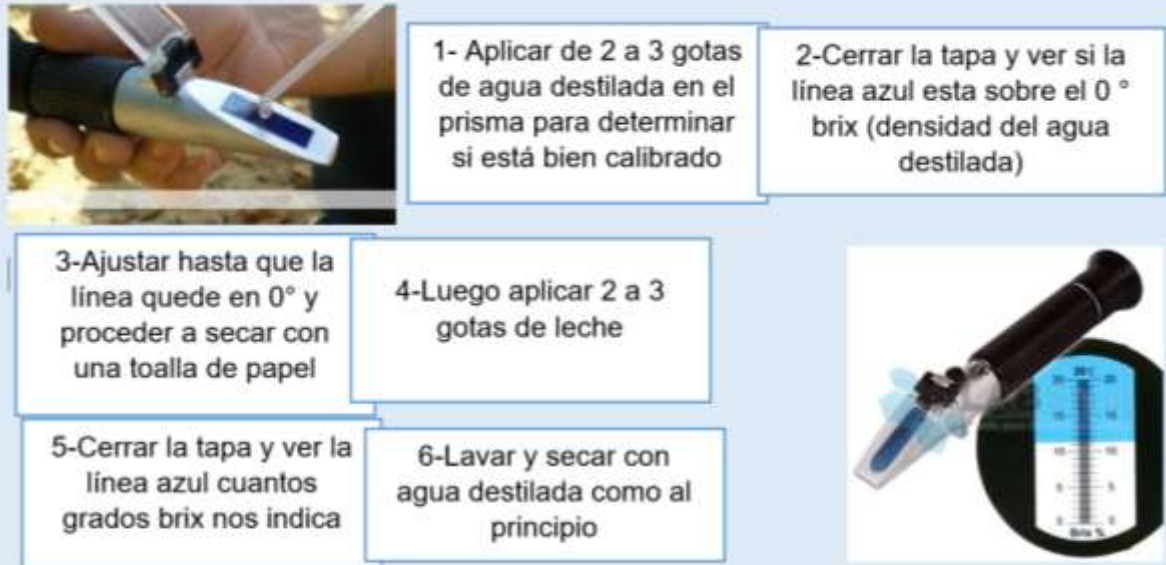
4.2%, es el componente lácteo que varía más influyendo en el contenido de sólidos totales. La grasa se forma principalmente a partir de la movilización de tejido adiposo y precursores sanguíneos y se puede incrementar al alimentar a las vacas con fuentes de fibra como pasto y heno. El tercer componente en orden de aporte porcentual a los sólidos totales de la leche es la proteína. En promedio es del orden de 3.2 y 3.6% y su variación es poca, la principal fuente para la formación de proteína láctea es la proteína ingerida por el animal, además de todos aquellos factores que favorezcan el flujo de proteína microbiana hacia el intestino delgado. (NRC, 2001).

La determinación de sólidos totales y sólidos no grasos combinados con la información lacto- métrica y otras pruebas complementarias permite establecer si una leche se encuentra adulterada. El porcentaje promedio de sólidos totales es de 12,7% representados por la grasa en emulsión, las proteínas en suspensión coloidal, lactosa, vitaminas, sales y otros componentes orgánicos e inorgánicos en solución. Los componentes sólidos no grasos representan en promedio 8,7%. (Casado, 1991). La determinación de los sólidos totales se puede realizar por diferentes métodos y uno de los utilizados es el volumétrico que permite la determinación del agua contenida en una muestra, por técnicas como la destilación en un tubo colector graduado, otros métodos basados en la medición de una propiedad proporcional al contenido de sólidos totales., como la determinación de peso específico, cuyo valor conocido y el porcentaje de grasa, permite calcular, mediante fórmulas el porcentaje de sólidos totales como el de sólidos no grasos. Esta determinación puede hacerse utilizando diversas técnicas como aquellas que emplean el lactómetro (Figura 4).

### **CALIDAD BACTERIOLÓGICA DE LA LECHE**

Todos los ganaderos conocen que una alta cantidad de microorganismos como los coliformes y otros gérmenes (Cuadro 1) influyen en la calidad bacteriológica y pueden provocar enfermedades en el consumidor, es así que las bacterias de la familia de estreptococos causantes de la mastitis subclínica, aunque reciban un tratamiento térmico, pueden llegar a provocar toxicidad porque resisten muy bien

las altas temperaturas y son las causantes de vómitos y diarrea. Existen otras bacterias que están presentes en la leche provocando enfermedades en el hombre como la Salmonella, Listeria, Pseudomona, también gran cantidad de microorganismos en la leche pueden interferir en la elaboración de productos lácteos que se obtienen a partir de un proceso microbiano, como el queso o el yogur. Este último, por ejemplo, se elabora añadiendo bacterias beneficiosas y se incuban a temperaturas superiores a 30°C, para que crezcan fácilmente, y de esta forma se obtiene el yogur (Garedew, 2012). Si la leche es de mala calidad las bacterias beneficiosas añadidas no cumplen con su función y por tanto no puede obtener un producto de calidad. El periodo de conservación de la leche envasada puede verse acortado en varios meses si ésta se ha fabricado con leche de deficiente calidad, Puede incluso, que se haga imprescindible el uso de conservantes o estabilizantes para hacerla llegar al mercado. Cuanto mayor sea el número de microorganismos (Unidades formadoras de colonias) antes del tratamiento, mayor será el número de bacterias que sobrevivan. Por otro lado, algunos gérmenes son capaces de producir unas sustancias llamadas enzimas que no se destruyen con el calor y que son capaces de alterar la leche (Taverna *et al.*, 2001).



1- Aplicar de 2 a 3 gotas de agua destilada en el prisma para determinar si está bien calibrado

2-Cerrar la tapa y ver si la línea azul esta sobre el 0 ° brix (densidad del agua destilada)

3-Ajustar hasta que la línea quede en 0° y proceder a secar con una toalla de papel

4-Luego aplicar 2 a 3 gotas de leche

5-Cerrar la tapa y ver la línea azul cuantos grados brix nos indica

6-Lavar y secar con agua destilada como al principio

Figura 4. Para analizar sólidos no grasos se utiliza el lactómetro con una escala de 0 a 14%. Los % de sólidos totales= Sólidos no grasos + sólidos grasos. % de agua= 100- sólidos totales

**Cuadro 1.** Procedimientos en el laboratorio para la determinación de microorganismos en la leche

Recuento de microorganismos en unidades formadoras de colonias, (UFC)	Determinación de la presencia de coliformes totales	Recuento de coliformes fecales
1-Sembrar un ml de leche con sus respectivas diluciones decimales en una placa Petri. 2- A cada placa agregar 15 ml de Agar para recuento (PCA) enfriado a 45-47°C. 3- Mezclar el inoculo con el medio dejando que se solidifique 4- Incubar a 30 ± 1°C durante 72 horas 5- Contar las colonias en placas que contengan un máximo de 300, y los resultados serán expresados como UFC/ml.	1-Sembrar un mL de leche con sus respectivas diluciones decimales en placa de Petri 2-Agregar 15mL de Agar lactosado con bilis al cristal violeta y rojo neutro (VRBL) enfriado al 45-47°C. 3- Mezclar el inocuo con el medio VRLBL y dejar que se solidifique 4-Incubar a 30 ± 1°C durante 24±2 horas.	1- Mezclar 99 mL de agua peptonada +11 mL de la muestra de leche. 2-Agitar 10 segundos y dejar reposar. Sembrar un mL de leche, más diluciones en tubos de ensayo con 9 mL de agua peptonada. 3- tomar 0,1 mL de cada tubo para sembrar en una caja de Petri más medio Baird Parker, incubar a 37 °C. 4-Realizar conteo de colonias, con diámetro ≥ 0,5 mm de color rojo-violeta y a veces rodeadas de un halo de precipitación. 5-En placas que contengan menos de 150 colonias, los resultados serán expresados como UFC/mL, usando la fórmula: $N = \frac{\Sigma C}{1,1 \cdot d}$
Método horizontal a 30°C basado en la norma ISO 4833. (1991) modificada por Vandevenne y Ribes, (2002).	método horizontal basado a 30°C en la norma NF V 08-50 modificada por Vandevenne y Ribes, (2002).	Para determinar la presencia de coliformes fecales (Vandevenne y Ribes, 2002).

En Colombia, las resoluciones 0012 de 2007 y 0017 2012 del Ministerio de Agricultura y Desarrollos Rural reglamentan el pago de la leche cruda al productor primario sobre la base de parámetros de calidad composicional, sanitaria e higiénica, bonificando los conteos bajos de UFC/mL y penalizando los recuentos altos. La leche de buena calidad tiene menos de 200,000 UFC, Los coliformes totales y fecales deben ser menores de  $0,7 \times 10^7$  (7 UFC/ mL) y un intervalo entre  $0,1 \times 10^7$  y  $2,0 \times 10^7$  UFC/mL.

### **ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN DE LA CALIDAD DE LA LECHE Y LA LABOR DE LOS PROFESIONALES PECUARIOS**

Una condición importante para el pago de la leche y que es de alta exigencia en las normatividades sobre alimentos en cualquier país es la calidad nutricional y bacteriológica de la leche lo cual influye de manera definitiva de la condición de la

leche que es entregada a la industria por los productores cuando se tiene en cuenta un sistema pago por calidad, los cuales se sustentan en un muestreo representativo y avalado por resultados de laboratorios certificados (Moreno *et al.*, 2007). Estos métodos oficiales cada país brindan ventajas porque no son complejos y además son de alta sensibilidad y bajo costo. Los análisis cuantitativos en relación a la calidad de la leche desde el punto de vista nutricional y bacteriológico han sido un parámetro para detecta hasta cierto punto como los productores vienen realizando sus prácticas ganaderas en lo referente a la alimentación suministrada, puesto que la grasa está influenciada por la cantidad de ácidos grasos producidos en el rumen, mientras que las actividades de manejo e higiene en el ordeño se ven reflejados con los análisis microbiológicas.

Considerando la importancia histórica y la relevancia futura de la Medicina veterinaria y zootecnia, es necesario abordar su función social, en cuanto a seguridad alimentaria, donde está incluida la calidad de la leche no en aras de garantizar la sobrevivencia de una profesión en el tiempo, sino para darle un sentido de propósito y servicio para la humanidad. Esta determinación de importancia social, lo que deja el verdadero reto de la perspectiva sobre la capacidad de integrar cada uno de sus componentes en el contexto del bienestar social, en la estructuración de comunidad y en los números poblacionales en crecimiento (Vela 2012).

## **CONCLUSIONES**

La producción de leche por el ganado doble propósito en la zona tropical de Colombia es un renglón importante para la economía del país y por lo tanto es fundamental realizar actividades que fortalezcan el conocimiento sobre la calidad de este producto que es consumido a diario por la población. Por lo tanto, los productores deben estar pendientes de los análisis nutricionales y bacteriológicos para estar seguros de la calidad del producto ofrecido para no provocar enfermedades al consumidor.

Para esta labor los profesionales en Ciencias Animales y Veterinarias deben conocer los métodos de laboratorio que se utilizan para determinar la calidad de la



leche desde el punto de vista nutricional y bacteriológico, con el fin de asesorar eficientemente a los productores colaborando de esta forma a obtener una leche de alta calidad, lo cual también favorece desde el punto de vista económico al ganadero, estos profesionales son responsables del recurso animal, por lo tanto su trabajo es protegerlo, curarlo, para producir primariamente alimentos y bienes de consumo. Para ello debe cumplirse el ejercicio profesional con responsabilidad y compromiso con la comunidad, dado que de él depende, en gran medida, la salud de la población.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Alais, C. Ciencia de la leche. Editorial reverté. S.A. p 627. 1985.
2. AOAC. Official Method of Analysis. 15<sup>th</sup> Ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington DC. 1998.
3. Beranek, W., Kamerschen, D. R. Consumers are more important than some think. J. Res. Consum. 23: 97-108. 2013.
4. Casado C, P. Guía para el análisis químico de la leche y derivados lácteos; ediciones Ayala, España. 1991.
5. Ciro, A. Manual de manejo y análisis alimentario postcosecha de granos a nivel rural. Oficina Regional de la FAO América latina y el Caribe. Santiago de Chile: Iberoamérica. 1993.
6. Garede L, Berhanu A, Mengesha D, Tsegay G. Identification of gram-negative bacteria from critical control points of raw and pasteurized cow milk consumed at Gondar town and its suburbs, Ethiopia. BMC public health. 12: 950. 2012.
7. Hernández G, Hernández Y, Carvajal G. Cruces de ganado de doble propósito en el Piedemonte Llanero, 3. Producción de leche y carne. Revista ICA. 26: 245-256. 1991. Disponible En: <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/30062>
8. ISO 4833. Microbiologie. Directives générales pour le dénombrement des micro-organismes. Méthode par comptage des colonies obtenues à 30°C. 1991.
9. Internacional Standard. ISO 488 IDF 105. 2008. Milk- Determinación of fat content- Gerber butyrometers, 8 p. 2008. Disponible En: <https://www.sis.se/api/document/preview/910161/>
10. Jahn, G., Schramm M., Spiller A. The reliability of certification: quality labels as a consumer policy tool. J. Consum. Policy 28: 53-73. 2005.
11. Margariños H. Producción higiénica de la leche cruda. Una guía para la pequeña y mediana empresa. 1<sup>a</sup> ed. Guatemala, Guatemala: Producción y Servicios Incorporados S.A. 2001.
12. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR-COLOMBIA). Pago de leche cruda al productor. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Resolución 000012, 2007. Disponible En: <https://www.minagricultura.gov.co/Normatividad/Resoluciones/Resoluci%C3%B3n%20No.%20000012%20de%202007.pdf>
13. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR). Resolución 0017. Por la cual se reglamenta el sistema de pago de leche cruda. 2012. Disponible En: <https://www.minagricultura.gov.co/ministerio/direcciones/Documents/d.angie/Res%20%20000017%20de%202012.pdf>
14. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (MINAGRICULTURA y MINCOMERCIO). "Implementación política para mejorar la competitividad del sector lácteo nacional" programa de apoyo presupuestario al sector lácteo en Colombia en desarrollo del programa dci-ala/2012/024-513. 2015. Disponible En: <https://www.minagricultura.gov.co/ministerio/direcciones/Documents/d.angie/programa%20de%20avance%20presupuestal%202015.pdf>
15. Ministerio de Protección Social (MPS) Resolución 2997, por la cual se establece el reglamento técnico sobre requisitos sanitarios que deben cumplir los lactosueros como materia prima de alimentos para consumo humano, 2007. Disponible En: [https://www.minsalud.gov.co/Normatividad\\_Nuevo/RESOLUCI%C3%93N%202997%20DE%202007.pdf](https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/RESOLUCI%C3%93N%202997%20DE%202007.pdf)
16. Ministerio de Salud decreto número 2437 de 1983, (30 de agosto de 1983), por el cual se reglamenta parcialmente el Título V de la Ley 9a de 1979, en cuanto a Producción, Procesamiento, Transporte y Comercialización de la leche. Disponible En: [http://www.nuevaleyislacion.com/files/susc/cdi/conc/d\\_2437\\_83.pdf](http://www.nuevaleyislacion.com/files/susc/cdi/conc/d_2437_83.pdf)
17. Ministerio de Salud resolución número 02310 de 1986 (24 de febrero de 1986) Por la cual se reglamenta parcialmente el Título V de la Ley 09 de 1979, en lo referente a procesamiento, composición, requisitos, transporte y comercialización de los Derivados Lácteos. Disponible En: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/OT/Resolucion-2310-de-1986.pdf>
18. Moreno FC, Rodríguez G, Méndez VM, Osuna LE, Vargas R. Análisis microbiológico y su relación con la calidad higiénica y sanitaria de la leche producida en la región del Alto de Chicamocha. Rev de Medicina Veterinaria. 14: 61-83. 2007.
19. National Research Council (NRC). Nutrient requirements of dairy cattle. 7<sup>th</sup> Revised Ed. Washington, D.C., National Academy Press. 381 p. 2001.
20. Romero J, Villamil LC. La Salud Pública Veterinaria en la demanda de servicios para la ganadería bovina colombiana. Rev. Salud Pública; 4 (3): 240-25. 2002. Disponible En: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/revsaludpublica/article/view/18531/19444>
21. Taverna M; Calvino L; Canavesio V; Negri L; Páez R; Charlón V; Cuatrin A. Caracterización de la calidad higiénico-sanitaria de la leche producida en la cuenca lechera central de la Argentina. Revista Argentina de Producción Animal. 21 (Supl. 1): 270-271. 2001.
22. Uribe, F.; Zuluaga, A. F.; Valencia, L.; Murgueitio, E., Ochoa, L, Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible. -CIPAV, 82 p. 2011. Disponible En: <http://www.cipav.org.co/pdf/3.Buenas.Practicas.Ganaderas.pdf>
23. Vandevenne C, Ribes M. Métodos de análisis microbiológicos de los alimentos. Ed, Diaz de Santos S.A. Madrid. 247 p. 2002. Disponible En: <https://vdocuments.site/metodos-de-analisis-microbiologicos-de-alimentos-corrie-allaert-vandevenne.html>
24. Vela J. La medicina veterinaria: pasado, presente y futuro. Rev. Med. Vet. N. 24 Bogotá 2012. Disponible En: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0122-93542012000200001](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-93542012000200001)
25. Villamil L, Romero J. Retos y perspectivas de la salud pública veterinaria Rev. Salud Pública. 5 (2): 109-122. 2003. Disponible En: <http://www.scielo.org.co/pdf/rsap/v5n2/v5n2a01.pdf>

**Memorias Tercer Encuentro de Investigadores Facultad de Ciencias  
Agropecuarias y Recursos Naturales Universidad de Los Llanos**  
Memories Third Meeting of Researchers Faculty of Agricultural Sciences and  
Natural Resources University of Los Llanos

[agroforesteria@unillanos.edu.co](mailto:agroforesteria@unillanos.edu.co)

Noviembre 10 y 11 de 2020

**PRESENTACIÓN**

La Universidad de los Llanos y la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, realizó la invitación a la comunidad académica; Docentes, egresados, estudiantes y otros profesionales a participar en el Tercer Encuentro de Investigadores, exponiendo sus trabajos de investigación realizados en los dos últimos años, considerando que esta facultad ha generado suficiente conocimiento en el área Agropecuaria para la región de la Orinoquia.

Los trabajos fueron presentados en resúmenes para su publicación. Para la exposición de sus resultados se hizo en forma de ponencia en modalidad virtual debido a la emergencia sanitaria decretada por el Gobierno Nacional del Covid 19. Los temas fueron enmarcados dentro de las categorías de: Ciencias Veterinarias y Producción animal, Ciencias Agrícolas, Procesos Agroindustriales, Desarrollo Rural y Económico.

El evento fue realizado por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Centro de Investigaciones y Proyección Social, Coordinado por el Grupo de Estudio ECODER, a cargo del Docente Luis Carlos Ramírez Villa.

**COMITÉ ORGANIZADOR**

Coordinador General del Evento, **Luis Carlos Ramírez Villa**, docente Universidad de los Llanos, director del grupo de estudio ECODER

**María Ligia Roa Vega**, Docente Universidad de los Llanos, directora del Centro de Investigaciones de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales y del grupo de investigación en Agroforestería.

**Adrián Felipe Coronado Blanco**, MVZ, egresado Unillanos

**Camilo Andrés Díaz Arias**, MVZ, egresado Unillanos, Joven Investigador Grupo de Agroforestería.

**Pedro Gómez Bilbao**, Director Proyección Social, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Universidad de los Llanos

**Cristóbal Lugo López**, Decano de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Universidad de los Llanos.

#### **COMITÉ CIENTÍFICO**

**Dumar Alexander Jaramillo Hernández**

Profesor Universidad de los Llanos

Pregrado/Universitario Universidad de los Llanos – Medicina Veterinaria y Zootecnia

Especialización Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales UDCA, Sanidad Animal

Maestría Universidad de la Salle, Ciencias veterinarias

Doctorado: Estudiante Universidad Federal de Bahia, Inmunología

**Javier Alexander Jiménez Forero**

Profesor Universidad de los Llanos

Pregrado/Universitario Universidad de la Sabana, Ingeniera de Produccion Agroindustrial

Maestría Universidad de la Sabana, Diseño y Gestión de Procesos

Doctorado: Queensland University of Technology, Ciencia e Ingeniería

**Anita Isabel Roque Rodríguez**

Profesor Universidad de los Llanos

Pregrado/Universitario Universidad de la Salle, Medicina Veterinaria

Maestría Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Cirugía Pequeños Animales

Candidata a Doctorado

**Ángela Mogollón**

Profesor Universidad de los Llanos

Pregrado/Universitario Universidad de Pamplona, Biología

Maestría Universidad de Caldas, Fitopatología

Doctorado: Universidad Federal de Vicosa UFV

#### **PONENCIAS MAGISTRALES**

##### **Vacunología inversa en modelo murino y en caninos para el control de la infección por *Toxocara canis***

Reverse vaccinology in murine model and canine for the control of *Toxocara canis* infection

Dumar Alexander Jaramillo Hernández<sup>1,2\*</sup>; Luis Fabián Salazar Garcés<sup>1</sup>; Carina Silva Pinheiro<sup>1</sup>; Neuza Maria Alcantara-Neves<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Instituto de Ciencias de la Salud (ICS), Universidad Federal de Bahía (UFBA), Salvador, Brasil.<sup>2</sup>Facultad de Ciencias Animales, Facultad de Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales, Universidad de los Llanos, Villavicencio, Colombia; \* Programa de Posgrado en Inmunología, ICS, UFBA, Salvador, Brasil.

[dumar.jaramillo@unillanos.edu.co](mailto:dumar.jaramillo@unillanos.edu.co)

## RESUMEN

**INTRODUCCIÓN.** La toxocariasis es una zoonosis de importancia mundial, y recientemente ha sido nombrada una de las cinco infecciones parasitarias más desatendidas en los EE.UU por la CDC. **OBJETIVO.** Esta investigación aplica la metodología de vacunología inversa en el modelo murino y en caninos para contribuir al control de la toxocariasis en caninos mediante la inmunoprolifaxis. **MATERIALES Y MÉTODOS.** Estudios preclínicos determinaron que dos proteínas recombinantes de *T. canis* (rTcVcan y rTcCad) proporcionaron niveles significativos de protección contra la migración de larvas en el modelo murino. Estas proteínas junto con tres adyuvantes (perfil Th2: Alhydrogel®, perfil Th1: PAM3CSK4® y perfil Th1/Th2 Quil-A®) se utilizaron para el protocolo de inmunización en el modelo murino de toxocariasis (112 ratones C57/Black); se recolectaron tres muestras de sangre en diferentes momentos del experimento para medir mediante ELISA indirecto IgA, IgE, IgG (total, IgG1, IgG2a); al final del experimento, se cultivaron esplenocitos para medir las citocinas IL-5, TNF- $\alpha$  e IL-10 en el sobrenadante y se cuantificaron las larvas de *T. canis* en los tejidos. La mejor formulación vacunal (proteína + adyuvante) encontrada en el experimento de ratones (rTVcan + QuialA®) se utilizó para inmunizar 24 caninos neonatos free-*T. canis* infectados experimentalmente con *T. canis*. En esta primera fase clínica de la vacuna contra la toxocariasis, las curvas de inmunoglobulinas IgA, IgE, IgG, IgG1 e IgG2 se establecieron mediante ELISA indirecto en suero sanguíneo; carga parasitaria a través de la técnica de Kato-Katz para determinación de huevos por gramo de heces; y citocinas de cultivos de PBMC como IL-4, IL-10, IL-17A y INF $\gamma$  fueron medidas mediante RT-PCR. **RESULTADOS.** rTVcan + QuialA® presentó una reducción altamente significativa ( $p < 0,0001$ ) de larvas en cerebro, con un perfil mixto de citocinas (Th1/Th2) e importantes títulos de anticuerpos anti-*T. canis* (IgG, IgG1, IgG2a) en el modelo murino. En caninos presentó una reducción significativa en la carga parasitaria ( $p < 0.05$ ) según el recuento acumulado de huevos en heces, así como una reducción significativa en adultos excretados en heces. La respuesta mixta de citoquinas Th1/Th2 con un nivel adecuado de anticuerpos (IgG) promovió una protección significativa de los caninos contra la toxocariasis en condiciones controladas de laboratorio. **CONCLUSIÓN.** Este es el primer estudio clínico en

el mundo de una vacuna con proteínas recombinantes de *T. canis*. Una vacuna que ha mostrado resultados prometedores en el control de la toxocariasis canina, donde seguramente el campo de la salud pública y el control de la toxocariasis humana se verán impactados positivamente.

**Palabras clave:** Toxocariasis humana, inmunoprofilaxis, vacuna, zoonosis.

### ABSTRACT

**INTRODUCTION.** Toxocariasis is a zoonosis of global importance, and has recently been named one of the five most neglected parasitic infections in the USA by the CDC. **OBJECTIVE.** This research applies the methodology of reverse vaccinology in the murine model and canine with the aim of contributing to the control of toxocariasis in canines through immunoprophylaxis. **MATERIALS AND METHODS.** Preclinical studies determined that two recombinant proteins *T. canis* (rTcVcan and rTcCad) provided significant levels of protection against larval migration in the murine model. These proteins along with three adjuvants (Alhydrogel® Th2 profile, PAM3CSK4® Th1 profile and Quil-A® Th1/Th2 profile) were used for immunization protocol in a murine model of toxocariasis (112 C57black mice); three blood samples were collected at different times of the experiment to measure through indirect ELISA IgA, IgE, IgG (total, IgG1, IgG2a); at the end of the experiment, splenocytes were cultured to measure cytokines (IL-5, TNF- $\alpha$  and IL-10) in the supernatant, and *T. canis* larvae were quantified in tissues. The best protein+adjuvant pair found in the mice experiment (rTVcan+QuialA®) was used to immunize 24 neonatal canines free-*T. canis* experimentally infected with *T. canis*. In this first clinical phase study of the toxocariasis vaccine, immunoglobulin curves (IgA, IgE, IgG, IgG1 and IgG2), parasite load (eggs in feces) and cytokines of PBMC cultures (IL-4, IL-10, IL-17A and INF $\gamma$ ) were measured through RT-PCR. **RESULTS.** rTVcan+QuialA® presented a highly significant reduction ( $p < 0.0001$ ) of larvae in brain, with a mixed cytokine profile (Th1/Th2) and important anti-*T. canis* antibody titers (IgG, IgG1, IgG2a) in the murine model. In canines it presented a significant reduction in the parasite load ( $p < 0.05$ ) according to the accumulated count of eggs in feces, as well as a significant reduction in adults excreted in feces. The mixed response of Th1/Th2 cytokines with an adequate level of antibodies (IgG) promoted significant protection of mice and canines against toxocariasis under controlled laboratory conditions. **CONCLUSION.** This is the first clinical study in the world

of a vaccine with *T. canis* recombinant proteins. A vaccine that has shown promising results in the control of canine toxocariasis, where the field of public health and the control of human toxocariasis will surely be positively impacted.

**Key words:** Human toxocariasis, immunoprophylaxis, vaccine, zoonosis.

### **Perspectivas en la integración de las ciencias hacia el desarrollo de materiales basados en residuos para su uso agroindustrial.**

Perspectives in the integration of sciences towards the development of materials based on residues for agroindustrial usage.

Javier Alexander Jimenez Forero<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Ingeniero de producción agroindustrial, MSc en diseño y gestión de procesos, PhD(c) en ciencia en ingeniería, Docente de la Universidad de los Llanos programa de ingeniería agroindustrial.

[jajimenez@unillanos.edu.co](mailto:jajimenez@unillanos.edu.co)

### **RESUMEN**

**INTRODUCCIÓN.** Actualmente el debate de la economía circular obliga al aprovechamiento de disímiles tipos de residuos para su uso industrial. Para esto es necesaria la integración de diversos campos de la ciencia que permitan dar una mayor comprensión del efecto de numerosos tratamientos de valorización biotecnológicos, termoquímicos y fisicoquímicos en las propiedades finales de los materiales desarrollados. Desde esta perspectiva se pueden asignar desde diferentes campos del conocimiento diversas aplicaciones que pueden ser manipuladas desde el mismo procesamiento para generar productos alternativos de mayor valor. **OBJETIVO.** Exponer algunas de las técnicas que se vienen utilizando en la caracterización de materiales de alto valor, su integración y el impacto que tienen no solo en la valorización de residuos sino en la incubación de iniciativas de alto valor tecnológico para su procesamiento y disposición. **MATERIALES Y MÉTODOS.** Este proyecto se realizó en Brisbane, Australia, se utilizaron residuos de llantas y de palma de aceite bajo diferentes condiciones termo químicas y fisicoquímicas. Los materiales resultantes fueron caracterizados por BET, Raman, XRF, SEM, TEM, XPS, y análisis elemental. Posteriormente los materiales fueron activados y probados en procesos catalíticos para valoración de compuestos orgánicos para la obtención de productos de mayor valor agregado los cuales fueron analizados mediante NMR

and GC-MS. **RESULTADOS.** Este trabajo permitio mejorar las características de un residuo de poco valor como es la llanta. Se observo un incremento en el area superficial, ademas de una mejor organización estructural con mayor presencia de grupos funcionales en la superficie. Esto con el fin de su posible utilizacion en procesos cataliticos, ademas con las caracterisiticas encontradas otros usos podrian ser estudiados y propuestos como alternativa para la valorizacion del mismo. **CONCLUSIONES.** La valorización de residuos lignocelulósicos y no lignocelulósicos podría tener un mayor impacto e integración en la agroindustria colombiana. Sin embargo, para esto se requiere la sinergia de diferentes tecnologías que brinde las herramientas necesarias para alcanzar este entendimiento y proponer así soluciones veraces al continuo problema de los residuos en las diferentes cadenas productivas.

**Palabra clave:** Residuos, valorización, tecnologías.

### ABSTRACT

**INTRODUCTION.** Currently, the circular economy debate forces the use of dissimilar types of waste for industrial use. For this, it is necessary to integrate various fields of science that allow a greater understanding of the effect of numerous biotechnological, thermochemical and physicochemical valorization treatments on the final properties of the materials developed. From this perspective, various applications can be assigned from different fields of knowledge that can be manipulated from the processing to generate alternative products of greater value. **OBJECTIVE.** Explain some of the techniques that have been used in the characterization of high-value materials, their integration and the impact that they have not only on the recovery of the waste but also the generation of initiatives of high technological value for their processing and disposal. **MATERIALS AND METHODS.** This project was carried out in Brisbane, Australia, it was used tire and oil palm waste under different thermochemical and physicochemical conditions. The resulting materials were characterized by BET, Raman, XRF, SEM, TEM, XPS, and elemental analysis. Subsequently, the materials were activated and tested in catalytic processes for the evaluation of organic compounds to obtain products with higher added value, which were analyzed by NMR and GC-MS. **RESULTS.** This work allowed to improve the characteristics of waste with a poor value such as the tire. An increase in the surface area was observed, in addition to a better structural organization with a

greater presence of functional groups on the surface. This with the aim of its possible use in catalytic processes, in addition to the characteristics found, other uses could be studied and proposed as an alternative for its valorization. **CONCLUSIONS** The valuation of lignocellulosic and non-lignocellulosic waste could have a greater impact and integration in the Colombian agroindustry. However, this requires the synergy of different technologies that provide the necessary tools to achieve this understanding and thus propose truthful solutions to the continuous problem of waste in the different production chains.

**Key words:** Waste, recovery, technologies.

## CIENCIAS VETERINARIAS Y PRODUCCIÓN ANIMAL

### Residuos de Tetraciclinas en leche para consumo humano. Una actitud Ética y de Bienestar animal en Productores de Villavicencio-Meta, Colombia

*Tetracyclines residues in milk for human consumption. An ethical and animal welfare attitude in Producers of Villavicencio-Meta, Colombia*

José Fernández Manrique<sup>1</sup>; Gina Lorena García Martínez<sup>2</sup>

1. MSc, Universidad de los Llanos. Grupo de Investigación en Especies Silvestres, Sanidad y Bienestar Animal GESSBA,
2. Grupo de Investigación ELITE, Villavicencio Colombia
3. [ggarcia@unillanos.edu.co](mailto:ggarcia@unillanos.edu.co)

## RESUMEN

**INTRODUCCIÓN:** Los residuos de antibióticos en los alimentos originan bacterias resistentes, una de las diez principales amenazas a la salud en el 2019. Las normas sanitarias colombianas establecidas en el Decreto 616 de 28 de febrero de 2006, Reglamento Técnico de los Requisitos que debe cumplir la leche, determina que: la leche para consumo humano debe ser libre de antibióticos. Los residuos de tetraciclina son un riesgo para la salud pública, pueden llegar a ocasionar, desarrollo de microorganismos patógenos con mecanismos de virulencia más agresivos y generación de resistencia en bacterias patógenas. La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha pedido prohibir los antibióticos como promotores de crecimiento en animales. El uso responsable de medicamentos requiere de una actitud ética en la práctica de los sistemas de producción lechero. **OBJETIVO:** Determinar los residuos de



Tetraciclinas en muestras de leche bovina para consumo humano en Villavicencio-Meta, y los principios de responsabilidad y precaución.

**METODOLOGÍA:** Estudio descriptivo de corte transversal. Previo consentimiento de los propietarios, se asistió al ordeño de tres predios productores de leche. Se tomaron 90 muestras de leche, transportadas en refrigeración al laboratorio de la Universidad de los Llanos. Se analizaron con un Elisa competitivo, Ridascreen® Tetracyclina para diagnóstico cuantitativo de residuos. **RESULTADOS:** Se encontró el 69% de muestras con niveles residuales de Tetraciclina entre (0,99 – 3,99  $\mu\text{g/L}$ ). De dos predios hubo 0% de residuos, mientras que, en un predio, el 100% de las muestras presentaron niveles residuales de Tetraciclina, aunque fueron por debajo de los límites máximos establecidos en la Resolución 1382 de 2013 del Ministerio de Salud y Protección Social en Colombia y el *Codex Alimentarius*. **DISCUSIÓN:** Aun cuando los niveles de residuos de Tetraciclina estuvieron por debajo de los límites permitidos, los principios de responsabilidad y de precaución en las Buenas Prácticas Ganaderas y las Buenas prácticas en el uso de medicamentos veterinarios, se deben aplicar, dadas las implicaciones que puede generar la leche para consumo humano con residuos de tetraciclina. El principio de responsabilidad es muy importante aplicarlo en el manejo de las (BPG) y las (BPMV), siguiendo los protocolos para la utilización de medicamentos, la dosis, la continuidad en el uso y especialmente el tiempo de retiro de los mismos. La Tetraciclina es un medicamento de uso restringido, debe ser ordenado por un Médico Veterinario y su utilización es restringida en animales de producción lechera, sólo se debe administrar cuando el animal se encuentra enfermo y no para prevenir enfermedades, como promotor del crecimiento o para ocultar una mala administración y ambiente inadecuado de los animales de producción. **CONCLUSIÓN:** Es importante promover en los productores la responsabilidad ética de cumplir con los tiempos de retiro de los medicamentos e implementar las BPMV y las BPG para garantizar la calidad e inocuidad de la leche para el consumo humano, aplicando los principios de responsabilidad y de precaución. **Palabras claves:** antibióticos, leche de vaca, precaución, responsabilidad.

#### ABSTRACT

**INTRODUCTION:** Residues of antibiotics in food cause resistant bacteria, one of the ten main threats to health in 2019. The Colombian sanitary regulations

established in Decree 616 of February 28, 2006, Technical Regulation of Requirements that must be met milk, determines that: milk for human consumption must be free of antibiotics. Tetracycline residues are a risk to public health, they can lead to the development of pathogenic microorganisms with more aggressive virulence mechanisms and generation of resistance in pathogenic bacteria. The World Health Organization (WHO) has called for a ban on antibiotics as growth promoters in animals. The responsible use of medicines requires an ethical attitude in the practice of dairy production systems.

**OBJECTIVE:** To determine the Tetracyclines residues in samples of bovine milk for human consumption in Villavicencio-Meta, and the principles of responsibility and precaution. **METHODOLOGY:** Descriptive cross-sectional study. With the prior consent of the owners, the milking of three dairy farms was attended. 90 milk samples were taken, transported under refrigeration to the laboratory of the Universidad de los Llanos. They were analyzed with a competitive Elisa, Ridascreen® Tetracycline for quantitative diagnosis of residues. **RESULTS:** 69% of samples were found with residual levels of tetracycline between (0.99 - 3.99 µg / L). From two farms there was 0% waste, while, in one farm, 100% of the samples presented residual levels of tetracycline, although they were below the maximum limits established in Resolution 1382 of 2013 of the Ministry of Health and Social Protection in Colombia and the Codex Alimentarius. **DISCUSSION:** Even when the levels of tetracycline residues were below the allowed limits, the principles of responsibility and precaution in Good Livestock Practices and Good practices in the use of veterinary drugs should be applied, given the implications that can generate milk for human consumption with tetracycline residues. The principle of responsibility is very important to apply in the management of (BPG) and (BPMV), following the protocols for the use of medications, the dose, the continuity of use and especially the withdrawal time of the same. Tetracycline is a drug for restricted use, it must be ordered by a Veterinarian and its use is restricted in dairy animals, it should only be administered when the animal is sick and not to prevent diseases, as a growth promoter or to hide poor management and inadequate environment for production animals. **CONCLUSION:** It is important to promote in the producers the ethical responsibility to comply with the withdrawal times of the medicines and implement the GMP and the GMP to

guarantee the quality and safety of milk for human consumption, applying the principles of responsibility and precaution.

**Key words:** antibiotic, milk cattle, caution, responsibility

**Ganado blanco orejinegro (BON) y *Moringa oleifera*, recursos disponibles para una ganadería eficiente en Colombia**

**Blanco orejinegro cattle (BON) and *Moringa oleifera*, resources available for efficient cattle ranching in Colombia**

César Augusto Navarro Ortíz

Estudiante de Doctorado en Ciencias Agrarias – Salud y Producción Animal.

MVZ. MSc, Docente Catedrático de la Universidad de los Llanos.

Grupo de Investigación en Agroforestería

[cesar.navarro@unillanos.edu.co](mailto:cesar.navarro@unillanos.edu.co)

**INTRODUCCIÓN.** La ganadería en Colombia con un inventario bovino un poco mayor a 27 millones de animales, de los cuales menos del 0.1% son criollos, aporta el 21% del PIB agropecuario, supliendo la mayoría de la demanda interna de carne y leche del país, cuya industria mueve alrededor de 14 billones de pesos anuales. A pesar de la importancia sus índices productivos no son óptimos, debido en parte, a que la mayoría de los animales usados son de razas foráneas, que por consiguiente tienen rasgos genéticos diferentes al del medio local y por lo tanto no adaptados, conllevando a un déficit en los parámetros productivos y reproductivos, potencializado por condiciones ambientales adversas como la baja calidad de forrajes con una marcada fluctuación en los contenidos nutricionales, sumado a la carencia de fuentes energéticas y proteicas de alto poder nutricional, todo ello significa deficiencias con respecto a sus requerimientos, que implican desequilibrios o interacciones negativas entre los minerales, proteínas y energía, y que terminan expresándose con bajos parámetros productivos. **OBJETIVO.** Realizar una revisión de literatura sobre el ganado blanco orejinegro (BON) y la suplementación nutricional con *Moringa oleifera* como punto de partida para la formulación del proyecto de tesis doctoral. **MATERIALES Y MÉTODOS.** Se revisaron los temas mencionados en las bases de datos: ScienceDirect, Springer Nature, Tylor & Francis, Redylac y SciELO, dando lectura y filtrando más de 150 artículos científicos. **RESULTADOS.**

Tratando de revertir esta situación descrita anteriormente, parte de las estrategias están orientadas al uso de animales con rasgos genéticos de adaptación al ambiente tropical, por lo que actualmente el BON que hace parte de las razas bovinas criollas colombianas, está siendo ampliamente utilizado por su capacidad reproductiva, productiva, resistencia a enfermedades, y por su buena habilidad expresada en cruces con otras razas especializadas tanto de carne como de leche. Por otro lado, *M. oleifera* es reconocida por diversos autores e instituciones como una posible solución no solo en la alimentación animal, sino que incluso en la desnutrición humana, gracias a la enorme riqueza nutricional que posee; adicionalmente sus metabolitos secundarios regulan las condiciones de fermentación y las asociaciones entre algunas bacterias metanogénicas y otros microbios, por lo cual su inclusión en dietas para bovinos reduce las emisiones de metano por parte de estos animales. **CONCLUSIONES.** Las condiciones ambientales adversas como la baja calidad de forrajes y la carencia de fuentes nutricionales de alto valor, conlleva a expresión de bajos parámetros productivos, los animales como el BON que naturalmente se han adaptado al medio ambiente tropical, muestran una reproducción exitosa a pesar de dichas condiciones, por lo que deberían ser la base genética de las ganaderías del país; así mismo, la suplementación nutricional con *M. oleifera* puede ser la otra parte de la solución, puesto que debido a su riqueza en proteína y minerales, y bajo contenido de metabolitos anti-nutricionales, cuando se incluye en la dieta de los bovinos se optimiza su respuesta productiva paralelamente con una disminución en la producción de metano por parte de los mismos.

**Palabras clave:** Bovinos criollos, ganancia de peso, habilidad materna, lactancia, suplementación.

### ABSTRACT

**INTRODUCTION.** Livestock in Colombia with a bovine inventory a little more than 27 million animals, of which less than 0.1% are creoles, contributes 21% of the agricultural GDP, supplying most of the internal demand for meat and milk in the country, whose industry moves around 14 billion pesos annually. Despite its importance, its productive indices are not optimal, due in part to the fact that most of the animals used are of foreign breeds, which consequently have genetic traits

different from the local environment and therefore not adapted, leading to a deficit in productive and reproductive parameters, potentiated by adverse environmental conditions such as the low quality of forages with a marked fluctuation in nutritional content, added to the lack of energy and protein sources of high nutritional power, all this means deficiencies with respect to their requirements, which imply imbalances or negative interactions between minerals, proteins and energy, and that end up being expressed with low productive parameters.

**OBJECTIVE.** Carry out a literature review on Blanco Orejinegro cattle (BON) and nutritional supplementation with *Moringa oleifera* as a starting point for the formulation of the doctoral thesis project. **MATERIALS AND METHODS.** The topics mentioned in the databases were reviewed: ScienceDirect, Springer Nature, Tylor & Francis, Redylac and SciELO, reading and filtering more than 150 scientific articles. **RESULTS.** Trying to reverse this situation described above, part of the strategies are oriented to the use of animals with genetic traits of adaptation to the tropical environment, therefore, currently the BON, which is part of the Colombian creole bovine breeds, is being widely used for its reproductive and productive capacity, resistance to diseases, and for its good ability expressed in crosses with other specialized breeds of both meat and milk. On the other hand, *M. oleifera* is recognized by various authors and institutions as a possible solution not only in animal nutrition, but also in human malnutrition, thanks to its enormous nutritional wealth; additionally, its secondary metabolites regulate the fermentation conditions and the associations between some methanogenic bacteria and other microbes, which is why its inclusion in bovine diets reduces methane emissions from these animals. **CONCLUSIONS.** The adverse environmental conditions such as the low quality of forages and the lack of high-value nutritional sources, leads to the expression of low productive parameters, animals such as BON that have naturally adapted to the tropical environment, show successful reproduction despite these conditions, so they should be the genetic base of the country's livestock; likewise, nutritional supplementation with *M. oleifera* can be the other part of the solution, since due to its richness in protein and minerals, and low content of anti-nutritional metabolites, when it is included in the diet of cattle it is optimized their productive response in parallel with a decrease in methane production by them.

**Key words:** Creole cattle, weight gain, maternal ability, lactation, supplementation.

**Calidad e inocuidad del agua de bebida de sistemas de producción animal: experiencia en municipios del departamento del Meta**

Quality and safety of drinking water from livestock: experience in municipalities of the Meta state

Natalia Pedraza Castillo<sup>1</sup>, Gina L. García Martínez<sup>1</sup>, Luz Adíela Gómez Leal<sup>1</sup>, Natacha Vargas Molina<sup>3</sup>, Dumar Alexander Jaramillo Hernández<sup>1</sup>

<sup>1</sup> docentes de la Universidad de los Llanos, Villavicencio, Colombia.

<sup>2</sup> estudiante del programa de Medicina Veterinaria y zootecnia, Universidad de los Llanos.

[npedraza@unillanos.edu.co](mailto:npedraza@unillanos.edu.co)

**RESUMEN**

**INTRODUCCIÓN.** Durante años el departamento del Meta ha sido caracterizado como uno de los cuatro territorios departamentales con mayor presencia de bovinos en Colombia; además, con la mayor concentración de tierras destinadas a la ganadería. Las condiciones sanitarias y de inocuidad de dichos sistemas de producción, específicamente las de ganado bovino, se encuentran reglamentadas en la Resoluciones ICA N° 2341 de 2007 y N° 2640 de 2007 para la producción primaria destinada al sacrificio para consumo humano, determinando que todo predio deberá minimizar los riesgos asociados a la producción, lo cual incluye la verificación de la calidad del agua, la identificación de las fuentes de agua e implementación de acciones para su protección y mantenimiento para de esta forma garantizar el bienestar de los animales y la inocuidad de los alimentos de estos derivados. **OBJETIVO.** Evaluar la calidad e inocuidad del agua de consumo de animales de abasto para identificación de condiciones sanitarias de algunos predios de los municipios de El Dorado y Granada en el departamento del Meta, Colombia. **MATERIALES Y MÉTODOS.** Se seleccionaron por conveniencia 61 sistemas de producción animal, de los municipios El Dorado y Granada, a los cuales se les tomaron muestras de agua desde los puntos de extracción y abastecimiento de agua tanto para animales como para humanos. Las muestras fueron analizadas en sus características

físico-químicas (pH, Amoníaco-Amonio, Nitratos y Nitritos) y calidad microbiológica (recuento de organismos mesófilos aerobios y facultativos, y determinación de coliformes totales y fecales). **RESULTADOS.** Los valores de pH del agua de consumo de los sistemas de producción animal muestreados variaron entre 6 - 7,2 en Granada y 7,2 - 7,6 en El Dorado. Respecto a Nitratos y Nitritos todos los predios arrojaron valores considerados normales. Los valores de Amoníaco-Amonio variaron entre 0 - 1 ppm en los sistemas de producción de Granada y entre 0 - 0,5 en los sistemas de producción de El Dorado. La presencia de bacterias coliformes totales y fecales se encontró en el 100% de las muestras. El 58% de los predios del municipio de El Dorado presentaron valores  $\geq 48000$  UFC/100 mL de microorganismos mesófilos aerobios, mientras que en el municipio de Granada el porcentaje más alto de microorganismos mesófilos aerobios se encontró entre 100 – 1000 UFC/100 mL. **CONCLUSIONES.** En uno de los sistemas de producción animal del municipio de Granada, la muestra de agua de bebida colectada presentó un valor de Amoníaco-Amonio por encima de las recomendaciones internacionales. Así mismo, todos los sistemas de producción animal presentan en su agua de bebida una pobre calidad microbiológica, al estar contaminada por coliformes fecales; siendo un riesgo para la salud humana y animal al ser fuente de enfermedades infecciosas transmitidas por el agua que en el caso de los animales genera además el riesgo zoonótico causado por las mismas.

**Palabras clave:** Salud pública, animales domésticos, producción animal, enfermedades transmitidas por agua, agua potable.

### ABSTRACT

**INTRODUCTION.** For years the Meta state has been characterized as one of the four state territories with the highest presence of cattle in Colombia; also, with the highest concentration of land for livestock. The sanitary and safety conditions of said production systems, specifically those of cattle, are regulated in ICA Resolutions No. 2341 of 2007 and No. 2640 of 2007 for primary production destined for slaughter for human consumption, determining that all the property must minimize the risks associated with production, which includes the verification of water quality, the identification of water sources and the implementation of actions for their protection and maintenance in order to

guarantee animal welfare and safety. of the foods of these derivatives. **OBJECTIVE.** To evaluate the quality and safety of drinking water for animals' farm to identify the sanitary conditions of some farms in the villages of the municipalities of El Dorado and Granada (Meta state, Colombia). **MATERIALS AND METHODS.** For this, 60 animal production systems from which water samples were taken from the points of extraction and water supply for both animals and humans. The samples were analyzed for their physical-chemical characteristics (pH, Ammonia-Ammonium, Nitrates and Nitrites) and microbiological quality (count of aerobic mesophilic organisms and determination of fecal coliforms). **RESULTS.** The pH values of the drinking water of the animal production systems ranged between 6 - 7.2 in Granada and 7.2 - 7.6 in El Dorado. Regarding Nitrates and Nitrites, all the farms yielded values considered normal. Ammonia-Ammonium values varied between 0 - 1 ppm in the Granada production systems and between 0 - 0.5 in the El Dorado production systems. The presence of fecal coliform bacteria was found in 100% of the samples. 58% of the farms in the municipality of El Dorado presented values  $\geq 48000$  CFU/100 mL of aerobic mesophilic microorganisms, while in the municipality of Granada the highest percentage of aerobic mesophilic microorganisms was found between 100 - 1000 CFU/100 mL. **CONCLUSION.** All animal production systems have poor microbiological quality in their drinking water, as it is contaminated by fecal coliforms; being a risk to human and animal health as it is a source of infectious waterborne diseases.

**Keywords:** animal production, domestic animals, drinking water, public health, waterborne diseases.

### **Caracterización del perfil metabólico de vacas lecheras con diferente número de partos en ganaderías especializadas en el departamento del Meta.**

#### **Characterization of the metabolic profile of dairy cows with different numbers of calvings in specialized herds in the department of Meta.**

Gentil Antonio Garzón Rodríguez<sup>1</sup>, Agustín Góngora Orjuela<sup>2</sup>

<sup>1</sup>MVZ, Esp. estudiante Maestría SSSPAT Universidad de los Llanos,

<sup>2</sup>MV. MSc. Dr. Sci, Docente de la Universidad de los Llanos, Grupo de Investigación de Reproducción y Genética Animal Animal. (GIRGA)

[gentilgarzon@gmail.com](mailto:gentilgarzon@gmail.com)



## RESUMEN

**INTRODUCCIÓN.** La ganadería de leche especializada es una actividad creciente en el Piedemonte de los Llanos Orientales de Colombia, la producción promedio en el departamento del Meta supera los 4,5 litros por vaca al día, mediante cruces de *B. Taurus* lecheros. La alta exigencia productiva ocasiona imbalances de tipo metabólico principalmente en el periparto y posparto, debido a limitaciones de tipo nutricional que pueden conducir a enfermedades que afectan la capacidad productiva de las vacas. Una herramienta importante para identificar de manera temprana estos imbalances, es el uso del perfil metabólico, mediante el cual se evalúan ciertos metabolitos en suero o plasma. **OBJETIVO.** Caracterizar el perfil metabólico de vacas lecheras con diferentes números de partos en ganaderías especializadas en el departamento del Meta. **MATERIALES Y MÉTODOS.** Se utilizaron 36 vacas con aproximadamente 240 días de gestación, provenientes de cuatro hatos, las cuales fueron distribuidas a azar en tres grupos: G1: Vacas de primer parto, G2: vacas entre segundo y tercer parto y G3: Vacas de más de tres partos. A cada animal seleccionado se realizó una valoración clínica general, se tomó el peso y la condición corporal. Se obtuvieron muestras de sangre por punción coccígea 30 días preparto, 15 días preparto, el día del parto, y 20 y 40 días posparto. La Glu, Col, Alb, Ptt, Hb, Glo, Ca, P y Mg se determinaron por el método colorimétrico de punto final. Los reactivos usados fueron Spinreact (Spinreact, Girona, España) y la lectura de las pruebas, se realizó en un espectrofotómetro semiautomático (Mindray Ba-88 A, Shenzhen, China). **RESULTADOS.** La Glu entre individuos del mismo predio no fueron diferentes, de igual forma entre predios y entre predios por número de partos ( $P > 0,05$ ), sin embargo los valores en preparto (61,8 mg/dl), parto (64,4 mg/dl) y postparto (60,9 mg/dl) sí presentaron diferencias significativas. Los menores valores en postparto podrían estar asociados a causas nutricionales. El Col no mostró diferencias ( $P > 0,05$ ) durante preparto (139,9 mg/dl), parto (123,2 mg/dl) y postparto (182,5 mg/dl), aunque en preparto y parto, los niveles fueron más bajos, coincidiendo con los arreglos metabólicos previos al parto como la movilización de la grasa, crecimiento fetal y el inicio de la lactancia. El BUN varió para los diferentes grupos ( $P < 0,05$ ), con niveles más altos en el parto, y bajos en preparto (15,3 mg/dl) y post parto (16,8 mg/dl), lo que puede estar relacionado

con la baja calidad del pasto (época seca). Los niveles de Alb (3,3mg/dL) se encontraron dentro de los valores de referencia para la especie (3,03-3,55 ng/dL). Al igual que la Alb y las Glo no se encontraron diferencia entre los trimestres de gestación, ni por grupo racial. Los valores para P, Mg y Ca no tuvieron diferencias significativas y se encontraron dentro de los valores de referencia para la especie. Los valores de Hem (14,8 mg/dl) y Hto 44,3, fueron mayores a los reportados por Zambrano y Marques (2009) en vacas Gyrolando.

**CONCLUSIÓN.** La mayoría de los metabolitos analizados se encontraron dentro de los límites normales, excepto el BUN, sin que se observaran desórdenes clínicos asociadas a esta deficiencia. Se reconoce el uso de los PM para identificar los problemas asociados a la alimentación y nutrición y se requieren nuevos estudios en una población más amplia, lo cual permita hacer mas eficiente la producción de leche en la región.

**Palabra clave:** perfil metabólico, bioquímica sanguínea, parto, parto y posparto.

## ABSTRACT

**INTRODUCTION.** Specialized dairy farming is a growing activity in the Piedmont of the Eastern Plains of Colombia, the average production in the department of Meta exceeds 4.5 liters per cow per day, through crosses of dairy B. Taurus. The high production demand causes imbalances of a metabolic type mainly in the peripartum and postpartum period, due to nutritional limitations that can lead to diseases that affect the productive capacity of cows. An important tool to identify these imbalances early is the use of the metabolic profile, by which certain metabolites are evaluated in serum or plasma. **OBJECTIVE.** To characterize the metabolic profile of dairy cows with different numbers of calvings in specialized herds in the department of Meta. **MATERIALS AND METHODS.** 36 cows with approximately 240 days of gestation were used, from four herds, which were randomly distributed into three groups: G1: first calving cows, G2: cows between second and third calving and G3: cows with more than three calving . A general clinical evaluation was carried out on each selected animal, weight and body condition were taken. Blood samples were obtained by coccygeal puncture 30 days antepartum, 15 days antepartum, the day of delivery, and 20 and 40 days postpartum. Glu, Col, Alb, Ptt, Hb, Glo, Ca, P and Mg were determined by the

end point colorimetric method. The reagents used were Spinreact (Spinreact, Girona, Spain) and the reading of the tests was performed in a semiautomatic spectrophotometer (Mindray Ba-88 A, Shenzhen, China). **RESULTS.** Glu between individuals of the same farm were not different, in the same way between farms and between farms by number of deliveries ( $P > 0.05$ ), however the values in antepartum (61.8mg / dl), delivery (64.4 mg / dl) and postpartum (60.9 mg / dl) if they presented significant differences. The lower values in postpartum could be associated with nutritional causes. Col showed no differences ( $P > 0.05$ ) during labor (139.9mg / dl), delivery (123.2 mg / dl) and postpartum (182.5 mg / dl), although in labor and delivery, the levels they were lower, coinciding with prepartum metabolic arrangements such as fat mobilization, fetal growth, and the beginning of lactation. The BUN varied for the different groups ( $P < 0.05$ ), with higher levels in parturition, and low in prepartum (15.3 mg / dl) and post partum (16.8 mg / dl), which may be related to the low quality of the pasture (dry season). Alb levels (3.3mg / dL) were found within the reference values for the species (3.03-3.55 ng / dL). Like Alb and Glo, no difference was found between the gestation trimesters, or by racial group. The values for P, Mg and Ca did not have significant differences and they were within the reference values for the species. The values of Hem (14.8 mg / dl) and Hto 44.3, were higher than those reported by Zambrano and Marques (2009) in Gyrolando cows. **CONCLUSION.** Most of the metabolites analyzed were within normal limits, except for BUN, with no clinical disorders associated with this deficiency being observed. The use of PM is recognized to identify problems associated with food and nutrition and new studies are required in a broader population, which will make milk production more efficient in the region.

**Key words:** metabolic profile, blood chemistry, antepartum, childbirth and postpartum.

**Determinación de parámetros hematológicos y bioquímicos séricos en el Cocodrilo del Orinoco *Crocodylus intermedius* (Graves, 1819), en una población *ex situ* de Villavicencio, Meta, Colombia.**

Determination of serum hematological and biochemical parameters in the Orinoco Crocodile *Crocodylus intermedius* (Graves, 1819), in an *ex-situ* population of Villavicencio, Meta, Colombia.

Buitrago Linares Daniel Felipe<sup>1</sup>, Fernandez Manrique Jose<sup>2</sup>, Zambrano Trujillo Leonel Albeiro<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Médico Veterinario y Zootecnista. Grupo de especies silvestres, sanidad y bienestar animal.

<sup>2</sup> Médico veterinario, Esp, Msc. Docente de la Universidad de los Llanos, Grupo de especies silves, sanidad y bienestar animal.

<sup>3</sup>Médico veterinario y zootecnista, Esp. Grupo de especies silvestres, sanidad y bienestar animal.

[jose.fernandez@unillanos.edu.co](mailto:jose.fernandez@unillanos.edu.co)

## RESUMEN

**INTRODUCCIÓN.** El caimán llanero (*Crocodylus intermedius*) es una especie en peligro crítico de extinción, debido a la reducción considerable de su población el Ministerio del Ambiente estableció en el año 2002 el Programa Nacional para la Conservación del Caimán Llanero, el cual promueve la cría y reintroducción de la especie. El grupo de Investigación en Especies Silvestres Sanidad y Bienestar Animal (GESSBA) viene apoyando la valoración de los especímenes a liberar y reintroducir. **OBJETIVO.** El objetivo fue determinar los parámetros hematológicos y bioquímicos séricos en individuos sub-adultos de Cocodrilo del Orinoco *Crocodylus (C) intermedius* (Graves,1819). **MATERIALES Y MÉTODOS** En la Estación de Biología Tropical Roberto Franco (EBTRF) adscrita a la Universidad Nacional de Colombia a una altitud de 467 msnm. Fueron evaluados 26 especímenes de *C. intermedius*, un grupo de 12 machos sub-adultos, un segundo de 14 hembras sub-adultas (8-10 años). Se realizó restricción física, valoración clínica, peso y talla. Se tomó muestra de sangre, analizadas en el laboratorio de parasitología de la universidad de los Llanos, El cuadro hemático se realizó mediante conteo manual y la bioquímica se realizó en un autoanalizador IDEXX Catalyst One™ de química seca. **RESULTADOS** Los resultados encontrados evidenciaron una edad promedio en meses para machos-subadultos de  $114,58 \pm 11,46$  meses, un peso promedio de  $70,47 \pm 36,81$  kg, una longitud corporal total de  $255,2 \pm 37,42$  cm. En las hembras sub-adultas una edad promedio de  $108,79 \pm 5,24$  meses, un peso promedio de  $49,96 \pm 10,77$  kg, una longitud corporal total de  $231,7 \pm 13,4$  cm En el cuadro hemático se encontró en promedio: Eritrocitos  $1,31 \pm 0,23 \times 10^6/\text{mm}^3$ , HTC  $25,16 \pm 0,23\%$ , Hemoglobina  $8,25 \pm 0,77$  g/dL, VCM  $196,29 \pm 3,68$  FL, HCM  $70,28 \pm 22,06$ pg. En valores absolutos Leucocitos  $22,84 \pm 5,93 \times 10^3/\text{mm}^3$ , Linfocitos  $10,22 \pm 3,04 \times 10^3/\text{mm}^3$ ,

Eosinófilos  $0,588 \pm 0,48 \times 10^3/\text{mm}$ . En la bioquímica sanguínea se encontró un promedio de: Proteínas  $5,90 \pm 0,52 \text{ mg/dL}$ , Alb  $1,95 \pm 0,16 \text{ g/dL}$ , ALKP  $61,5 \pm 18,61 \text{ U/L}$ , Bilirrubina total  $0,19 \pm 0,19$ , Glucosa  $122 \pm 20,90 \text{ mg/dL}$ , Colesterol  $247,9 \pm 49,73 \text{ mg/dL}$ , AMYL  $892 \pm 74,71 \text{ U/L}$ , Fósforo  $5,292 \pm 0,77 \text{ mg/dL}$ . Calcio  $10,91 \pm 0,59 \text{ mg/dL}$  en machos y  $10,36 \pm 0,37 \text{ mg/dL}$  en hembras. Los promedios son similares a los resultados descritos en Venezuela para *C. intermedius* de  $1,294 \pm 0,187 (10^6/\mu\text{L})$  eritrocitos, hematocrito de  $24,76 \pm 2,58 (\%)$ , hemoglobina  $8,27 \pm 1,60 \text{ (g/dL)}$ . **CONCLUSIONES.** Se requieren más estudios en la especie para lograr tener valores de referencia para los diferentes grupos etarios, además en diferentes zonas geográficas, que puedan contribuir a la evaluación clínica de los especímenes en cautiverio, y antes de ser liberados, ya que solo se han reportado algunos valores hematológicos en los llanos venezolanos.

**Palabra clave:** Microorganismos eficientes, digestibilidad, aves, arbustivas

#### ABSTRACT

**INTRODUCTION.** The Llanero Caiman (*Crocodylus intermedius*) is a species in critical danger of extinction, due to the considerable reduction of its population the Ministry of the Environment established in 2002 the National Program for the Conservation of the Llanero Caiman, which promotes the breeding and reintroduction of the species. The Research group on Wild Species Health and Animal Welfare (GESSBA) has been supporting the assessment of the specimens to be released and reintroduced. **OBJECTIVE.** The objective was to determine the serum hematological and biochemical parameters in sub-adult individuals of the Orinoco Crocodile *Crocodylus (C) intermedius* (Graves, 1819). **MATERIALS AND METHODS** At the Roberto Franco Tropical Biology Station (EBTRF) attached to the National University of Colombia at an altitude of 467 meters above sea level. 26 specimens of *C. intermedius* were evaluated, a group of 12 sub-adult males, a second of 14 sub-adult females (8-10 years). Be rigid physical, clinical assessment, weight and height. A blood sample was taken, analyzed in the parasitology laboratory of the University of Los Llanos. Blood count was performed by manual counting and biochemistry performed on an IDEXX Catalyst One™ dry chemistry autoanalyzer **RESULTS** The results found showed an average age in months for males-subadults of  $114.58 \pm 11.46$  months, an average weight of  $70,47 \pm 36.81 \text{ kg}$ , a total body length of  $255.2 \pm 37.42 \text{ cm}$ .

In sub-adult females, an average age of  $108.79 \pm 5.24$  months, an average weight of  $49.96 \pm 10.77$  kg, a total body length of  $231.7 \pm 13.4$  cm. found on average: Erythrocytes  $1.31 \pm 0.23 \times 10^6 / \text{mm}^3$ , HTC  $25.16 \pm 0.23\%$ , Hemoglobin  $8.25 \pm 0.77$  g / dL, VCM  $196.29 \pm 3.68$  FL, HCM  $70, 28 \pm 22.06$  pg. In absolute values, Leukocytes  $22.84 \pm 5.93 \times 10^3 / \text{mm}^3$ , Lymphocytes  $10.22 \pm 3.04 \times 10^3 / \text{mm}^3$ , Eosinophils  $0.588 \pm 0.48 \times 10^3 / \text{mm}^3$ . In the blood biochemistry an average of: Proteins  $5.90-0.52$  mg / dL, Alb  $1.95-0.16$  g / dL, ALKP  $61.5-18.61$  U / L, Total Bilirubin  $0, 19 \pm 0.19$ , Glucose  $122 \pm 20.90$  mg / dL, Cholesterol  $247.9 \pm 49.73$  mg / dL, AMYL  $892 \pm 74.71$  U / L, Phosphorus  $5.292 \pm 0.77$  mg / dL. Calcium  $10.91 \pm 0.59$  mg / dL in males and  $10.36 \pm 0.37$  mg / dL in females. The averages are similar to the results reported in Venezuela for *C. intermedius* of  $1.294 \pm 0.187$  ( $106 / \mu\text{L}$ ) erythrocytes, hematocrit of  $24.76 \pm 2.58$  (%), hemoglobin  $8.27 \pm 1.60$  (g / dL). **CONCLUSIONS.** More studies are required in the species to achieve reference values for the different age groups, also in different geographical areas, which can contribute to the clinical evaluation of the specimens in captivity, and before being released, since they have only been reported some hematological values in the Venezuelan plains.

**Key words:** Hematology, biochemistry, *Crocodylus intermedius*

**Comparación de los niveles de la hormona anti-mülleriana entre hembras bovinas donadoras de oocitos de razas Brahman y blanco orejinegro y su relación con la reserva ovárica y producción de embriones *in vitro* en condiciones del trópico bajo colombiano.**

**Comparison of the levels of anti-mullerian hormone between bovine female donors of brahman and blanco orejinegro breeds and its relationship with the ovarian reserve and *in vitro* embryo production under tropical colombus conditions.**

Riveros-Pinilla Diego A<sup>1</sup> MVZ, MsC, Est PhD; Parra-Arango Jorge L<sup>1</sup> MV, MsC; Peña-Joya Miguel A<sup>1</sup> MVZ, Est MsC; Sandoval Leidy<sup>1</sup> MVZ, Est MsC; Góngora-Orjuela Agustin<sup>1</sup> MVZ, MsC, PhD.

<sup>1</sup>Grupo de Investigación en Reproducción y Genética Animal GIRGA, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recurso Naturales, Universidad de los Llanos.

[diego.riveros@unillanos.edu.co](mailto:diego.riveros@unillanos.edu.co)

## RESUMEN

**INTRODUCCIÓN.** El éxito de la producción y transferencia de embriones (TE) es altamente dependiente de las características fisiológicas individuales del animal, tal como su calidad oocitaria y su reserva ovárica (RO). En vista de lo anterior, varios estudios han sido enfocados en evaluar la relación entre las concentraciones de la hormona Anti-Mülleriana (AMH) y la RO en hembras bovinas de razas Nelore, Holstein y Jersey, sin embargo, este tipo de estudios no hay en Colombia en hembras bovinas de razas Brahman y BON en las condiciones del trópico bajo colombiano. **OBJETIVO.** Comparar los niveles de la AMH entre hembras bovinas donadoras de oocitos de razas Brahman y BON y su relación con la reserva ovárica y producción de embriones *in vitro* en condiciones del trópico bajo colombiano. **MATERIALES Y MÉTODOS.** Se utilizarán 80 hembras *Bos taurus* y *Bos indicus* donantes de oocitos de las razas BON (38 hembras) y Brahman (42 hembras) pertenecientes a la Hacienda La Marina, ubicada en San Martín, Meta. Las muestras de sangre se tomaron antes de iniciar la sesión de OPU. Para la medición de las concentraciones sanguíneas de AMH se utilizó un ensayo inmunoenzimático (ELISA), disponible para AMH bovino (AL-114; Ansh Labs, Webster, Tx, USA). El ensayo de AMH fue realizado en el Laboratorio de Reproducción y Genética de la Universidad de los Llanos, Villavicencio, Colombia. Antes de iniciar la sesión de OPU se contaron todos los folículos antrales >2 mm en los dos ovarios, mediante un equipo de ultrasonografía (Mindray DP-50 vet; Mindray Biomedical electronics co LTD, Shenzhen, China) con una sonda transrectal. Las donantes Brahman y BON se clasificaron de acuerdo con la RO y los niveles de concentración de AMH. Los oocitos y embriones se cultivaron en todos los procesos de manera individual para cada donante y se llevaron a los procesos de maduración *in vitro*, fertilización *in vitro* y cultivo de embriones *in vitro* de acuerdo con los protocolos del laboratorio comercial. Los datos fueron evaluados a través de un ANOVA ( $p < 0.001$ ). **RESULTADOS Y DISCUSIÓN.** Las concentraciones séricas de AMH en donantes Brahman presentaron un rango de 0.09 a 1.89 ng/mL. Las concentraciones séricas de AMH de donantes BON presentaron un rango de 0.13 a 1.19 ng/mL. Se determinó una correlación alta ( $r = 0.77$ ) entre el número de folículos y las concentraciones de AMH en las donantes de oocitos de raza Brahman y también una correlación alta en las donantes BON ( $r = 0.74$ ) siendo

menor esta que en donantes Brahman. Se determinó una correlación positiva moderada entre las concentraciones de AMH y el número de embriones en las donantes Brahman (0.55), y una correlación alta en donantes BON (0.62).

**CONCLUSIONES.** Las donantes de raza Brahman poseen una mayor concentración de AMH y a la vez una mayor reserva ovárica que las donantes de raza BON en condiciones del trópico bajo colombiano, sin embargo se determinó una mayor correlación entre la concentración de AMH y embriones en las donantes BON que en las Brahman.

**Palabra clave:** Cebú, fertilidad, raza criolla, reproducción, blastocistos.

### ABSTRACT

**INTRODUCTION.** The success of embryo production and transfer (ET) is highly dependent on the individual physiological characteristics of the animal, such as its oocyte quality and its ovarian reserve (OR). In view of the above, several studies have been focused on evaluating the relationship between the concentrations of Anti-Müllerian hormone (AMH) and OR in bovine females of Nelore, Holstein and Jersey breeds, however, these types of studies are not available in Colombia in bovine females of Brahman and BON breeds in the conditions of the lower Colombian tropics. **OBJECTIVE.** To compare the levels of AMH among donor bovine females of oocytes of Brahman and BON breeds and their relationship with the ovarian reserve and *in vitro* embryo production in conditions of the lower Colombian tropics. **MATERIALS AND METHODS.** 80 female *Bos taurus* and *Bos indicus* oocyte donors of the BON (38 females) and Brahman (42 females) races belonging to Hacienda La Marina, located in San Martín, Meta will be used. Blood samples were taken before starting the OPU session. For the measurement of blood AMH concentrations, an enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) was used, available for bovine AMH (AL-114; Ansh Labs, Webster, Tx, USA). The AMH test was carried out in the Reproduction and Genetics Laboratory of the University of the Llanos, Villavicencio, Colombia. Before starting the OPU session, all antral follicles > 2 mm in both ovaries were counted using an ultrasound machine (Mindray DP-50 vet; Mindray Biomedical electronics co LTD, Shenzhen, China) with a transrectal probe. Brahman and BON donors were classified according to OR and AMH concentration levels. The oocytes and embryos were cultured in all processes individually for each donor and underwent in vitro maturation, in vitro fertilization and in vitro embryo culture



processes according to commercial laboratory protocols. The data were evaluated through an ANOVA ( $p < 0.001$ ). **RESULTS AND DISCUSSION.** Serum AMH concentrations in Brahman donors ranged from 0.09 to 1.89 ng/mL. Serum AMH concentrations from BON donors ranged from 0.13 to 1.19 ng/mL. A high correlation ( $r = 0.77$ ) was determined between the number of follicles and AMH concentrations in the Brahman race oocyte donors and also a high correlation in the BON donors ( $r = 0.74$ ) being lower than in Brahman donors. A moderate positive correlation was determined between AMH concentrations and the number of embryos in Brahman donors (0.55), and a high correlation in BON donors (0.62). **CONCLUSIONS.** Brahman breed donors have a higher AMH concentration and at the same time a greater ovarian reserve than BON breed donors in conditions of the lower Colombian tropics; however, a greater correlation between the concentration of AMH and embryos in BON donors was determined in the Brahman.

**Key words:** Zebu, fertility, creole breed, reproduction, blastocysts.

**Efecto de la inclusión de probiótico (*Saccharomyces cerevisiae*) en dietas con harina de cayeno (*Hibiscus rosa-sinensis*) y cajeto (*Trichanthera gigantea*) sobre parámetros productivos y digestibilidad en dietas para pollos de engorde**

**Effect of the inclusion of probiotic (*Saccharomyces cerevisiae*) in diets with cayene (*Hibiscus rosa-sinensis*) and cajeto (*Trichanthera gigantea*) flour on productive parameters and digestibility in diets for broiler chickens.**

Fonseca Hernández Santiago<sup>1</sup>, Roa Vega María Ligia<sup>2</sup> & Mariño Guerrero Iván Esteban<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Estudiante de Medicina Veterinaria y Zootecnia Universidad de los Llanos,

<sup>2</sup>Zootecnista Esp. MSc, Docente de la Universidad de los Llanos, Grupo de Investigación de Agroforestería

<sup>3</sup>Médico Veterinario y Zootecnista de la Universidad de los Llanos, Grupo de [fabio.fonseca@unillanos.edu.co](mailto:fabio.fonseca@unillanos.edu.co)

## **RESUMEN**

**INTRODUCCIÓN.** Las tecnologías de alimentación en aves, han mejorado su eficiencia productiva; ocasionando que las fábricas de alimentos balanceados

aumenten su cobertura y costo, afectando directamente a los productores, creando la necesidad de buscar nuevas alternativas de nutrición, utilizando recursos disponibles como árboles y arbustos forrajeros. **OBJETIVO.** Determinar si la inclusión de probiótico (*Saccharomyces cerevisiae*) en dietas con harina de cayeno (*Hibiscus rosa-sinensis*) y cajeto (*Trichanthera gigantea*) generó cambios en parámetros productivos y digestibilidad de nutrientes en pollos de engorde. **MATERIALES Y MÉTODOS.** El estudio se realizó en Villavicencio, Meta, con 108 pollos alimentados durante los primeros 15 días con alimento balanceado comercial (CC) de iniciación según raciones indicadas para la línea Cobb 500; a partir del día 16 se suministraron las dietas preparadas para este proyecto: CC molido para obtener el alimento en polvo para homogenizarlo con la harina de cayeno (HCY) y cajeto (HCJ), en niveles de reemplazo del 5 y 10% con y sin probiótico, de la siguiente manera; T1:CC, T3: CC + 2,5% de HCY + 2,5% de HCJ; T5: CC + 5% de HCY + 5% de HCJ; todos sin probiótico (SP), y T2, T4 y T6 respectivamente iguales a T1, T3 y T5 pero adicionando probiótico (CP). El diseño estadístico fue completamente al azar, con arreglo factorial: dos niveles de probiótico (SP y CP), tres de inclusión de HCY y HCJ: (0, 5 y 10%), tres replicas por tratamiento, cada una con seis unidades experimentales. Las variables evaluadas fueron: coeficientes de digestibilidad (COD) de la materia seca (MS), proteína cruda, grasa, extracto no nitrogenado (ENN), fibra cruda (FC), fibra detergente neutro (FDN) y Fibra detergen ácido (FDA), nutrientes digestibles totales (NDT), energía digestible (ED) y energía metabolizable (EM), consumo de alimento, aumento de peso, conversión alimenticia y valor biológico de la proteína (VBP). **RESULTADOS.** El COD de MS presenta valores estadísticamente similares ( $P>0.05$ ) en los tratamientos CC CP y tratamiento HCY+HCJ del 10 % CP, el COD de proteína muestra diferencia significativa ( $P<0.05$ ) el tratamiento HCY+HCJ del 5% SP presentando el valor mínimo, y valores máximos en CC CP y reemplazo de 10 % CP, repitiendo este comportamiento en los valores obtenidos para los COD de grasa, fibra cruda, ENN, FDN y FDA. El mayor consumo de proteína lo presentó la dieta del 5% CP. El VNP más alto lo obtuvo el tratamiento CC CP, indicando una diferencia significativa con los demás tratamientos ( $P<0.05$ ). La conversión alimenticia observada en HCY+HCJ al 5% CP y el CC SP fueron superiores, marcando una diferencia significativa con el resto de los tratamientos ( $P<0.05$ ).

**CONCLUSIONES.** La inclusión de HCY+HCJ con probiótico en la dieta de pollos de engorde mostró mejoras en indicadores productivos como ganancia de peso, peso total final y consumo de alimento; en el caso de conversión alimenticia se observaron beneficios del probiótico solo para el tratamiento CC CP, además las dietas de 5 y 10% de HCY+HCJ con probiótico incrementan los resultados de los COD comparados con las dietas que no lo incluyen.

**Palabras clave:** aves de corral, arbustivas, arboles, suplementación, ganancia de peso.

### ABSTRACT

**INTRODUCTION.** Poultry feeding technologies have improved their productive efficiency, causing balanced feed factories to increase their coverage and cost, directly affecting producers, creating the need to search for new nutrition alternatives, using available resources such as forage trees and shrubs. **OBJECTIVE.** To determine if the inclusion of probiotic (*Saccharomyces cerevisiae*) in diets with cayenne (*Hibiscus rosa-sinensis*) and cajeto (*Trichanthera gigantea*) flour generated changes in productive parameters and nutrient digestibility in broilers. **MATERIALS AND METHODS.** The study was carried out in Villavicencio, Meta, 108 chickens were used, they were fed during the first 15 days with commercial balanced feed (CC) of initiation according to rations indicated for the cobb 500 line; From day 16 on, the diets prepared for this project were supplied: CC ground to obtain powdered food to homogenize with cayenne (HCY) and cajeto (HCJ) flour, at replacement levels of 5 and 10% with and without probiotic, as follows; T1:CC, T3: CC + 2,5% de HCY + 2,5% de HCJ; T5: CC + 5% de HCY + 5% de HCJ; all without probiotic (SP), and T2, T4 and T6 respectively equal to T1, T3 and T5 but adding probiotic (CP). The statistical design was completely randomized, with factorial arrangement: two levels of probiotic (SP and CP), three of inclusion of HCY and HCJ: (0, 5 and 10%), three replicates per treatment, each with six experimental units. The variables evaluated were: coefficients of digestibility (COD) of dry matter (DM), crude protein, fat, non-nitrogenous extract (ENN), crude fiber (FC), neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (FDA), total digestible nutrients (NDT), digestible energy (ED) and metabolizable energy (ME), feed intake, weight gain, feed conversion and biological value of protein (VBP). **RESULTS.**

The COD of DM presents statistically similar values ( $P > 0.05$ ) in the CC CP treatments and the HCY + HCJ treatment of 10% CP, the protein COD shows a significant difference ( $P < 0.05$ ) the HCY + HCJ treatment of 5% SP presenting the minimum value, and maximum values in CC CP and replacement of 10% CP, repeating this behavior in the values obtained for the COD of fat, crude fiber, ENN, FDN and FDA. The highest protein consumption was the 5% CP diet. The highest NPV was obtained by the CC CP treatment, indicating a significant difference with the other treatments ( $P < 0.05$ ). The food conversion observed in HCL + HCL at 5% CP and the CC SP were higher, marking a significant difference with the rest of the treatments ( $P < 0.05$ ). **CONCLUSIONS.** The inclusion of HCY + HCJ with probiotic in the diet of broilers showed improvements in productive indicators such as weight gain, final total weight and feed consumption; in the case of food conversion, benefits of the probiotic were observed only for the CC CP treatment, in addition the diets of 5 and 10% of HCY + HCJ that with probiotic increase the results of the COD compared with the diets that do not include probiotic.

**Keywords:** poultry, shrubs, arboreal, supplementation, weight gain.

**Efecto del ensilado de maíz (*zea mays*) y king grass (*pennisetum purpureum*) adicionando *saccharomyces cerevisiae* en dos porcentajes de reemplazo de alimento balanceado comercial en pollos de engorde**

**Effect of the siling of corn (*zea mays*) and king grass (*pennisetum purpureum*) adding *saccharomyces cerevisiae* in two percentages of commercial balanced feed replacement in broiler chickens**

Gutiérrez Rojas Andrés Orlando<sup>1</sup> Velásquez Herrera Paula Andrea<sup>1</sup> & Roa Vega María Ligia<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Estudiante de Medicina Veterinaria y Zootecnia Universidad de los Llanos,

<sup>2</sup> Zootecnista Esp. MSc, Docente de la Universidad de los Llanos, Grupo de Investigación de Agroforestería

[andres.gutierrez.rojas@unillanos.edu.co](mailto:andres.gutierrez.rojas@unillanos.edu.co)

## RESUMEN

**INTRODUCCIÓN.** El desarrollo de la producción de aves en Colombia ha sido determinante en el crecimiento de la economía, a pesar del costo de alimentación que representa cerca del 70% de la producción; en vista de la situación se ha

buscado la manera de reemplazar el alimento balanceado comercial con nuevas alternativas que satisfagan la nutrición de las aves, al igual que incluir en su dieta el uso de probióticos que contribuyen a la integridad y estabilidad de la flora intestinal, dificultando proliferación de patógenos, ayudando así a prevenir enfermedades y mejorar el rendimiento en la producción. **OBJETIVO.** Establecer el efecto del reemplazo de alimento balanceado comercial en nivel de 6% por ensilaje de maíz (*Zea mays*), de king grass (*Pennisetum purpureum*) y la mezcla de las dos gramíneas en proporciones iguales, en la digestibilidad y producción de pollos de engorde adicionando *Saccharomyces cerevisiae* (Sc).

**MATERIALES Y MÉTODOS.** El estudio se realizó en Villavicencio, Meta, se utilizaron 96 pollos de engorde, durante 15 días se alimentaron con alimento comercial balanceado de iniciación, Los tratamientos fueron: T0 Alimento balanceado comercial (CC), T1: 6% de ensilaje de maíz, T2: 6% de ensilaje de king grass y T3: 6% de ensilaje de la mezcla de maíz y king grass, luego se procedió a distribuirlos en dos bloques, con probiotico (CP) y sin probiótico (SP) Sc. Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar con arreglo factorial, se aplicó un ANOVA y la prueba de comparación múltiple de Tukey. Se evaluaron las siguientes variables: Ganancia de peso, consumo de alimento, eficiencia alimenticia, coeficiente de eficiencia proteica (CEP), valor biológico (VB), digestibilidad y rendimiento en canal, también se determinó la proteína, grasa, fibra cruda (FC), fibra detergente neutra (FDN), fibra detergente acida (FDA) extracto no nitrogenado (ENN), materia seca (MS), nutrientes digestibles totales (NDT), energía metabolizable (EM), energía digestible (ED) de los ensilajes y las dietas.

**RESULTADOS.** El mayor consumo de MS ( $P < 0,05$ ) estuvo en T1 SP, el consumo de FC tuvo diferencia ( $P < 0,05$ ) en T1 SP, T2 CP y T3 SP y CP con los mayores consumos de FC, el consumo de ENN fue mayor en el T1 SP ( $P < 0,05$ ), Los coeficientes de digestibilidad (COD) de MS, proteína, grasa, FC, FDN y FDA no muestran diferencias ( $P > 0,05$ ) entre tratamientos, mientras que el COD de ENN fue inferior ( $P < 0,05$ ) en T1 SP vs T0 SP y CP, se determinó que el mayor consumo de alimento diario ( $P < 0,05$ ) lo obtuvo el T1 SP vs T2 SP, Para los parámetros: Ganancia diaria de peso, NDT, EM, VB, CEP, VNP no se encontró diferencias ( $P > 0,05$ ) entre tratamientos, en cuanto a ganancia de peso total fue mayor en T1 SP y T2 CP encontrándose diferencia ( $P < 0,05$ ) con T0 CP.

**CONCLUSIONES.** En la mayoría de las variables evaluadas T1 SP presentó

diferencia con los distintos tratamientos, lo cual significa que en las dietas para aves en fase de engorde el concentrado comercial puede ser reemplazado por el 6% de ensilaje de maíz.

**Palabra clave:** Microorganismos eficientes, gramíneas, aves, ganancia de peso.

## ABSTRACT

**INTRODUCTION.** The development of poultry production in Colombia has been decisive in the growth of the economy, despite the cost of feeding that represents about 70% of production; In view of the situation, a way has been sought to replace the commercial balanced feed with new alternatives that satisfy the nutrition of the birds, as well as to include in their diet the use of probiotics that contribute to the integrity and stability of the intestinal flora, hindering the proliferation of pathogens, thus helping to prevent diseases and improve production performance. **OBJECTIVE.** To establish the effect of the replacement of commercial balanced feed at the 6% level by corn silage (*Zea mays*), king grass (*Pennisetum purpureum*) and the mixture of the two grasses in equal proportions, on the digestibility and production of broilers adding *Saccharomyces cerevisiae* (Sc). **MATERIALS AND METHODS.** The study was carried out in Villavicencio, Meta, 96 broilers were used, for 15 days they were fed with commercial balanced starter feed, The treatments were: T0 Commercial balanced feed (CC), T1: 6% corn silage, T2: 6% of king grass silage and T3: 6% of silage of the mixture of corn and king grass, then they were distributed in two blocks, with probiotic (CP) and without probiotic (SP) Sc. A design was used completely randomized blocks with factorial arrangement, an ANOVA and Tukey's multiple comparison test were applied. The following variables were evaluated: Weight gain, feed consumption, feed efficiency, protein efficiency coefficient (CEP), biological value (VB), digestibility and carcass yield, protein, fat, crude fiber (FC) were also determined. , neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (FDA) non-nitrogenous extract (ENN), dry matter (DM), total digestible nutrients (NDT), metabolizable energy (ME), digestible energy (DE) of the silages and subsistence allowance. **RESULTS.** The highest DM consumption (P <0.05) was in T1 SP, the FC consumption had a difference (P <0.05) in T1 SP, T2 CP and T3 SP and CP with the highest consumption of FC, the consumption of ENN was higher in T1 SP (P <0.05), The digestibility coefficients (COD) of DM,

protein, fat, FC, NDF and FDA do not show differences ( $P > 0.05$ ) between treatments, while the COD of ENN was lower ( $P < 0.05$ ) in T1 SP vs T0 SP and CP, it was determined that the highest daily food consumption ( $P < 0.05$ ) was obtained by T1 SP vs T2 SP, For the parameters: Daily weight gain, NDT, EM, BV, CEP, NPV, no differences were found ( $P > 0.05$ ) between treatments, in terms of total weight gain it was greater in T1 SP and T2 CP, finding a difference ( $P < 0.05$ ) with T0 CP. **CONCLUSIONS.** In most of the variables evaluated T1 SP presented a difference with the different treatments, which means that in the diets for birds in the fattening phase, the commercial concentrate can be replaced by 6% corn silage.

**Keywords:** Efficient microorganisms, grasses, birds, weight gain

### **Frecuencia de hemoparásitos en Bovinos en los sistemas productivos de los municipios del Dorado y Granada-Meta, Colombia**

**Frequency of haemoparasites in Bovines in the productive systems of the municipalities of El Dorado and Granada-Meta, Colombia.**

Julian Felipe Rodríguez Lopéz<sup>1</sup> José Fernández Manrique<sup>2</sup>; Gina Lorena García Martínez<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Estudiante de Medicina Veterinaria y Zootecnia Universidad de los Llanos.

<sup>2</sup> MSc, docente Universidad de los Llanos. Grupo de Investigación en Especies Silvestres, Sanidad y Bienestar Animal GESSBA, Villavicencio, Colombia.

<sup>3</sup>MSc, docente Universidad de los Llanos, Facultad de Grupo de Investigación ELITE,

[Jose.fernandez@unillanos.edu.co](mailto:Jose.fernandez@unillanos.edu.co)

#### **RESUMEN**

**Introducción:** el propósito del estudio fue determinar las hemoparasitosis, que inciden en los sistemas de producción bovina en los municipios del El Dorado y Granada Meta. Los Hemoparásitos son organismos que pueden ser transmitidos a los animales domésticos por vectores mecánicos y biológicos. Su presencia en los animales domésticos produce cuadros clínicos que afectan la salud y producción animal. En Colombia hay tres hemoparásitos que son diagnosticados con mayor frecuencia, por diversos autores y en diferentes proporciones según la región evaluada. Estos son *Anaplasma* spp. *Babesia* spp. *Trypanosoma* spp. Dentro del proyecto Ética ambiental y bienestar animal estrategia de desarrollo rural en paz, apoyado por el Ministerio de Educación Nacional, se desarrolló el

objetivo de promover la implementación de las buenas practicas ganaderas (BPG) en los productores de la región del Ariari, con este propósito se realizo un diagnóstico de salud de hato, para establecer un plan sanitario modelo en los productores de economía familiar. **Materiales y Metodos:** en el municipio el Dorado, localizado a 567 msnm, con temperatura promedio de 26 °C, precipitación promedio de 4.383 mm/año; El municipio de Granada localizado a 332 msnm, con temperatura promedio de 24 °C, una precipitación promedio de 2.500 mm/año. Con el aval del Comité de Ética en Investigaciones de Unillanos. Previo consentimiento informado de los propietarios, se procedió a visitar 10 predios en Granada y 10 predios en el Dorado. Muestreo por conveniencia. Se calculó una muestra de 229 bovinos en el Dorado y en Granada, teniendo en cuenta una prevalencia esperada del 15%, un 95% de confianza, una población bovina determinada en los informes de vacunación antiaftosa de 19.700 bovinos en Granada y 10.120 bovinos en el Dorado, en el programa Epinfo. Se realizó valoración, historia clínica de cada animal, se tomó 5 cc de sangre en tubo con anticoagulante. Las muestras fueron analizadas mediante un equipo automatizado Idexx Procyte. Igualmente se les realizo frotis de sangre y tinción con Wright para posterior observación al el microscopio en busca de los Hemoparásitos más comunes transmitidos por vectores, como (*Anaplasma* spp, *Babesia* spp, *Trypanosoma* spp). Estudio descriptivo de corte transversal. Resultados: En el Dorado se encontró una prevalencia por predios de 10/10 (100%) en *Anaplasma* ssp, de 0/10 (0%) en *Trypanosoma* spp y 2/10 (20%) en *Babesia* spp. En Granada se encontró una prevalencia por predios de 10/10 (100%) en *Anaplasma* spp, 2/10 (20%) en *Trypanosoma* spp, y 5/10 (50%) en *Babesia* spp. Conclusión: La prevalencia por predios de hemoparásitos en bovinos del Dorado y Granada es similar a lo reportado por otros autores en la región, quienes mencionan que en Colombia las zonas por debajo de los 2000 m.s.n.m son endémicas para la presencia de *Anaplasma* spp, *Babesia* spp, *Trypanosoma* spp, hemoparásitos que disminuyen la productividad en los sistemas de producción doble propósito.

**Palabras clave:** Parásitos, sangre, *Anaplasma* spp, *Babesia* spp, *Trypanosoma* spp.



## ABSTRACT

**INTRODUCTION:** the purpose of the study was to determine the hemoparásites diseases, which affect the bovine production systems in the municipalities of El Dorado and Granada Meta. Hemoparasites are organisms that can be transmitted to domestic animals by mechanical and biological vectors. Its presence in domestic animals produces clinical pictures that affect animal health and production. In Colombia there are three hemoparasites that are diagnosed more frequently, by different authors and in different proportions depending on the region evaluated. These are *Anaplasma* spp. *Babesia* spp. *Trypanosoma* spp. Within the project Environmental Ethics and Animal Welfare Strategy for Rural Development in Peace, supported by the Ministry of National Education, the objective of promoting the implementation of good livestock practices (GMP) in the producers of the Ariari Region was developed, with this purpose, a herd health diagnosis was carried out, to establish a model health plan for family farmers. **MATERIALS AND METHODS:** in the municipality of El Dorado, located at 567 meters above sea level, with an average temperature of 26°C, average rainfall of 4,383 mm / year, the municipality of Granada located at 332 meters above sea level, with an average temperature of 24 °C, an average rainfall of 2,500 mm / year. With the endorsement of the Unillanos Research Ethics Committee. With the prior informed consent of the owners, we proceeded to visit 10 properties in Granada and 10 properties in El Dorado. Sampling for convenience. A sample of 229 cattle in El Dorado and Granada was calculated, considering an expected prevalence of 15%, a 95% confidence, a bovine population determined in the FMD vaccination reports of 19,700 cattle in Granada and 10,120 cattle in the Dorado, in the Epiinfo program. An assessment, clinical history, 5 cc of blood was taken in a tube with anticoagulant. The samples were analyzed using an automated Idexx Procyte equipment. Likewise, blood smears and Wright staining were performed for later observation under the microscope in search of the most common vector-borne haemoparasites, such as (*Anaplasma* spp, *Babesia* spp, *Trypanosoma* spp). Descriptive study of transverse cut. **RESULTS:** In El Dorado a 10/10 (100%) prevalence was found in *Anaplasma* spp, 0/10 (0%) in *Trypanosoma* spp and 2/10 (20%) in *Babesia* spp. In Granada, a farm prevalence of 10/10 (100%) was found in *Anaplasma* spp, 2/10 (20%) in *Trypanosoma* spp, and 5/10 (50%) in *Babesia* spp.

**CONCLUSION:** The prevalence of haemoparasites in cattle from El Dorado and Granada is similar to that reported by other authors in the region, who mention that in Colombia areas below 2000 msnm are endemic for the presence of *Anaplasma* spp, *Babesia* spp., *Trypanosoma* spp, haemoparasites that decrease productivity in dual-purpose production systems.

**Key words:** Parasites, blood, *Anaplasma* spp, *Babesia* spp, *Trypanosoma* spp.

**Efecto *in-vitro* del extracto metanólico de *Momordica charantia* sobre *Haemonchus* sp.**

*In-vitro* effect of the methanolic extract of *Momordica charantia* on *Haemonchus* sp.

Dumar A. Jaramillo Hernández<sup>1</sup>, Adolfo Vásquez Trujillo<sup>1</sup> & Lida Carolina Lesmes Rodríguez<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Docentes, Universidad de los Llanos, Villavicencio, Colombia

<sup>2</sup>Bióloga. MSc. Docente de la Universidad de los Llanos, Grupo de Investigación Biorinoquia.

[dumar.jaramillo@unillanos.edu.co](mailto:dumar.jaramillo@unillanos.edu.co)

**RESUMEN**

**INTRODUCCIÓN.** La infestación por nematodos del género *Haemonchus* constituye uno de los principales problemas de la ganadería ovina de los países del trópico, siendo el agente causal de grandes pérdidas económicas por la presentación de bajos índices productivos y reproductivos asociados a la disminución en la ganancia de peso, inmunosupresión y gastroenteritis asociada a síndrome de mala absorción; los cuales llevan a una alteración del bienestar animal y al desarrollo anormal de las actividades fisiológicas. **OBJETIVO.** Evaluar el efecto *in vitro* del extracto metanólico de *M. charantia* sobre el proceso de eclosión de huevos del nematodo *Haemonchus* sp. **MATERIALES Y MÉTODOS.** El método de percolación por agotamiento continuo con Metanol 98% fue utilizado para la preparación del extracto de las hojas de *M. charantia*. Se realizó el análisis fitoquímico preliminar de las hojas de *M. charantia* a través de métodos colorimétricos y cromatografía en capa delgada. Por otro lado, las pruebas *in vitro* del efecto del extracto metanólico de *M. charantia* sobre los huevos de *Haemonchus* sp. se llevaron a cabo exponiendo huevos derivados de

un ovino monoinfestado, a concentraciones de 10, 20, 40, 80 y 160 mg/mL de extracto, como también al vehículo del extracto (DMSO 0.5%, control negativo) y albendazol 25 µg/mL como control positivo de la inhibición de la eclosión. Los niveles de tratamiento se compararon a través de la prueba de Chi-cuadrado ( $p < 0.05$ ). La obtención de  $CL_{50}$  y  $CL_{90}$  se realizó a través de regresión lineal por el método Probit (IC95%). **RESULTADOS.** En las pruebas colorimétricas para la caracterización de grupos de metabolitos secundarios presentes en el extracto metanólico de *M. charantia*, se detectaron alcaloides y glucósidos antracénicos. Por otro lado, con las pruebas de cromatografía en placa fina se evidenció la presencia de alcaloides y triterpenos. En el extracto metanólico estudiado no se detectaron flavonoides, saponinas ni glucósidos cardiogénicos. Por otro lado, el extracto metanólico de *M. charantia* mostró resultados satisfactorios en lo referente a la inhibición sobre la eclosión de huevos de *Haemonchus* sp., las concentraciones del 1 al 8% (10 a 80 mg/mL) presentaron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) con el grupo DMSO 0.5%, así mismo la acción de inhibición de la eclosión de huevos de *Haemonchus* sp en la concentración del 16% (160 mg/mL) del extracto vegetal fue similar al grupo Albendazol 25µg/mL y presentó diferencias altamente significativas ( $p < 0.001$ ) respecto al DMSO 0.5%. Para este estudio, de acuerdo a la regresión logística efectuada la  $CL_{50}$  obtenida fue de 52.18 mg/mL (IC95% 37.87 – 63.22) y la  $CL_{90}$  teórica proyectada fue de 201.45 mg/mL (IC 95% 186.01 – 221.89). **CONCLUSIÓN.** La concentración de 16% del extracto metanólico generó resultados similares al control positivo, siendo un resultado promisorio para vincular a *M. charantia* ampliamente adaptada al agroecosistema del piedemonte del departamento del Meta, Colombia, como una posible estrategia dentro de los planes de control integrado de la hemoncosis en sistemas de producción de pequeños rumiantes.

**Palabras clave:** *hemoncosis*, fitoterapia, ovinocultura.

### ABSTRACT

**INTRODUCTION.** The infestation by nematodes of the genus *Haemonchus* constitutes one of the main problems of sheep farming in tropical countries, being the causal agent of great economic losses due to the presentation of low productive and reproductive indices associated with the decrease in weight gain, immunosuppression and gastroenteritis associated with malabsorption syndrome; which lead to an alteration of animal welfare and abnormal

development of the physiological activities. **OBJECTIVE.** To evaluate the *in vitro* effect of the methanolic extract of *M. charantia* on the egg hatching process of the nematode *Haemonchus* sp. **MATERIALS AND METHODS.** The continuous depletion percolation method with 98% Methanol was used to prepare the extract of *M. charantia* leaves. Preliminary phytochemical analysis of *M. charantia* leaves was performed through colorimetric methods and thin layer chromatography. On the other hand, *in vitro* tests of the effect of the methanolic extract of *M. charantia* on *Haemonchus* sp. were carried out by exposing eggs, derived from a monoinfested sheep, to concentrations of 10, 20, 40, 80 and 160 mg/mL of extract, as well as the extract vehicle (DMSO 0.5%, negative control) and albendazole 25 µg/mL as a positive control of hatching inhibition. Treatment levels were compared through Chi-squared test ( $p < 0.05$ ). The evaluation was carried out using the egg hatching inhibition test. The LC<sub>50</sub> and LC<sub>90</sub> were obtained by linear regression through the Probit method. **RESULTS.** In the colorimetric tests for the characterization of groups of secondary metabolites present in the methanolic extract of *M. charantia*, alkaloids and anthracenic glycosides were detected. On the other hand, thin plate chromatography tests revealed the presence of alkaloids and triterpenes. In the methanolic extract studied, no flavonoids, saponins or cardiogenic glycosides were detected. On the other hand, the methanolic extract of *M. charantia* showed satisfactory results regarding the inhibition on the hatching of *Haemonchus* sp. eggs. The concentrations of 1 to 8% (10 to 80 mg/mL) showed significant differences comparing with DMSO 0.5%, likewise the action of inhibition of the hatching of *Haemonchus* sp. eggs at the concentration of 16% (160 mg/mL) of the plant extract was similar to the Albendazole 25 µg/mL and presented highly significant differences ( $p < 0.001$ ) regarding to DMSO 0.5%. For this study, according to the applied logistic regression, the LC<sub>50</sub> obtained was 52.18 mg/mL (95%CI 37.87-63.22) and the projected theoretical CL<sub>90</sub> was 201.45 mg/mL (95%CI 186.01-221.89). **CONCLUSIONS.** The concentration of 16% of the methanolic extract, generated similar results to the positive control, being a promising result to link *M. charantia* widely adapted to the piedemonte agroecosystem of the Meta state, Colombia, as a possible strategy within the control against the haemonchosis in sheep production systems.

**Key words:** *haemochosis*, phytotherapy, sheep farming.

**Estimación de la actividad de la amilasa en ciegos pilóricos e intestino anterior del bocachico llanero ( *prochilodus mariae* )**

**Estimation of amylase activity in pyloric cecum and anterior intestine of the llanero bocachico ( *prochilodus mariae* )**

Corredor-Matus José Ricardo<sup>1</sup>, Yossa-Perdomo Martha Ines<sup>2</sup>, Ortega-Rodríguez Johana<sup>3</sup>

<sup>1</sup>MVZ, MSc, Profesor Universidad de los Llanos. Grupo Granac,

<sup>2</sup>Z, MSc, PhD, Instituto de Acuicultura de los Llanos, IALL, Grupo Granac, Universidad de los Llanos.

<sup>3</sup>Z, MSc, Grupo Granac, Universidad de los Llanos

[jcorredor@unillanos.edu.co](mailto:jcorredor@unillanos.edu.co)

**RESUMEN**

**INTRODUCCIÓN:** El coporo o bocachico llanero (*Prochilodus mariae*) es una especie nativa de la cuenca del Orinoco, su cultivo es poco apetecido por su lento crecimiento. Una razón podría ser la calidad de alimento suministrado en cautiverio (rico en proteína y energía), dado que en el medio natural, el detrito, es de bajo contenido proteico-energético, por lo que disponibilidad de enzimas digestivas no sería suficiente para digerir la dieta. Se plantea que sí su lento crecimiento podría estar relacionado con la baja digestibilidad de nutrientes como consecuencia de insuficiente producción de enzimas. **OBJETIVO:** Estimar la actividad de la enzima amilasa en juveniles de coporo *Prochilodus mariae* en Ciegos pilóricos (CP) e intestino anterior (IA). **MATERIALES Y METODOS.** 200 ejemplares de *Prochilodus mariae*, peso promedio  $126,6 \pm 38.77$  gr. se ubicaron en 8 tanques de 500 litros, alimentados a saciedad, a razón del 8% de la biomasa, en dos raciones: 8:00 am y 2:00 pm durante tres días. Una hora antes y una después de alimentados, se muestrearon 40 ejemplares, se obtuvieron 100 mg de tejidos de CP e IA, congelados en nitrógeno líquido y almacenados a  $-20^{\circ}\text{C}$ . Se homogenizaron en 1 ml de tampón de homogenización, centrifugados a 12000 rpm por 3 minutos a  $-4^{\circ}\text{C}$  y almacenados a  $-70^{\circ}\text{C}$ . La proteína total se determinó por método de Bradford, utilizando albumina al 1%. La amilasa se determinó, por el kit comercial CNPG<sup>R</sup> de Labtest, con espectrofotómetro GENESYS<sup>TM</sup>, longitud de onda de 405 nm. El resultado se expresó en promedios  $\pm$  DE de UA/mg<sup>-1</sup> proteína. **RESULTADOS.** La enzima presentó picos máximos en la región del IA, y en el periodo postprandial. La actividad de la amilasa fluctuó

entre 164,7 – 4544,0, UA/mg<sup>-1</sup> proteína total, promedio general de 1896,7 ± 981,0 UA/mg<sup>-1</sup> proteína total. En CP el promedio fue de 1629,1 ± 962,7 UA/mg<sup>-1</sup> proteína total y en IA de 2195,8 ± 911,9 UA/mg<sup>-1</sup> proteína total, con diferencias significativas (P = 0,013). En CP el valor preprandial fue de 1433,3 ± 982,8 UA/mg<sup>-1</sup> proteína total y posprandial de 1824,9 ± 926,5 UA/mg<sup>-1</sup> proteína total, sin diferencias significativas (P = 0,084). En IA el valor preprandial fue de 1727,9 ± 728,02 UA/mg<sup>-1</sup> proteína total y posprandial de 2611,7 ± 897,9 UA/mg<sup>-1</sup> proteína total, con diferencia altamente significativa (P = 0,003). El comportamiento de la enzima muestra que la mayor acción se presenta en IA, y en el periodo postprandial, por la estimulación del quimo sobre mecanorreceptores y quimiorreceptores, que desencadenan el reflejo enteropancreático. La mayor actividad de la enzima en IA podría ser ocasionado por la acción de la secreción de jugo intestinal, el cual es rico en disacaridasas que completan la digestión de los carbohidratos y aportan amortiguadores adicionales, que mejoran las condiciones de pH para la actividad de la enzima.

**CONCLUSIONES.** Se concluye que los CP y el IA, comparten la presencia de amilasa, con predominio en el IA y mayores concentraciones en el periodo postprandial, posiblemente por el estímulo que genera el alimento para desencadenar el reflejo enteropancreático.

**Palabras clave:** enzimas, detritivoro, coporo, preprandial, postprandial

### ABSTRACT

**INTRODUCTION:** The coporo or llanero bocachico (*Prochilodus mariae*) is a native species of the Orinoco basin, its cultivation is not very desirable due to its slow growth. One reason could be because of the quality of the food supplied in captivity (rich in protein and energy), since in the natural environment, the debris is low in protein-energy content, so the availability of digestive enzymes would not be enough to digest the diet. It is suggested that its slow growth could be related to the low digestibility of nutrients as a consequence of insufficient enzyme production. **OBJECTIVE:** To estimate the activity of the amylase enzyme in juvenile coporo *Prochilodus mariae* in Pyloric Blind (PB) and foregut (FG). **MATERIALS AND METHODS.** 200 specimens of *Prochilodus mariae*, average weight 126.6 ± 38.77 gr. It was placed in 8 tanks of 500 liters, fed to satiety, at a rate of 8% of the biomass, in two rations: 8:00 am and 2:00 pm for three days.

One hour before and one after feeding, 40 specimens were sampled, 100 mg of PB and FG tissues were obtained, frozen in liquid nitrogen and stored at -20°C. They were homogenized in 1 ml of homogenization buffer, centrifuged at 12000 rpm for 3 minutes at -4 ° C and stored at -70 ° C. Total protein was determined by the Bradford method, using 1% albumin. Amylase was determined, by the commercial CNPGR kit from Labtest, with a GENESYSTM spectrophotometer, wavelength 405 nm. The result was expressed in means  $\pm$  SD of AU / mg-1 protein. **RESULTS.** The enzyme presented maximum peaks in the FG region, and in the postprandial period. Amylase activity ranged from 164.7 - 4544.0 AU / mg-1 total protein, general average of  $1896.7 \pm 981.0$  AU / mg-1 total protein. In PB the average was  $1629.1 \pm 962.7$  AU / mg-1 total protein and in FG it was  $2195.8 \pm 911.9$  AU / mg-1 total protein, with significant differences ( $P = 0.013$ ). In PB, the preprandial value was  $1433.3 \pm 982.8$  AU / mg-1 total protein and postprandial  $1824.9 \pm 926.5$  AU / mg-1 total protein, without significant differences ( $P = 0.084$ ). In FG, the preprandial value was  $1727.9 \pm 728.02$  AU / mg-1 total protein and postprandial  $2611.7 \pm 897.9$  AU / mg-1 total protein, with a highly significant difference ( $P = 0.003$ ). The behavior of the enzyme shows that the greatest action occurs in FG, and in the postprandial period, due to the stimulation of the chyme on mechanoreceptors and chemoreceptors, which trigger the enteropancreatic reflex. The higher activity of the enzyme in AI could be caused by the action of the secretion of intestinal juice, which is rich in disaccharidases that complete the digestion of carbohydrates and provide additional buffers, which improve the pH conditions for the activity of the enzyme. **CONCLUSIONS.** It is concluded that PB and FG share the presence of amylase, with a predominance in FG and higher concentrations in the postprandial period, possibly due to the stimulus generated by food to trigger the enteropancreatic reflex.

**Keywords:** enzymes, detritivore, coporo, preprandial, postprandial

**Respuesta leucocitaria y genotóxica en luminosa (*aequidens metae*)  
expuesta a hidrocarburos aromáticos policíclicos: resultados  
preliminares**

**Leucocitary and genotoxic response in luminosa (*Aequidens metae*)  
exposed to polycyclic aromatic hydrocarbons: preliminar results**

Peñuela-Díaz M.M.<sup>1</sup>, Cárdenas-Camacho, J.<sup>1</sup>, Corredor-Santamaría W.<sup>2</sup>,  
Velasco-Santamaría Y.M.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Universidad de los Llanos, Facultad, Semillero de Investigación BioTox

<sup>2</sup>Universidad de los Llanos, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos  
Naturales, Grupo de Investigación en Biotecnología y Toxicología Acuática y  
Ambiental – BioTox

[manuel.penuela@unillanos.edu.co](mailto:manuel.penuela@unillanos.edu.co)

## RESUMEN

**INTRODUCCIÓN.** La calidad del agua de los ríos cercanos a las ciudades ha disminuido drásticamente debido a la disposición final de las aguas residuales industriales, las cuales se han vertido sobre los cuerpos de agua con escaso control por parte de las entidades competentes a lo largo de las décadas. Entre estos contaminantes los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs), son moléculas asociadas a los residuos industriales que podrían generar daños a la salud de los organismos acuáticos incluidos los peces. Por ello, se evaluará la respuesta leucocitaria y genotóxica en el pez cíclido luminosa (*Aequidens metae*) a HAPs, con el fin de generar conocimiento base necesario para diseñar estrategias que minimicen el impacto de la descarga de aguas industriales en los ambientes acuáticos en Colombia. **MATERIALES Y MÉTODOS.** Se emplearon adultos de luminosa (*Aequidens metae*) provenientes de la unidad de bioensayos del laboratorio de Toxicología y Biotecnología de la Universidad de los Llanos. Durante el periodo de acondicionamiento, los peces se trasladaron desde piletas de mantenimiento a acuarios de vidrio con capacidad de 20 L con aireación constante, los peces fueron alimentados una vez al día con alimento comercial a razón del 3% de la biomasa, durante un periodo de 15 días y se reemplazó el 30% del volumen de agua de los acuarios, extrayendo los detritos de cada acuario. Posteriormente, fueron expuestos vía intraperitoneal a naftaleno a dosis de 100  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ , fenantreno a dosis de 1, 10 y 50  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ , y benzo[a]pireno a dosis de 0,1, 1 y 10  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ , diluidos en aceite de canola como vehículo. Concluida la exposición a los HAPs, se extrajo de cada pez muestras de sangre periférica mediante punción de los vasos sanguíneos caudales, se realizaron dos



extendidos sanguíneos por cada muestra de sangre. Las variables de respuesta se evaluarán a las 72 h y 10 días post-inyección. Asimismo, se determinará la frecuencia de MN y de anormalidades nucleares y el conteo diferencial de leucocitos en cada uno de los extendidos. La lectura de las láminas se efectuará a ciegas en un total de 2000 eritrocitos por extendido. Examinando dos subconjuntos de 1.000 células por extendido. Sólo se tendrán en cuenta células sanguíneas con membranas nucleares y citoplasmáticas intactas, con mismo color y refringencia, descartando aquellas sobrepuestas o dañadas.

**RESULTADOS ESPERADOS.** En el conteo de 2000 eritrocitos en cada extendido sanguíneo se espera encontrar variaciones en la forma de los eritrocitos donde se evidencie anormalidades nucleares como micronúcleos, blebbed (BL), células binucleadas (BN) y lobed (LB). En cuanto al conteo diferencial de 200 células se espera encontrar una concentración mayor de leucocitos y trombocitos y demostrar mediante un análisis si existe una correlación entre la concentración de HAPs, leucograma y genotoxicidad.

**CONCLUSIONES.** La contaminación en las fuentes de agua por residuos químicos industriales puede generar daño a la salud de los peces disminuyendo su tamaño poblacional y expectativa de vida. Los HAPs en diferentes concentraciones podrían desencadenar anormalidades nucleares sobre los eritrocitos de sangre periférica de luminosa (*Aequidens metae*).

**Palabra clave:** bioindicador; genotóxico; hidrocarburo aromático policíclico; cíclidos.

## ABSTRACT

**INTRODUCTION.** The quality of water in rivers near cities has decreased dramatically due to the final disposal of industrial wastewater, which has been discharged into water bodies with little control by the competent entities over the decades. Among these pollutants are polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs), molecules associated with industrial waste, which could generate damage to the health of aquatic organisms including fish. Therefore, the leukocyte and genotoxic response in luminosa cichlid fish (*Aequidens metae*) to polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) will be evaluated in order to generate the necessary knowledge base to design strategies that minimize the impact of industrial water discharge in Colombian aquatic environments. **MATERIALS**

**AND METHODS.** Adult of luminosa (*Aequidens metae*) from the bioassay unit of the Laboratory of Toxicology and Biotechnology of the Universidad de los Llanos were used. During the conditioning period, fish were moved from the maintenance pools to glass aquariums with a capacity of 20 L with constant aeration, the fish were fed once a day with concentrated commercial food at a rate of 3% of the biomass, during a period of 15 days, 30% of the volume of water of the aquariums was replaced, extracting the detritus of each aquarium. Afterwards, fish were exposed via intraperitoneal to naphthalene at a dose of 100  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ , phenanthrene at doses of 1, 10 and 50  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ , and benzo[a]pyrene at doses of 0.1, 1 and 10  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ , diluted in canola oil as a vehicle. After exposure to PAHs, peripheral blood samples were taken from each fish by puncture of the blood vessels, two blood smears were made for each blood sample. Response variables were evaluated at 72 h and 10 days post-injection. Likewise, the frequency of MN and nuclear abnormalities and the differential leukocyte count in each of the blood smears will be determined. The reading of the slides will be done blindly, reading a total of 2000 erythrocytes in each smear. Examining two subsets of 1,000 cells in each smear. Only blood cells with intact nuclear and cytoplasmic membranes, with the same color and refringence, will be considered, discarding those that are superimposed or damaged. **EXPECTED RESULTS.** In the count of 2000 erythrocytes in each blood smear, variations in the shape of the erythrocytes with nuclear abnormalities such as micronuclei, blebbed (BL), binucleated cells (BN) and lobed (LB) are expected. Regard the differential count of 200 cells, it is expected that a higher concentration of leukocytes and thrombocytes will be found and that an analysis will show whether there is a correlation between the concentration of PAHs, leukogram and genotoxicity. **CONCLUSIONS.** Contamination in water sources by industrial chemical residues can generate damage to the health of fish by decreasing their population size and life expectancy. PAHs in different concentrations may trigger nuclear abnormalities in luminal blood erythrocytes (*Aequidens metae*).

**Key words:** *bioindicator; cichlids; genotoxic; polycyclic aromatic hydrocarbon.*

**Transformación productiva del suelo de atillanura mediante producción de cerdos de engorde a campo abierto**

## Productive transformation of the highlands soil through outdoor pigs growing

Bolivar Sierra Andres Felipe<sup>1</sup>

<sup>1</sup> MVZ, Estudiante de Doctorado en Ciencias Agrarias, Grupo de Investigación en Producción Tropical Sostenible, Universidad de los Llanos

[andres.bolivar@unillanos.edu.co](mailto:andres.bolivar@unillanos.edu.co)

### RESUMEN

**INTRODUCCIÓN.** Los suelos cultivables de la altillanura se ven afectados por problemas de degradación, requiriendo modelos productivos sostenibles en los cuales se optimice el uso de la tierra y se proteja el medio ambiente, se aprovechen los recursos agrícolas, se prioricen a las personas y el suelo sea trabajado y transformado de manera limpia, productiva y a bajo costo. Alternativas de uso sostenible de los suelos de la Altillanura, privilegiando la conservación de sus características físicas, químicas y biológicas y potencializando su capacidad productiva mediante la integración y rotación de sistemas productivos. **OBJETIVO.** Evaluar la transformación productiva del suelo de Altillanura mediante la producción de cerdos de engorde a campo abierto. **MATERIALES Y MÉTODOS.** Este proyecto se desarrollará en el municipio de Puerto López, Meta, en predios de pequeños y medianos productores. Se utilizarán 352 cerdos, ingresarán de 25 kg, terminando su engorde a los 90 kg, manejando densidades de 66, 40 y 28 cerdos por hectárea. Tendrán un refugio móvil con bebedero y comedero. Se llevarán a cabo 3 engordes sucesivos, tomando como unidad experimental 1000 metros cuadrados; 3000 metros cuadrados por densidad para tres repeticiones; en la segunda ceba 2000 metros cuadrados por densidad y en la tercera ceba quedan 1000 metros cuadrados por densidad. Los cerdos serán alimentados con una dieta rica en ácidos grasos, a base de aceite crudo de palma. Se estimarán parámetros productivos como ganancia diaria de peso, conversión y eficiencia alimenticia, también metabólicos como hormona de crecimiento e insulina como factor de crecimiento tipo I. También, al inicio del ensayo y finalizado cada periodo se tomarán muestras de suelos de los lotes experimentales, evaluando compactación, densidad aparente, profundidad de penetración, pH, capacidad de intercambio catiónico, contenido de materia orgánica, contenido de carbono y nitrógeno microbianos; edafofauna y microbiología del suelo. Se determinará

la producción de biomasa y contenido de carbono orgánico epigeo.

**RESULTADOS.** De acuerdo a los objetivos propuestos se busca determinar la densidad animal y engordes requeridos del sistema de engorde de cerdos en campo abierto que conlleve a un adecuado rendimiento productivo y mejoramiento de las condiciones físico-químicas y macro-biológicas del suelo de altillanura. **CONCLUSIONES.** los cerdos de engorde a campo abierto pueden ser importantes en la seguridad alimentaria y economía local, además de ser una herramienta de transformación productiva de los suelos de altillanura al mejorar sus características físicas, químicas y biológicas, gracias al comportamiento y calidad del estiércol del cerdo.

**Palabras clave:** agroforestería, desarrollo sostenible, materia orgánica, porcicultura.

### ABSTRACT

**INTRODUCTION.** The arable soils of the highlands are affected by degradation problems, requiring sustainable production models in which land use is optimized and the environment is protected, agricultural resources are used, people are prioritized and the soil is worked and transformed in a clean, productive and low-cost way. Alternatives for the sustainable use of the soils of the Altillanura, favoring the conservation of their physical, chemical and biological characteristics and enhancing their productive capacity through the integration and rotation of productive systems. **OBJECTIVE.** Evaluate the productive transformation of the Altillanura soil through the production of fattening pigs in the open field.

**MATERIALS AND METHODS.** This project will be developed in the municipality of Puerto López, Meta, on farms owned by small and medium producers. 352 pigs will be used, they will enter 25 kg, finishing their fattening at 90 kg, handling densities of 66, 40 and 28 pigs per hectare. They will have a mobile shelter with a drinker and feeder. 3 successive fattening will be carried out, taking 1000 square meters as an experimental unit; 3000 square meters per density for three repetitions; in the second it fattens 2000 square meters per density and in the third fatt there are 1000 square meters per density. The pigs will be fed a diet rich in fatty acids, based on crude palm oil. Productive parameters such as daily weight gain, conversion and feed efficiency will be estimated, also metabolic such as growth hormone and insulin as type I growth factor. Also, at the beginning of

the trial and at the end of each period, soil samples will be taken from the experimental lots, evaluating compaction, apparent density, penetration depth, pH, cation exchange capacity, organic matter content, microbial carbon and nitrogen content; edafofauna and soil microbiology. The biomass production and epigeous organic carbon content will be determined. **RESULTS.** According to the proposed objectives, it is sought to determine the animal density and fattening requirements of the pig fattening system in open field that entails an adequate productive performance and improvement of the physical-chemical and macrobiological conditions of the highland soil. **CONCLUSIONS.** Outdoor pigs growing can be important in food security and local economy, in addition to being a tool for the productive transformation of highland soils by improving their physical, chemical and biological characteristics, thanks to the behavior and quality of pig manure.

**Keywords:** agroforestry, sustainable development, organic matter, pig farming.

**Seropositividad a *Toxocara* spp. en estudiantes atópicos de la  
universidad de los llanos**

**Seropositivity to *Toxocara* spp. in atopic students of the University of los  
Llanos**

Dumar Alexander Jaramillo Hernández<sup>1,2\*</sup>; Luz Miryam Tobon Borrero<sup>3</sup>, Oscar  
Javier Herrera Parra<sup>2</sup>, Carolina García Castañeda.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Ciencias de la Salud (ICS), Universidad Federal de Bahía (UFBA),  
Salvador, Brasil.

<sup>2</sup>Docente Universidad de los Llanos, Villavicencio, Colombia; \* Programa de  
Posgrado en Inmunología, ICS, UFBA, Salvador, Brasil.

<sup>3</sup>Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad de los Llanos, Villavicencio,  
Colombia.

[dumar.jaramillo@unillanos.edu.co](mailto:dumar.jaramillo@unillanos.edu.co)

**RESUMEN**

**INTRODUCCIÓN.** Un aumento en la prevalencia de enfermedades respiratorias alérgicas como el asma y la rinitis en todo el mundo se ha evidenciado en los últimos tiempos. Es así, que exposiciones frecuentes o estacionales a helmintos que no causan infecciones crónicas, se asocian con un aumento de la inflamación alérgica, esta situación podría ser extrapolada a la toxocariasis

humana. La toxocariasis es una de las cinco infecciones parasitarias desatendidas priorizadas por los CDC para la acción de salud pública en EE.UU. Para el año 2050, la toxocariasis estaría entre las principales infecciones parasitarias del mundo sino se saben aprovechar la vanguardia científica para su manejo. **OBJETIVO.** Determinar la seroprevalencia de *Toxocara* spp. en estudiantes atópicos de la Universidad de los Llanos y evaluar la posible relación de la atopia con la seropositividad a *Toxocara* spp. **MATERIALES Y MÉTODOS.** Se seleccionaron 90 estudiantes de último año de los programas de Enfermería, Regencia en Farmacia y MVZ de la Facultad de Ciencias de la Salud y FCARN, mayores de 18 años, los cuales presentan historial de rinitis crónica y/o asma y/o dermatitis atópica a través de la aplicación del instrumento ajustado "ISAAC Phase III", así mismo que hayan convivido con caninos o felinos domésticos. Posterior se desarrolló la prueba de hipersensibilización alérgica cutánea (PHsAC) usando extractos comerciales de *Blomia tropicalis* y *Dermatophagoides pteronyssius*. En las personas positivas a esta prueba se tomaron muestras de sangre para conteo microscópico de eosinófilos y el desarrollo de inmunoensayo a través de la prueba de ELISA indirecta para detección de IgG anti-*Toxocara* spp. Para este estudio 10 personas sin historial de atopia y negativas a PHsAC fueron tomadas como grupo control negativo para estimar el cut-off del inmunoensayo. *Odds ratio* (IC 95%) fue usado para estimar la asociación entre atopia y seropositividad a *Toxocara* spp. **RESULTADOS.** De los 90 estudiantes con historial de enfermedad atópica según ISAAC phase III, solo el 33.3% (30) presentaron positividad a uno o ambos ácaros del polvo en la PHsAC. De estos, 36.7% y 63.7% son hombres y mujeres, respectivamente; de estrato económico bajo un 16.7% y medio 83.3%. así mismo reportaban espontáneamente historial de rinitis en un 96.7%, dermatitis atópica 56.7% y asma 30%. Por otro lado, en estos mismos individuos positivos a la PHsAC, el conteo de eosinófilos en sangre estuvo normal ( $\leq 500$  cells/ $\mu$ L,  $\leq 5\%$ ) en un 66.6%, medio (6%-10%) en un 26.7% y moderado (11-15%) en un 6.7%. La seroprevalencia obtenida en estos individuos fue de 73.3% con un cut-off de OD 1,009. El OR entre atopia y seropositividad a *Toxocara* spp. fue de 1.18 (IC 95% 0.24 – 5.7). **CONCLUSIÓN.** Una tercera parte de la muestra poblacional (30/90) presentó reacción positiva para uno o los dos ácaros del polvo más representativos de enfermedad atópica para las Américas, así mismo el 73.3% de esa población es seropositiva a

*Toxocara* spp. Aun así, no se encontró una relación entre atopía y seropositividad a *Toxocara* spp. entre la muestra de estudiantes atópicos de la Universidad de los Llanos.

**Palabras clave:** atopía, toxocariasis humana, zoonosis.

### ABSTRACT

**INTRODUCTION.** An increase in the prevalence of allergic respiratory diseases such as asthma and rhinitis throughout the world has been evidenced in recent times. Thus, frequent or seasonal exposures to helminths that do not cause chronic infections are associated with an increase in allergic inflammation, this situation could be extrapolated to human toxocariasis. Toxocariasis is one of the five neglected parasitic infections prioritized by the CDC for public health action in the USA by 2050, toxocariasis would be among the main parasitic infections in the world if it is not known to take advantage of the scientific avant-garde for its management. **OBJECTIVE.** To determine the seroprevalence of *Toxocara* spp. in atopic students from the Universidad de los Llanos and to evaluate the possible relationship of atopy with seropositivity to *Toxocara* spp. **MATERIALS AND METHODS.** 90 final-year students were selected from the Nursing, Regency in Pharmacy and DVM programs of the Faculty of Health Sciences and FCARN, over 18 years of age, who have a history of chronic rhinitis and/or asthma and/or atopic dermatitis through the application of the adjusted instrument "ISAAC Phase III", even if they have lived with domestic canines or felines. Subsequently, the skin allergic hypersensitization test (SAHT) was developed using commercial extracts of *Blomia tropicalis* and *Dermatophagoides pteronyssius*. In people positive for this test, blood samples were taken for microscopic eosinophil count and the development of an immunoassay through the indirect ELISA test for the detection of IgG anti-*Toxocara* spp. For this study, 10 people with no history of atopy and negative to SAHT were taken as a negative control group to estimate the cut-off of the immunoassay. Odds ratio (95% CI) was used to estimate the association between atopy and seropositivity to *Toxocara* spp. **RESULTS.** Of the 90 students with a history of atopic disease according to ISAAC phase III, only 33.3% (30) were positive for one or both dust mites in the SAHT. Of these, 36.7% and 63.7% are men and women, respectively; of economic stratum under 16.7% and a half 83.3%. Likewise, they spontaneously reported a history of rhinitis in 96.7%, atopic dermatitis in 56.7% and asthma in 30%. On the other hand, in these

same SAHT-positive individuals, the eosinophil count in blood was normal ( $\leq 500$  cells /  $\mu\text{L}$ ,  $\leq 5\%$ ) in 66.6%, medium (6% -10%) in 26.7% and moderate (11-15%) at 6.7%. The seroprevalence for *Toxocara* spp. obtained in these individuals was 73.3% with a cut-off of OD 1.009. The OR between atopy and seropositivity to *Toxocara* spp. was 1.18 (95%CI 0.24 - 5.7). **CONCLUSION.** A third of the population sample (30/90) presented a positive reaction for one or the two most representative dust mites of atopic disease for the Americas, likewise 73.3% of that population is seropositive to *Toxocara* spp. Even so, no relationship was found between atopy and seropositivity to *Toxocara* spp. among the sample of atopic students from the Universidad de los Llanos.

**Key words:** Atopic, human toxocariasis, zoonosis.

### **Seroprevalencia compartida a DVB y HVB-1 en bovinos del sistema doble propósito de Villavicencio, Colombia**

#### **Shared seroprevalence to DVB and HVB-1 in cattle from the dual-purpose system of Villavicencio, Colombia.D**

Emerson Sánchez Carvajal<sup>1</sup>, Jorge Luis Parra Arango<sup>2</sup>, Agustín Góngora Orjuela<sup>1</sup>

<sup>1</sup> MVZ, Estudiante de la Maestría en Sistemas Sostenibles de Salud Producción Animal Tropical, Universidad de los Llanos,

<sup>2</sup> DMV, MSc. Docente de la Universidad de los Llanos, Grupo de Investigación en Reproducción y Genética animal (GIRGA).

<sup>3</sup>MV, MSc, Dr.Sci. Docente de la Universidad de los Llanos, Grupo de Investigación en Reproducción y Genética Animal

[agongora@unillanos.edu.co](mailto:agongora@unillanos.edu.co)

### **RESUMEN**

**INTRODUCCIÓN.** Los virus BVDV y BHV-1 ocasionan problemas respiratorios y reproductivos, con ~~altas~~ pérdidas económicas a la producción bovina. A nivel regional, es escaso el conocimiento que se tiene de su epidemiología y la presencia conjunta en la población ganadera del ~~bajo~~ el sistema de doble propósito. **OBJETIVO.** Determinar la prevalencia al BVDV, BHV-1 y la coinfección por BVDV/BHV-1 en bovinos del sistema doble propósito de Villavicencio, Colombia. **MATERIALES Y MÉTODOS.** Se desarrolló un estudio transversal, en bovinos de cinco veredas periurbanas: Amor, Apiay, Barcelona,



Bella Suiza y Cocuy, del municipio de Villavicencio, Departamento del Meta. El tamaño de la muestra se determinó con la fórmula de Epidat 3.1 para proporciones (Epidat, 2006), con confianza del 95%, población objetivo de 11341 bovinos, prevalencia hipotética de 23%, y precisión de 2,5%. La muestra de distribuyó, de acuerdo con la población bovina registrada, en muestreo multietápico aleatorio, para 5 veredas, 30 fincas dentro de veredas, 1000 animales dentro de finca y 3 grupos etéreos por predio. La prueba serológica para BVDV fue Elisa competitivo, con anticuerpo monoclonal específico para P80/P125, para BHV-1 un Elisa de bloqueo, con anticuerpo monoclonal contra la glicoproteína gB del virus. la seroprevalencia se obtuvo por la proporción de seropositivos en la muestra, distribuyéndola por vereda, finca, sexo, y grupo etéreo. Los intervalos de confianza se calcularon por el método de Wilson (Newcombe y cols 2006). La comparación de proporciones se realizó con prueba de Z. Los factores asociados a la seroprevalencia compartida, se plantearon con prueba de  $\chi^2$  de independencia y la fuerza de la asociación con el intervalo de confianza de Odds ratio. (Epidat 3.1). **RESULTADOS.** La seroprevalencia a BVDV, BHV-1 y BVDV/BHV-1 fue 17.9%, 55.5% y 14% respectivamente. Factores asociados a la seroprevalencia compartida fueron: finca ( $p < 0,01$ ), la vereda ( $p < 0,001$ ) donde Amor y Cocuy fueron significativamente superiores a las demás veredas, el sexo ( $p < 0,05$ ) con hembras 13,4%, machos 8,1% y grupo etéreo ( $p < 0,001$ ) con 1-2 años 2,8%, > 2-3 años 3,7%, > 3 años 18,2%, dándose una tendencia lineal de proporciones. Los animales < de 1 año, presentaron seroprevalencia compartida de 10,2 %, parcialmente explicada con anticuerpos maternos. La seroprevalencia a BVDV e BHV-1 se encontraron asociadas ( $p < 0,001$ ), siendo el 69% de los seropositivos a BVDV seropositivos a BHV-1, lo cual no permite diferenciar factores epidemiológicos asociados a la prevalencia compartida, siendo los mismos factores asociados a BVDV, a saber: tenencia, no usar aguja individual ni Inseminación artificial, presencia de ordeño, porcinos, ausencia de caninos. **CONCLUSIONES:** La prevalencia para BHV-1 fue tres veces superior a la del BVDV, sin embargo ambos valores son menores a los reportados en otras regiones de Colombia. La coinfección BVDV/BHV1 fue baja y requiere nuevos estudios para conocer el efecto patógeno asociado con los problemas respiratorios y reproductivos. Los virus estudiados tienen una presentación endémica en la zona.

**Palabras clave:** Epidemiología, virus, infecciones tracto respiratorio (Mesh).

### ABSTRACT

**INTRODUCTION.** The BVDV and BHV-1 viruses cause respiratory and reproductive problems, with high economic losses to bovine production. At the regional level, there is little knowledge of its epidemiology and the joint presence of the dual-purpose system in the low-income cattle population. **OBJECTIVE.** To determine the prevalence of BVDV, BHV-1 and BVDV / BHV-1 coinfection in bovines of the dual-purpose system of Villavicencio, Colombia. **MATERIALS AND METHODS.** A cross-sectional study was carried out in cattle from five peri-urban villages: Amor, Apiay, Barcelona, Bella Suiza and Cocuy, from the municipality of Villavicencio, Department of Meta. The sample size was determined with the Epidat 3.1 formula for proportions (Epidat, 2006), with 95% confidence, target population of 11341 bovines, hypothetical prevalence of 23%, and precision of 2.5%. The sample was distributed, according to the registered bovine population, in multistage random sampling, for 5 trails, 30 farms within trails, 1000 animals within farms and 3 age groups per farm. The serological test for BVDV was competitive Elisa, with monoclonal antibody specific for P80 / P125, for BHV-1 a blocking Elisa, with monoclonal antibody against the virus gB glycoprotein. seroprevalence was obtained by the proportion of seropositives in the sample, distributing it by village, farm, sex, and age group. Confidence intervals were calculated using the Wilson method (Newcombe et al 2006). The comparison of proportions was carried out with the Z test. The factors associated with shared seroprevalence were established with the  $\chi^2$  test of independence and the strength of the association with the confidence interval of the Odds ratio. (Epidat 3.1). **RESULTS.** The seroprevalence to BVDV, BHV-1 and BVDV / BHV-1 was 17.9%, 55.5% and 14% respectively. Factors associated with shared seroprevalence were: farm ( $p < 0.01$ ), the village ( $p < 0.001$ ) where Amor and Cocuy were significantly higher than the other villages, sex ( $p < 0.05$ ) with females 13.4 %, males 8.1% and age group ( $p < 0.001$ ) with 1-2 years 2.8%, > 2-3 years 3.7%, > 3 years 18.2%, giving a linear trend of proportions. Animals <1 year old presented shared seroprevalence of 10.2%, partially explained with maternal antibodies. BVDV and BHV-1 seroprevalence were found to be associated ( $p$

<0.001), with 69% of BVDB seropositive being IBR seropositive, which does not allow differentiating epidemiological factors associated with shared prevalence, the same factors being associated with BVDB, namely: possession, do not use individual needle or artificial insemination, presence of milking, pigs, absence of canines. **CONCLUSIONS:** The prevalence for BHV-1 was three times higher than that of BVDV, however both values are lower than those reported in other regions of Colombia. BVDV / BHV1 coinfection was low and requires further studies to understand the pathogenic effect associated with respiratory and reproductive problems. The viruses studied have an endemic presentation in the area.

**Key words:** Epidemiology, virus, respiratory tract infections (MeSH).

### **Seroprevalencia y factores de riesgo a IBR en bovinos doble propósito de Villavicencio, Colombia.**

Seroprevalence and risk factors for Bovine Viral Diarrhea in double-purpose cattle from Villavicencio, Colombia.

Emerson Sánchez-Carvajal<sup>1</sup>; Agustín Góngora-Orjuela<sup>2</sup>; Jorge Luis Parra-Arango<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Estudiante de la Maestría en Sistemas Sostenibles en Salud-Producción Animal Tropical, Universidad de los Llanos

<sup>2</sup> DMV, MSc, Docente de la Universidad de los Llanos, Grupo de Investigación de Investigación en Reproducción y Genética Animal (GIRGA).

<sup>3</sup> MV, MSc, Dr. Sci. Docente de la Universidad de los Llanos, Grupo de Investigación en Reproducción y Genética Animal (GIRGA).

[jlparra@unillanos.edu.co](mailto:jlparra@unillanos.edu.co)

### **RESUMEN**

**INTRODUCCIÓN.** IBR Es un virus DNA, que persiste por latencia en ganglios nerviosos, asociado a inmunodepresión y problemas respiratorios y reproductivos en bovinos. En el Meta y Villavicencio, es escaso el conocimiento de la epidemiología. **OBJETIVO.** Determinar seroprevalencia y factores de riesgo asociados a la seropositividad en bovinos de Villavicencio, Colombia. **MATERIALES Y MÉTODOS.** Se desarrolló un estudio transversal, en bovinos de cinco veredas periurbanas: Amor, Apiay, Barcelona, Bella Suiza y Cocuy, del municipio de Villavicencio, Departamento del Meta. El tamaño de la muestra se

determinó con la fórmula de Epidat 3.1 para proporciones (Epidat, 2006), con confianza del 95%, población objetivo de 11341 bovinos, prevalencia hipotética de 23%, y precisión de 2,5%. La muestra de distribuyó, de acuerdo con la población bovina registrada, en muestreo multietápico aleatorio, para 5 veredas, 30 fincas dentro de veredas, 1000 animales dentro de finca y 3 grupos etáreos por predio. La prueba serológica empleada fue un Elisa de bloqueo, con anticuerpo IgG monoclonal, contra la glicoproteína gB del BHV-1virus. la seroprevalencia se obtuvo por la proporción de seropositivos en la muestra, distribuyéndola por vereda, finca, sexo, y grupo etáreo. Los intervalos de confianza se calcularon por el método de Wilson (Newcombe y cols 2006). La comparación de proporciones se realizó con prueba de Z. Los factores asociados a la seroprevalencia se determinaron con prueba de  $\chi^2$  de independencia y la fuerza de la asociación con el intervalo de confianza de Odds ratio (OR). (Epidat 3.1).

**RESULTADOS.** La seroprevalencia a IBR fue 55,5% con un IC95% entre 52,4 y 58,6 %. Los factores espaciales asociados a la seroprevalencia fueron: La finca ( $p < 0,001$ ), el 3,3% de los predios no presentaron seropositivos; la vereda ( $p < 0,001$ ) donde Apiay (62%) y Barcelona (71%) fueron porcentualmente superiores y diferentes a las demás veredas. Los factores inherentes a los animales asociados a la seroprevalencia fueron: el grupo etáreo ( $p < 0,001$ ) con 1-2 años 29,2%, > 2-3 años 49,4%, > 3 años 67,3%, dándose una significativa tendencia lineal de proporciones. Los animales < de 1 año, presentaron seroprevalencia de 39,4 %, parcialmente explicada por anticuerpos maternos, y el sexo ( $p < 0,001$ ) con hembras 58,7%, y machos 42,6%. Los límites superior e inferior del OR con IC95%, de los factores asociados a la seroprevalencia fueron: carecer de asistencia técnica (1,67-2,85), no emplear aguja individual (1,45-3,27), no tener ordeño (1,50-2,68), la ausencia de porcinos (1,21-2,25), la presencia de equinos (2,30-11,11), la ausencia de aves (1,66-3,66), el ingreso (1,33-2,26) y el egreso de bovinos de bovinos (1,74-3,08). A su vez en terneros, la seroprevalencia fue un factor epidemiológico asociado a artritis (2,17-4,18) y disturbios respiratorios (1,19-2,53).

**CONCLUSIONES.** La seroprevalencia es moderada aunque menor a la reportada en otros estudios en Colombia. Diversos factores se encontraron asociados a la presencia del virus los cuales deben ser tenidos en cuenta en la implementación de estrategias de control.

**Palabra clave:** Epidemiología, BHV-1, bovino, Infecciones tracto respiratorio

(MeSH).

## ABSTRACT

**INTRODUCTION.** IBR It is a DNA virus, which persists due to latency in nerve ganglia, associated with immunosuppression and respiratory and reproductive problems in cattle. In Meta and Villavicencio, there is little knowledge of epidemiology. **OBJECTIVE.** To determine seroprevalence and risk factors associated with seropositivity in cattle from Villavicencio, Colombia. **MATERIALS AND METHODS.** A cross-sectional study was developed, in cattle from five peri-urban villages: Amor, Apiay, Barcelona, Bella Suiza and Cocuy, from the municipality of Villavicencio, Department of Meta. The sample size was determined with the Epidat 3.1 formula for proportions (Epidat, 2006), with 95% confidence, target population of 11341 bovines, hypothetical prevalence of 23%, and precision of 2.5%. The sample was distributed, according to the registered bovine population, in random multistage sampling, for 5 trails, 30 farms within trails, 1000 animals within farms and 3 age groups per farm. The serological test used was a blocking Elisa, with monoclonal IgG antibody, against the gB glycoprotein of BHV-1 virus. seroprevalence was obtained by the proportion of seropositives in the sample, distributing it by village, farm, sex, and age group. Confidence intervals were calculated using the Wilson method (Newcombe et al 2006). The comparison of proportions was performed with the Z test. The factors associated with seroprevalence were determined with the  $\chi^2$  test of independence and the strength of the association with the confidence interval of the Odds ratio (OR). (Epidat 3.1) **RESULTS.** The seroprevalence to IBR was 55.5% with a 95% CI between 52.4 and 58.6%. The spatial factors associated with seroprevalence were: The farm ( $p < 0.001$ ), 3.3% of the farms were not seropositive; the village ( $p < 0.001$ ) where Apiay (62%) and Barcelona (71%) were percentage points higher and different from the other villages. The factors inherent to the animals associated with seroprevalence were: the age group ( $p < 0.001$ ) with 1-2 years 29.2%, > 2-3 years 49.4%, > 3 years 67.3%, giving a significant linear trend of proportions. Animals <1 year old presented seroprevalence of 39.4%, partially explained by maternal antibodies, and sex ( $p < 0.001$ ) with 58.7% females and 42.6% males. The upper and lower limits of the OR with 95% CI, of the factors

associated with seroprevalence were: lack of technical assistance (1.67-2.85), not using an individual needle (1.45-3.27), not having milking (1.50-2.68), the absence of pigs (1.21-2.25), the presence of equines (2.30-11.11), the absence of birds (1.66-3.66) , the entry (1.33-2.26) and the discharge of cattle from bovines (1.74-3.08). In turn, in calves, seroprevalence was an epidemiological factor associated with arthritis (2.17-4.18) and respiratory disorders (1.19-2.53).

**CONCLUSIONS.** The seroprevalence is moderate although lower than that reported in other studies in Colombia. Various factors were found associated with the presence of the virus, which must be taken into account in the implementation of control strategies.

**Key words:** Epidemiology, BHV-1, cattle, respiratory and reproductive tract infections (MeSH).

### **Evaluación De Técnicas Coprodiagnósticas Para *Toxocara Canis***

#### **Evaluation of coprological diagnosis techniques for *Toxocara canis***

Jessica Cárdenas Camacho<sup>1</sup>, Karen Isabel Lesmes Infante<sup>2</sup>, Marly Carolina Torres Tocasuche<sup>2</sup>, Neuza Maria Alcantara-Neves<sup>3</sup>, Dumar Alexander Jaramillo Hernández<sup>3,4\*</sup>

<sup>1</sup>Estudiante de Biología, Universidad de los Llanos.

<sup>2</sup>Estudiante de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de los Llanos.

<sup>3</sup>Instituto de Ciencias de la Salud (ICS), Universidad Federal de Bahía (UFBA), Salvador, Brasil.

<sup>4</sup>Facultad de Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales, Universidad de los Llanos, Villavicencio, Colombia; \* Programa de Posgrado en Inmunología, ICS, UFBA, Salvador, Brasil.

[dumar.jaramillo@unillanos.edu.co](mailto:dumar.jaramillo@unillanos.edu.co)

### **RESUMEN**

**INTRODUCCIÓN.** *Toxocara canis* (familia: *Ascarididae*) tiene una distribución mundial, siendo la infección parasítica intestinal más prevalente en caninos, quienes son sus hospederos definitivos, en los cuales puede ocasionar la enfermedad denominada toxocariasis, la cual es una patología zoonótica desatendida de alta importancia socioeconómica e impacto en la salud pública mundial, distribuida principalmente en regiones tropicales y subtropicales, donde

se asocia con altos índices de pobreza. Debido a esta situación relevante epidemiológica el MV – MVZ debe contar con ayudas diagnósticas de baja complejidad, amplio uso y precisas en la práctica profesional para establecer un diagnóstico acertado de infección patente para *T. canis*, siendo esta acción uno de los pilares del control integral en la medicina preventiva recomendadas mundialmente para el control de la toxocariasis en animales de compañía.

**OBJETIVO.** Evaluar la sensibilidad de técnicas coprodiagnósticas para determinar cuantitativamente la presencia de huevos de *Toxocara canis* en muestras de heces frescas de caninos. **MATERIALES Y MÉTODOS.** Se extrajeron huevos del útero de hembras adultas de *T. canis* obtenidas de cachorros caninos. Se utilizaron diferentes concentraciones de huevos (10, 50, 75, 100, 250, 500, 750 y 1,000 huevos por gramo de materia fecal-h.p.g) para contaminación de muestras de heces frescas de caninos libres de *T. canis*, siendo estos niveles de contaminación el gold standard dentro del grado de precisión del estudio en las técnicas a analizar: Kato-Katz, McMaster, McMaster modificado mejorado y Faust, ejecutando tres repeticiones por ensayo. La sensibilidad de cada prueba se realizó mediante el cálculo aritmético y curva ROC (IC95%), comparándolas con el gold standard mediante una prueba no paramétrica de los rangos con signo de Wilcoxon ( $p < 0.05$ ). **RESULTADOS.** La técnica Faust detectó huevos de *T. canis* sin importar la concentración de los mismos dentro de la muestra, pero en desigualdad estadística con el gold standard ( $p < 0.001$  a  $p < 0.0001$ ); la técnica Kato-Katz no presentó diferencias significativas con el gold standard, aun así no detectó la presencia de huevos de *T. canis* en 10 y 50 h.p.g. Mientras que la técnica McMaster modificado mejorado presentó similitud con el gold estándar en 100 y 250 h.p.g; el método de McMaster tradicional detectó huevos a partir de 100 h.p.g, estando por debajo en la detección cuantitativa del grado de concentración de huevos en la muestra fecal con diferencias significativas con el gold standard ( $p < 0.05$  y  $p < 0.001$ ). Una sensibilidad de 74.72% (IC95% 72.93-80.22) para la técnica de Kato-Katz; y entre el 30% a 40% (IC95% 26.71-48.29) para las demás pruebas coprodiagnósticas fue hallada. **CONCLUSIÓN.** La técnica Kato-Katz obtuvo un mejor desempeño en sensibilidad diagnóstica cuantitativa constante al compararse con las otras técnicas cotidianas cuantitativas de diagnóstico

coprológico en laboratorios veterinarios para detectar huevos de *T. canis* en muestras de heces frescas de canes.

**Palabras claves:** toxocariasis, zoonosis, salud pública, enfermedad desatendida

## ABSTRACT

**INTRODUCTION.** *Toxocara canis* (family: *Ascarididae*) has a worldwide distribution, being the most prevalent intestinal parasitic infection in canines, who are their definitive hosts, in which it can cause the disease called toxocariasis, which is a neglected zoonotic pathology of high socioeconomic importance and impact on global public health, distributed mainly in tropical and subtropical regions, where it is associated with high rates of poverty. Due to this relevant epidemiological situation, DVM must have low complexity, widely used and accurate diagnostic aids in professional practice to establish an accurate diagnosis of patent infection for *T. canis*, this action being one of the pillars of control in preventive medicine recommended worldwide for the control of toxocariasis in companion animals. **OBJECTIVE.** To evaluate the sensitivity of four coprological diagnosis techniques to quantitatively determine the presence of *Toxocara canis* eggs in canine fresh stool samples. **MATERIALS AND METHODS.** Eggs were extracted from the uterus of adult female *T. canis* obtained through pharmacological expulsion of canine puppies 28-32 days old. Different concentrations of eggs (10, 50, 75, 100, 250, 500, 750 and 1,000 eggs per gram of feces -epg-). These contamination levels are the gold standard within the degree of precision of the study in the coprological diagnosis techniques: Kato-Katz, McMaster, improved modified McMaster and Faust, with three repetitions per trial. The sensitivity of each test was determined through arithmetic calculation and ROC curve (95% CI), and each was compared with the gold standard by means of a non-parametric test of the Wilcoxon signed ranges ( $p < 0.05$ ). **RESULTS.** The Faust technique detected *T. canis* eggs regardless of their concentration, but in statistical inequality with the gold standard ( $p < 0.001$  to  $p < 0.0001$ ). The Kato-Katz technique did not show significant differences with the gold standard, even if it was unable to detect the presence of *T. canis* eggs in concentrations of 10 and 50 epg. While the improved modified McMaster technique only showed a similarity with the gold standard in concentrations of 100 and 250 epg. Finally, the McMaster method only detected eggs from 100



egg, being below in the quantitative detection of the degree of concentration of eggs in the fecal sample with significant differences with the gold standard ( $p < 0.05$  and  $p < 0.001$ ). A sensitivity of 74.72% (95%CI 72.93-80.22) for the Kato-Katz technique; and between 30% to 40% (95%CI 26.71-48.29) for the other tests was found. **CONCLUSION.** The Kato-Katz technique obtained a better performance in constant quantitative diagnostic sensitivity when compared with the other quantitative daily techniques of stool diagnosis in veterinary laboratories to detect *T. canis* eggs in in fresh feces dog samples.

**Key words:** toxocariasis, zoonoses, public health, neglected diseases

### **Vacunas antiparasitarias gastrointestinales: pilar de la medicina preventiva en la práctica veterinaria**

#### **Gastrointestinal deworming vaccines: a pillar of preventive medicine in veterinary practice**

Lina M. Vargas Borda<sup>1</sup>, Laura D. Prieto Prieto<sup>1</sup> & Dumar A. Jaramillo Hernández<sup>2,3\*</sup>

<sup>1</sup>Estudiantes de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de los Llanos,

<sup>2</sup>Instituto de Ciencias de la Salud (ICS), Universidad Federal de Bahía (UFBA), Salvador, Brasil.

<sup>3</sup>Facultad de Ciencias Animales, Facultad de Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales, Universidad de los Llanos, Villavicencio, Colombia; \* Programa de Posgrado en Inmunología, ICS, UFBA, Salvador, Brasil.

[dumar.jaramillo@unillanos.edu.co](mailto:dumar.jaramillo@unillanos.edu.co)

### **RESUMEN**

**INTRODUCCIÓN.** La resistencia antiparasitaria generada por el uso indiscriminado de medicamentos antihelmínticos para el control de los parásitos gastrointestinales en animales de producción y animales de compañía se ha convertido en uno de los mayores problemas en la salud pública, afectando negativamente la población humana debido a la constante exposición a estas enfermedades zoonóticas. Debido a esta preocupante situación, se deben utilizar todas las estrategias posibles de control de estos parásitos, donde la vacunación como pilar fundamental de la medicina preventiva debe tomar una posición relevante. **OBJETIVO.** Revisar analítica y temporal los resultados

científicos de ensayos clínicos de vacunas experimentales en diferentes especies animales de interés zootécnico y animales de compañía para el control de agentes parasitarios gastrointestinales de elevada importancia en la medicina veterinaria. Así mismo, presentar el estado del arte frente a las vacunas antiparasitarias gastrointestinales comercializadas en diferentes países y sus resultados profilácticos en las especies animales de destino. **MATERIALES Y MÉTODOS.** Con las palabras clave: "gastrointestinal parasitic control", "parasitic vaccines", "control of parasitic in animals", y "vaccines and parasite control in animals"; se seleccionaron artículos científicos de interés a través de una búsqueda en bases de datos PubMed, Science direct, Wiley online library, Springer link y NCBI de estudios de fases clínicas de vacunas y vacunas comerciales, desde el año 1920 a septiembre de este año, para el control de nematodos, cestodos y protozoos gastrointestinales como es el caso de *Haemonchus contortus*, *Teladorsagia circumcincta*, *Osteortagia osteortagi*, *Cooperia oncophora*, *Echinococcus granulosus* en grandes y pequeños rumiantes; *Ancylostoma caninum* y *Echinococcus granulosus* en animales de compañía; *Eimeria spp.* en aves, *Taenia solium* y *Ascaris suum* en cerdos; y *Strongylus vulgaris* en equinos. **RESULTADOS.** La búsqueda generó un total de 24.295 manuscritos, de los cuales se seleccionaron 135 manuscritos científicos relevantes que contenían estudios de fases clínicas de vacunas experimentales y vacunas comerciales para el control de parásitos en animales de producción y animales de compañía. Aunque existen varios estudios promisorios de vacunas experimentales para el control de estas infecciones parasitarias en todas las especies animales aquí estudiadas, solo 5 parásitos de esta lista se pueden controlar a partir del uso de vacunas que están siendo comercializadas en la práctica medicina veterinaria (ej. Cysvax™, Barbervax®, Providean® Hidatil EG95, CocciVac® y GiardiaVax™, entre otras vacunas comerciales); vacunas que son producidas siguiendo lineamientos de la primera (ej. vacunas vivas atenuadas) y segunda generación (ej. proteínas recombinantes) de vacunas. Aun así, esta comercialización es restringida a ciertos países productores de la misma y unos pocos fuera de estos mismos. **CONCLUSIONES.** Se espera que anudado al desarrollo de la bioinformática y metodologías como la vacunología inversa se amplíe este abanico inmunoprofiláctico e inmnoterapéutico en el control integrado de estos agentes parasitarios de gran importancia en salud

pública y salud animal. Así mismo que la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE) promueva esfuerzos importantes para ampliar la posibilidad de comercialización de las vacunas existentes entre todos los países.

**Palabras claves:** vacunología inversa, vacunas, resistencia antihelmíntica.

## ABSTRACT

**INTRODUCTION.** Antiparasitic resistance generated by the indiscriminate use of anthelmintic drugs for the control of gastrointestinal parasites in production animals and companion animals has become one of the biggest problems in public health, negatively affecting the human population due to constant exposure to these zoonotic diseases. Due to this worrying situation, all possible strategies to control these parasites should be used, where vaccination as a fundamental pillar of preventive medicine must take a relevant position.

**OBJECTIVE.** Review analytical and temporal scientific results of clinical trials of experimental vaccines in different animal species of production animals and companion animals for the control of gastrointestinal parasitic agents of high importance in veterinary medicine. Likewise, to present the state of the art against gastrointestinal antiparasitic vaccines marketed in different countries and their prophylactic results in target animal species. **MATERIALS AND METHODS.** With

the keywords: "gastrointestinal parasitic control", "parasitic vaccines", "control of parasitic in animals", and "vaccines and parasite control in animals"; scientific articles of interest were selected through a search in databases PubMed, Science direct, Wiley online library, Springer link and NCBI of clinical trial phases of vaccines and commercial vaccines, from 1920 to september of this year, to the control of gastrointestinal nematodes, cestodes and protozoa such as *Haemonchus contortus*, *Teladorsagia circumcincta*, *Osteortagia osteortagi*, *Cooperia oncophora*, *Echinococcus granulosus* in large and small ruminants; *Ancylostoma caninum* and *Echinococcus granulosus* in companion animals; *Eimeria* spp. in birds, *Taenia solium* and *Ascaris suum* in pigs; and *Strongylus vulgaris* in equines. **RESULTS.** The search generated a total of 24,295 manuscripts, of which 135 relevant scientific manuscripts were selected that contained clinical trial phase experimental vaccines and commercial vaccines for the control of parasites in production animals and companion animals. Although there are several promising studies of experimental vaccines for the control of

these parasitic infections in all the animal species studied here, only 5 parasites from this list can be controlled from the use of vaccines that are being commercialized in veterinary medicine practice (ex. Cysvax™, Barbervax®, Providean® Hidatil EG95, CocciVac® and GiardiaVax™, among other commercial vaccines); vaccines that are produced following the guidelines of the first (eg, live attenuated vaccines) and second generation (eg, recombinant proteins) of vaccines. Even so, this commercialization is restricted to certain countries that produce it and a few outside of them. **CONCLUSIONS.** It is expected that, linked to the development of bioinformatics and methodologies such as reverse vaccinology, this immunoprophylactic and immunotherapeutic range will expand in the integrated control of these parasite agents of great importance in public health and animal health. Likewise, the World Organization for Animal Health (OIE) promotes important efforts to expand the commercialization of existing vaccines among all countries.

**Key words:** reverse vaccinology, vaccines, anthelmintic resistance.

## PROCESOS AGROINDUSTRIALES

### Evaluación del rendimiento del almidón de bore (*Alocasia macrorrhiza*) para la elaboración de un biopolímero

#### Yield evaluation of bore starch (*Alocasia macrorrhiza*) for the elaboration of a biopolymer

Andrés Mauricio Sarmiento Vargas<sup>1</sup> & Johan Ricardo Morales Ortiz<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Estudiantes de Ingeniería agroindustrial de la Universidad de los Llanos  
[johan.morales@unillanos.edu.co](mailto:johan.morales@unillanos.edu.co)

## RESUMEN

**INTRODUCCIÓN.** Los almidones son macromoléculas compuestas de dos polisacáridos, amilosa y amilopectina, el cual es principalmente utilizado en la industria alimentaria. Existen diferentes maneras de sintetizar un biopolímero, el uso de estos depende del tipo de biopolímero que se desea obtener y de las características de la materia prima a la cual se piensa extraer para la elaboración de estos, este proyecto plantea utilizar un método económico y al mismo tiempo efectivo a la hora de sintetizar un biopolímero a base del almidón obtenido del tallo del bore. Teniendo en cuenta que esta planta posee compuestos irritantes: oxalatos de calcio, los cuales son acumulados en menor cantidad que otras especies de este género, razón por la cual se ha generalizado más uso (Gómez,

2001). Sin embargo, es importante garantizar que el material que se elabore mediante el bore no tenga la presencia de este compuesto. **OBJETIVO.** Evaluar el rendimiento del almidón presente en el tallo de la planta de Bore (*Alocasia macrorrhiza*) para la elaboración de un biopolímero. **MATERIALES Y MÉTODOS.** El proceso de elaboración de biopolímero se lleva a cabo en diferentes fases, estas son: La obtención del almidón de bore, mediante la extracción de almidón por método húmedo, luego se realiza la elaboración del biopolímero por el método casting, el cual es un método químico para obtener biopolímeros a base de almidón. **RESULTADOS.** De los seis tratamientos ejecutados, tres de almidón de bore y tres de almidón de Maíz, se obtuvieron: El tratamiento uno del almidón de Bore (T1), presento seis películas distribuidas en 6 cajas Petri con una textura. Se pudo observar la presencia de impurezas en cada una de las muestras, un factor que se repitió en los tres tratamientos realizados con el almidón de bore, realizándose en la presentación final del biopolímero retirado de la caja petri. En el tratamiento de bore T2, se observó que seguía manteniendo las características de un biopolímero y presentaba un mayor rendimiento. Para los otros tres tratamientos (T4, T5 y T6) se utilizó el almidón de maíz bajo las mismas concentraciones usadas con el almidón de bore. Para cada uno de estos tres se puede observar que no existe una película completa de biopolímero, solo varios pedazos de la misma en cada una de las cajas Petri. Sin embargo, siguen presentando algunas características similares a las películas obtenidas a partir de bore (elasticidad y translucidez, en T4 y T5). **CONCLUSIONES.** Las concentraciones que poseían mayor contenido de almidón en la mezcla (T3) se alejó de las características innatas de un biopolímero. Presentó una desintegración de la película a la hora de retirarla de la caja Petri. Mientras, que en el T6 se fraccionó y no se consiguió una película completa. Durante el método utilizado para la extracción del almidón de bore se debe tener en cuenta que luego de la centrifugación la muestra se divide en 3 partes: sobrenadante, residuos de la filtración y almidón. Diversos Factores pueden afectar el rendimiento del biopolímero durante su producción, como lo es el caso de un mal calentamiento del almidón ya que al exceder el calentamiento la viscosidad aumenta al punto de tomar la consistencia de una crema. Así mismo, se tener una agitación constante de la mezcla para mantener la glicerina de forma homogénea con los otros componentes de la mezcla.

**Palabra clave:** Almidón, biopolímero, bore, rendimiento, método Casting.

### ABSTRACT

**INTRODUCTION.** Starches are macromolecules composed of two polysaccharides, amylose and amylopectin, which are mainly used in the food industry. There are different ways to synthesize a biopolymer, the use of these depends on the type of biopolymer that you want to obtain and the characteristics of the raw material from which it is intended to extract for the elaboration of these, this project proposes to use an economic method and to the same time effective when synthesizing a biopolymer based on the starch obtained from the stem of the borer. Taking into account that this plant has irritating compounds: calcium oxalates, which are accumulated in less quantity than other species of this genus, which is why more use has become widespread (Gómez, 2001). However, it is important to ensure that the material made by bore does not have the presence of this compound. **OBJECTIVE.** To evaluate the performance of the starch present in the stem of the Bore plant (*Alocasia macrorrhiza*) for the elaboration of a biopolymer. **MATERIALS AND METHODS.** The biopolymer production process is carried out in different phases, these are: Obtaining bore starch, by means of the extraction of starch by wet method, then the production of the biopolymer is carried out by the casting method, which is a method chemical to obtain starch-based biopolymers. **RESULTS.** Of the six treatments carried out, three of Bore starch and three of Corn starch, the following were obtained: Treatment one of Bore starch (T1), presented six films distributed in 6 Petri dishes with a texture. It was possible to observe the presence of impurities in each one of the samples, a factor that was repeated in the three treatments carried out with the borer starch, being enhanced in the final presentation of the biopolymer removed from the petri dish. In the bore T2 treatment, it was observed that it continued to maintain the characteristics of a biopolymer and had a higher yield. For the other three treatments (T4, T5 and T6), corn starch was used under the same concentrations used with bore starch. For each of these three it can be seen that there is no complete biopolymer film, only several pieces of it in each of the Petri dishes. However, they continue to present some characteristics similar to the films obtained from bore (elasticity and translucency, in T4 and T5). **CONCLUSIONS.** The concentrations that had higher content of starch in the mixture (T3) deviated from the innate characteristics of a biopolymer. It exhibited

a disintegration of the film when it was removed from the Petri dish. Meanwhile, in T6 it was divided and a complete film was not achieved. During the method used for the extraction of borer starch, it should be taken into account that after centrifugation the sample is divided into 3 parts: supernatant, filtration residues and starch. Various factors can affect the performance of the biopolymer during its production, such as the case of a bad heating of the starch since when exceeding the heating the viscosity increases to the point of taking the consistency of a cream. Likewise, there will be a constant stirring of the mixture to keep the glycerin homogeneous with the other components of the mixture.

**Key words:** Starch, biopolymer, Bore, corn, yield, Casting method

## CIENCIAS AGRÍCOLAS

### **Avifauna asociada a sistemas silvopastoriles en el piedemonte llanero, Colombia**

#### **Birds associated with silvopastoral systems in piedemonte llanero, colombia**

Andrea Morales Rozo, Evelyn Carolina Alvarez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Grupo ECOTONOS, Programa de Biología, Facultad de Ciencias Básicas e Ingeniería, Universidad de los Llanos

[amoralesrozo@unillanos.edu.co](mailto:amoralesrozo@unillanos.edu.co)

### RESUMEN

**INTRODUCCIÓN.** En la Orinoquía colombiana la frontera agrícola está en constante crecimiento, y por ende una estrategia para la conservación de la biodiversidad podría ser la implementación de sistemas silvopastoriles.

**OBJETIVO.** El objetivo de este trabajo fue comparar la diversidad de la avifauna en sistemas silvopastoriles y sistemas ganaderos tradicionales del Meta, Colombia. **MATERIALES Y MÉTODOS.** Realizamos observaciones en 54 puntos, en el mes de noviembre de 2019, en cinco fincas con combinación de sistemas de ganadería tradicional y silvopastoriles (potreros arbolados, cercas vivas, bosque). Se evaluó la diversidad alfa y beta, y se realizaron modelos lineales generalizados entre variables de paisaje y la riqueza de aves.

**RESULTADOS.** Se reportaron un total de 117 especies de aves, de 42 familias, de las cuales 111 especies se registraron en sistemas silvopastoriles y 30 en sistemas de ganadería tradicional. De las especies reportadas, dos están en

categoría de amenaza vulnerable *Ramphastos vitellinus* y *Touit huetii*, registradas en Bosque, una es casi amenazada *Setophaga striata* registrada en sistemas silvopastoriles y 11 migratorias boreales. **CONCLUSIONES.** Los resultados muestran que los sistemas silvopastoriles (bosque y potrero arbolado) albergan mayor diversidad que los sistemas ganaderos tradicionales. Las cercas vivas fueron menos diversas, presentando una alta similitud con los sistemas tradicionales. La cobertura vegetal y los árboles dispersos en potrero tienen un efecto sobre la riqueza de aves. La implementación de sistemas productivos ayuda al mantenimiento de la diversidad de aves locales y los servicios ecosistémicos que estas prestan.

**Palabra clave:** aves, silvopastoril, ganadería tradicional, Orinoquía, riqueza.

### ABSTRACT

**INTRODUCTION.** In Colombian Orinoco Region, the agricultural frontier is constantly growing; one strategy for biodiversity conservation could be the implementation of silvopastoral systems. **OBJECTIVE.** The goal of this project was to evaluate the diversity of avifauna in silvopastoral and traditional pasture systems from Meta, Colombia. **MATERIALS AND METHODS.** Observations were made in 54 points on November 2019, in five farms with silvopastoral systems (wooded pasture, living fences, forest) and traditional pasture systems. We evaluate the alfa and beta diversity, and generalized linear models were made between landscape variables and bird richness. **RESULTS.** We reported 117 species of birds from 42 families, 111 species were registered in silvopastoral systems and 30 in traditional pasture systems. Of these species, two are in the vulnerable threat category *Ramphastos vitellinus* and *Touit huetii*, registered in forest, one near threatened *Setophaga striata* registered in living fences, forest and wooded pasture and 11 species of migratory boreal birds. **CONCLUSIONS.** The silvopastoral systems (forest and wooded pasture) harbor a higher diversity than traditional pasture systems. Living fences were the less diverse, showing a high similarity to traditional systems. The vegetation coverage and trees dispersed in pasture increase richness had an effect on species bird richness. The implementation of SSP helps maintain local bird diversity and the ecosystem services provided by them.

**Key words:** birds, silvopastoral, traditional pasture, Orinoquía, richness.



## ¿Ayudan los murciélagos a los sistemas ganaderos de la Orinoquia colombiana?

Do bats help the cattle ranch systems from the colombian orinoco region?

Francisco Sánchez Barrera<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Grupo ECOTONOS, Programa de Biología, Facultad de Ciencias Básicas e Ingeniería, Universidad de los Llanos.

[fsanchezbarrera@unillanos.edu.co](mailto:fsanchezbarrera@unillanos.edu.co)

### RESUMEN

**INTRODUCCIÓN.** La ganadería es un importante sector de la economía colombiana y fundamental para la nutrición de su población. Desafortunadamente, dicha práctica ha tenido consecuencias ambientales negativas, incluyendo pérdidas de biodiversidad. Por ello, reconocer el valor de la biodiversidad para la ganadería deber servir para motivar la búsqueda de alternativas que permitan la coexistencia de este sistema productivo y la vida silvestre. **OBJETIVO.** Con base en lo anterior en este trabajo propongo evaluar, de manera preliminar, la participación y valor de los murciélagos en los sistemas ganaderos de la Orinoquia colombiana. **MATERIALES Y MÉTODOS.** Como elemento de referencia, revisé la literatura disponible sobre la importancia económica de los murciélagos en áreas rurales del mundo. Evalué de la diversidad de murciélagos en áreas ganaderas de la Orinoquia colombiana. También presento resultados de un experimento de para estimar de manera preliminar el valor de los murciélagos en un sistema ganadero del piedemonte llanero colombiano. **RESULTADOS.** La revisión de la literatura indica que los murciélagos insectívoros pueden servir para el control de insectos plaga en áreas rurales. La información disponible sugiere que hay murciélagos insectívoros disponibles en toda la Orinoquia. Son además un grupo diverso en la Orinoquia, particularmente en su piedemonte. Resultados preliminares del piedemonte llanero sugieren que los murciélagos insectívoros pueden en efecto ayudar a controlar insectos plaga que afectan tanto al ganado como a los pastos que les sirven de alimento. **CONCLUSIONES.** Los murciélagos insectívoros son potenciales aliados de los sistemas de producción ganadera, pero su servicio de control de plagas no ha sido reconocido por los productores. Sugiero varias alternativas para seguir aprovechando y para conservar tales servicios ecosistémicos.

**Palabra clave:** control biológico, murciélagos insectívoros, piedemonte llanero, servicios ecosistémicos.

## ABSTRACT

**INTRODUCTION.** Cattle ranching is an important sector of the Colombian economy, and it is fundamental for its population's nutrition. Unfortunately, cattle ranching has had negative environmental consequences, including biodiversity loss. Therefore, recognizing the value of biodiversity for cattle ranching must help to motivate the search for alternatives to allow the coexistence between this productive system and wildlife. **OBJECTIVE.** In light of the above, in this paper, I propose to make a preliminary assessment of the involvement and value of bats in cattle ranching in the Colombian Orinoco. **MATERIALS AND METHODS.** I used as a reference point the literature available on the economic importance of bats in rural areas of the world. I evaluated the diversity of insectivorous bats in cattle ranching areas in the Colombian Orinoco region. Also, I present results about an experiment to produce a preliminary estimate of the value of insectivorous bats for a cattle ranching area in the Andean foothills. **RESULTS.** The literature review indicates that insectivorous bats can aid in pest control in rural areas. The available information also suggests that there are insectivorous bats available in all the Colombian Orinoco region. Preliminary results from the Andean foothills suggest that insectivorous bats can help in controlling insect pests that affect both cattle, as well as, the grasses they feed upon. **CONCLUSIONS.** Insectivorous bats are potential allies in cattle ranching systems, but their service as pest controllers has not been acknowledged amongst producers. I suggest several alternatives to keep using and to conserve such ecosystem services.

**Key words:** Andean foothills, biological control, ecosystem services, insect-eating bats.

**Análisis de la influencia de las condiciones edáficas sobre el crecimiento de árboles de caucho en el departamento del Guaviare**

**Analysis of the influence of edaphic conditions on the growth of rubber trees in the department of Guaviare**

Giovanny Stiven Castro Arguello<sup>1</sup> & Meiby Lizeth Cruz<sup>2</sup>

<sup>1, 2</sup>ingenieros agrónomos, Universidad de los Llanos,

[giovanny.castro@unillanos.edu.co](mailto:giovanny.castro@unillanos.edu.co)

## RESUMEN

**INTRODUCCIÓN.** En los sistemas de producción de caucho establecidos en el departamento del Guaviare, se desconoce la edad en que los árboles desarrollan el diámetro adecuado para iniciar la etapa productiva de rayado y extracción comercial de látex. para resolver está incógnita, a través de acercamientos con la Corporación Centro Provincial de Gestión Agroempresarial del Guaviare y Sur del Meta (CEPROMEGUA), se obtuvo la caracterización de 152 unidades productivas con la finalidad de calcular la tasa de crecimiento de los árboles y evaluar si las condiciones edáficas inciden sobre su crecimiento. **OBJETIVO.** Analizar la influencia las condiciones edáficas en el crecimiento de árboles de caucho en el departamento del Guaviare. **MATERIALES Y MÉTODOS.** Los datos se analizaron por medio de estadística descriptiva y multivariada donde se determinó los valores de media, máximos y mínimos, desviación estándar, coeficiente de variación, asimetría y curtosis, Correlación de Pearson y análisis de componentes principales de las variables M.O, P, pH, Al, Ca, Mg, K, Na, Cu, Fe, Mn, Zn, B, S y MPAP (Media del perímetro a la altura del pecho). Además, se usó geoestadística combinada con tecnologías GIS para explorar la estructura y distribución de la variabilidad espacial de las a través del área de estudio. **RESULTADOS y CONCLUSIONES.** Los suelos de las 152 unidades productivas estudiadas en el departamento poseen un pH bajo y alto contenido de aluminio, que ocasionan problemas en la disponibilidad de nutrientes en el suelo y consecuentemente en el desarrollo del cultivo. La MPAP fue positivamente correlacionada con pH y a su vez se encuentran negativamente correlacionada con los contenidos de hierro y aluminio; la zona donde la TCA (Tasa de crecimiento anual) fue mayor se halla en el municipio de El Retorno con 7,05 cm/año. El modelamiento de la TCA de los árboles de caucho para las 152 unidades productivas en el departamento de Guaviare indicó que el contenido de Al en el suelo incide significativamente en esta variable.

Para las condiciones de las unidades productivas de caucho las recomendaciones en las prácticas de manejo agronómico deben enfocarse en el manejo de la acidez y la saturación de aluminio en el suelo buscando mantener

los valores de estos en niveles tolerables para el cultivo, esto mediante el encalado de suelos, adición de yesos agrícolas y fosfatos, además de mejorar la CIC a través de la aplicación de materia orgánica y/o carbono orgánico, en conjunto con el fraccionamiento de las aplicaciones de nutrientes como nitrógeno y potasio. Por medio de estas prácticas es posible reducir las pérdidas de fertilizantes asociadas a procesos de lixiviación.

**Palabras clave:** Perímetro a la altura del pecho (PAP), tasa de crecimiento anual, geoestadística, nutrición mineral, fertilización.

### ABSTRACT

**INTRODUCTION.** In the rubber production systems established in the department of Guaviare, the age at which the trees established the appropriate diameter to start the production stage of scratching and commercial latex extraction is unknown, To solve this question, through approaches with the Provincial Center Corporation of Agribusiness Management of Guaviare and Sur del Meta (CEPROMEGUA), obtain the characterization of 152 productive units in order to calculate the growth rate of trees, evaluating whether edaphic conditions include growth to reach production in the areas of study. **OBJECTIVE.** Analyze the influence of edaphic conditions on the growth of rubber trees in the department of Guaviare. **MATERIALS AND METHODS.** The data were analyzed by means of descriptive and multivariate statistics where the values of: average, maximum, minimum values, standard deviation, and coefficient of variation, asymmetry and kurtosis, Pearson's correlation and principal component analysis of the variables MO, P, pH, Al, Ca, Mg, K, Na, Cu, Fe, Mn, Zn, B, S and MPAP (Perimeter average at chest height). In addition, geostatistics combined with GIS technologies were used to explore the structure and distribution of spatial variability across the study area. **RESULTS AND CONCLUSIONS.** The soils of the 152 productive units studied in the department have a very acidic pH and high aluminum content, which cause problems in the availability of nutrients in the soil and consequently in the development of the crop. The MPAP was positively correlated with pH and in turn are negatively correlated with the iron and aluminum contents, the area where the TCA (annual growth rate) was highest is in the municipality of El Retorno with 7.05 cm / year. The modeling of the TCA of rubber trees for the 152 productive units in the department of Guaviare indicated that the Al content in the soil has a significant impact on this variable.

For the conditions of the rubber production units, recommendations in agronomic management practices should focus on the management of acidity and saturation of aluminum in the soil, seeking to maintain the values of these at tolerable levels for cultivation, this is through liming of soils, addition of agricultural plasters and phosphates, in addition to improving the CIC through the application of organic matter and / or organic carbon, in conjunction with the fractionation of nutrient applications such as nitrogen and potassium. Through these practices it is possible to reduce fertilizer losses associated with leaching processes.

**Keywords:** Chest height perimeter (PAP), growth rate, geostatistics, mineral nutrition, fertilization.

## DESARROLLO RURAL Y ECONOMICO

**Plan de acción: para el mejoramiento de la producción de los pequeños productores dedicados a la actividad cuyicola en la Orinoquia: actividades de formación**

**Action plan: for the improvement of the production of the small producers dedicated to the cuyicola activity in the orinoquia: training activities**

Murcia Rozo Angela Yineth<sup>1</sup> & Ramírez Villa Luis Carlos<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Estudiante de Medicina Veterinaria y Zootecnia Universidad de los Llanos, Grupo Semillero de Investigación en Agroecología y Desarrollo rural ECODER.

<sup>2</sup>Docente de la Universidad de los Llanos, Grupo Semillero de Investigación en Agroecología y Desarrollo rural ECODER.

[lcramirez@unillanos.edu.co](mailto:lcramirez@unillanos.edu.co)

## RESUMEN

**INTRODUCCIÓN.** La producción de cuy (*Cavia Porcellus*) en la región sur del país, es económicamente viable, esto debido a su valor cultural, en la Orinoquia Colombiana, aunque no es usual su consumo ha tenido aceptación, sin embargo, no existe un mercado específico para su comercio, a pesar de esto, existe un grupo de pequeños productores que han iniciado la producción como una medida para garantizar la seguridad alimentaria en su familia y poder comercializar los excedentes. **OBJETIVO.** Fortalecer la organización de productores de cuyes (*Cavia porcellus*) como estrategia para garantizar la seguridad alimentaria en las poblaciones rurales de la Orinoquia Colombiana (piedemonte llanero) y, diseñar un plan de acción para el mejoramiento de la producción de pequeños

productores de cuy como alternativa para el desarrollo rural. **MATERIALES Y MÉTODOS.** Diseño no experimental, descriptivo y transversal. Se recurrió a fuentes bibliográficas de información para la elaboración de módulos de acompañamiento, guías, talleres y manual técnico para la capacitación de pequeños productores de cuy en la Orinoquia. **RESULTADOS.** Se formuló módulos de acompañamiento para las capacitaciones a los pequeños productores de cuy (*Cavia porcellus*) en la región del piedemonte llanero, los cuales incluyeron: generalidades de la producción, instalaciones y equipos, alimentación y nutrición, manejo de la unidad productiva, sanidad, manejo ambiental de la producción y comercialización, de igual forma se realizó una gira educativa a las instalaciones de la unidad de cuyes de la Universidad de los Llanos, en la cual participaron 12 productores, para la realización de cada módulo se tuvo en cuenta el registro bibliográfico, así como las experiencias y aprendizajes propios de los integrantes del grupo de estudio en Agroecología y Desarrollo rural (ECODER) de la Universidad de los Llanos. **CONCLUSIONES.** La producción de cuyes se destaca como una producción natural, económica, rentable, que ocupa poco espacio en el establecimiento, poca mano de obra y en la que se puede aprovechar los subproductos de alimentos. La producción tiene alta adaptabilidad a las condiciones del piedemonte llanero. De igual manera como se destaca la producción en algunos aspectos, también se deben tener en cuenta la principal desventaja de esta y es la poca cultura del consumo de carne de cuy, razón por la cual se debe trabajar mucho más, desde la academia.

**Palabra clave:** Producción de cuyes, seguridad alimentaria, métodos educativos de extensión

### ABSTRACT

**INTRODUCTION.** The production of guinea pig (*Cavia Porcellus*) in the southern region of the country is economically viable, due to its cultural value, in the Colombian Orinoquia, although its consumption is not usual, it has been accepted, however, there is no specific market for Despite this, there is a group of small producers who have started production as a measure to guarantee food security in their family and to be able to commercialize the surpluses. **OBJECTIVE.** Strengthen the organization of guinea pig producers (*Cavia porcellus*) as a strategy to guarantee food security in the rural populations of the

Colombian Orinoquia (plains foothills) and design an action plan to improve the production of small guinea pig producers as an alternative for rural development.

**MATERIALS AND METHODS.** Non-experimental, descriptive and cross-sectional design. Bibliographic sources of information were used to prepare support modules, guides, workshops and technical manual for the training of small guinea pig producers in the Orinoquia. **RESULTS.** Accompanying modules were formulated for the training of small producers of guinea pig (*Cavia porcellus*) in the foothills region of the plains, which included: generalities of production, facilities and equipment, food and nutrition, management of the productive unit, health, environmental management of production and commercialization, in the same way, an educational tour was carried out to the facilities of the guinea pig unit of the University of Los Llanos, in which 12 producers participated, for the realization of each module the registration was taken into account bibliography, as well as the experiences and learning of the members of the study group in Agroecology and Rural Development (ECODER) of the Universidad de los Llanos. **CONCLUSIONS.** The production of guinea pigs stands out as a natural, economical, profitable production that takes up little space in the establishment, little labor and in which food by-products can be used. The production has high adaptability to the conditions of the plains foothills. In the same way as production stands out in some aspects, the main disadvantage of this must also be taken into account and it is the little culture of guinea pig meat consumption, which is why much more must be worked, from the academy.

**Keyword:** Guinea pig production, food security, educational extension methods.

**Memorias del segundo encuentro de emprendedores agropecuarios en la Amazorinoquia “sostenibilidad, innovación y seguridad alimentaria”**

Memories of the second meeting of agricultural entrepreneurs in Amazorinoquia "sustainability, innovation and food security"

[agroforesteria@unillanos.edu.co](mailto:agroforesteria@unillanos.edu.co)

Noviembre 13 de 2020

**PRESENTACIÓN**

*La Universidad de los Llanos, la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, en acompañamiento de REUNE nodo Amazorinoquia invitaron a la comunidad académica: Docentes, Egresados, otros profesionales y empresarios a participar en **II Encuentro de Emprendedores Agropecuarios en la Amazorinoquia “Sostenibilidad, innovación y seguridad alimentaria”**, mediante la presentación de sus experiencias de investigación o emprendimiento relacionadas con la sostenibilidad agropecuaria, innovación agropecuaria, seguridad alimentaria y también aquellas relacionadas con el manejo en el sector de los efectos de la pandemia Covid-19.*

*Las experiencias fueron presentadas en resúmenes para su publicación. Los temas tratados fueron: conservación de flora y fauna, producción y transformación de productos a través de energías renovables, manual de procesos para producir alimentos inocuos y aptos para consumo, investigación de asociatividad en pequeños productores de leche, transformación primaria del caucho natural.*

*El evento fue organizado por Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Oficina de Proyección social, Coordinado por el semillero de investigación ECODER y el grupo de Investigación Agroforesteria, con la colaboración REUNE nodo Amazorinoquia.*





### COMITÉ ORGANIZADOR

Coordinador General del Evento **Luis Carlos Ramírez Villa**, Docente Universidad de los Llanos e integrante del grupo de investigación en Agroforestería.

**Camilo Andrés Díaz Arias**, MVZ, Joven investigador del Grupo de Investigación en Agroforestería.

### COMITÉ TECNICO

**Guillermo Alejandro Quiñonez Mosquera**

Profesor de la Universidad de los Llanos  
Coordinador de REUNE- Nodo Amazoninoquia.

**Luis Felipe Collazos Lasso**

Profesor de la Universidad de los Llanos  
Pregrado/Universitario Universidad De Nariño, Ingeniería en producción Acuícola  
Maestría/Magister Universidad de los Llanos, Acuicultura Aguas Continentales  
Doctorado Universidad de los Llanos, Ciencias Agrarias

**Lina Marcela Flórez Loaiza**

Coordinadora Emprende UCM.  
Pregrado/Universitario Universidad Del Quindío  
Administración de Negocios

Maestría/Magister Universidad Autónoma De Manizales, Maestría en Creatividad e Innovación en las Organizaciones

**Lina María Arbeláez Rendón**

Profesora Universidad Nacional de Colombia - Sede Manizales

Coordinadora Unidad de Emprendimiento Universidad de Manizales

Pregrado/Universitario Universidad Nacional de Colombia - Sede Manizales

Administrador de empresas

Maestría/Magister Universidad Nacional de Colombia - Sede Manizales

Administración

**Hugo Vladimir Sánchez Moreno**

Emprendedor - CEO de la empresa Vendopredio.com

Pregrado/Universitario Universidad de los Llanos, Medicina Veterinaria y Zootecnia

Especialización Universidad Autónoma De Bucaramanga - Educación con Nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación

Maestría/Magister Universidad de Cienfuegos - Pastos y Forrajes

**Juan Pablo Zárate Lozada**

Emprendedor - CEO Aulaviva

Pregrado/Universitario UNAD, Zootecnia

Especialización Universidad de los Llanos, Educación con Nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación

Maestría/Magister Universidad de los Llanos, Producción Tropical Sostenible

**José Paulino Zárate Lozada**

Emprendedor - CEO Aulaviva

Pregrado/Universitario Universidad de los Llanos, Ingeniero Agrónomo

Especialización Universidad de los Llanos, Producción Tropical Sostenible

Maestría/Magister Universidad de los Llanos, Producción Tropical Sostenible

**Jessica Fernanda Ruiz Vélez**

Profesora Universidad de los Llanos

Pregrado/Universitario Universidad de los Llanos, Licenciatura en Producción

Agropecuaria

**PONENCIAS DE EMPRENDIMIENTO Y DE INVESTIGACIÓN EN EMPRENDIMIENTO**

**Impacto de la asociatividad en los pequeños productores lecheros de la**

**Cristalina del Lozada**

**Impact of associativity on small milk producers in la Cristalina del Lozada**

Jessica Fernanda Ruiz Velez<sup>1</sup>; Guillermo Alejandro Quiñonez<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Licenciada en Producción Agropecuaria, Esp, Aspirante MSc Universidad de los Llanos. <sup>2</sup>AE, MSc. PhD, Universidad de Santiago de Compostela

[jfruiz@unillanos.edu.co](mailto:jfruiz@unillanos.edu.co)

**RESÚMEN**

La presente ponencia, plantea algunos avances de la investigación por medio de la cual se evalúa el Impacto de la Asociatividad sobre los productores proveedores de

leche en el Centro Poblado La Cristalina del Lozada del Municipio de la Macarena (ASOPEPROC); de manera que se puedan establecer indicadores de relación entre la calidad de vida de los productores y la calidad del producto lácteo, como base para futuras investigaciones en esta zona del país, donde los documentos investigativos son precarios. Para tal fin el estudio contrasta los datos de comportamiento de la calidad del producto con la información que los productores brindan sobre su percepción en cuanto al impacto de la asociatividad en su calidad de vida y en la producción. **Metodología:** La presente investigación, realizó un estudio de caso de la asociación ASOPEPROC, específicamente de los productores proveedores de leche, con el fin de identificar de qué manera la asociatividad, ha impactado sobre la dimensión económica, social y ambiental para la producción láctea. Para el estudio, se tomaron datos de fuentes Primarias y secundarias, igualmente técnicas de recolección de información como: Encuesta, entrevista y observación. En el caso de la ponencia, se presentan los resultados de la prueba piloto aplicada a diez (10) Productores proveedores de leche de la Cristalina del Lozada, donde el instrumento de captura después de realizarle la aplicación del Alfa de Cronbach para medir la fiabilidad de la escala de medida, se obtuvo un resultado del 0.898, lo que permite identificar que hay una alta fiabilidad del instrumento, y cuyos resultados se describirán en el trabajo de investigación.

**Conclusión:** Los productores proveedores de leche están organizados de manera asociativa, en una asociación de segundo nivel donde su objeto es mejorar la calidad de vida de quienes la integran, demostrando que se cumple dicho objeto con la gestión que realiza ante el sector público y privado permitiendo la comercialización del producto lácteo y la generación de valor agregado, al brindar el servicio del frío de leche, lo cual ayuda a garantizar el pago por calidad, e igualmente incentivando el incremento del producto gracias a las capacitaciones técnicas que gestiona la asociación donde se promueven las buenas prácticas.

**Palabras Claves:** Asociatividad, Indicadores, producción y Calidad láctea

### **ABSTRACT**

This presentation presents some advances in the research by means of which the Impact of Associativity on the producers milk suppliers is evaluated in the La

Cristalina del Lozada Population Center of the Municipality of La Macarena (ASOPEPROC); so that indicators of relationship between the quality of life of producers and the quality of the dairy product can be established, as a basis for future research in this area of the country, where the investigative documents are precarious. For this purpose, the study contrasts the behavioral data of the quality of the product with the information that the producers provide about their perception regarding the impact of associativity on their quality of life and on production.

**Methodology:** This research carried out a case study of the ASOPEPROC association, specifically of the milk supplier producers, in order to identify how associativity has impacted on the economic, social and environmental dimension for dairy production. For the study, data were taken from primary and secondary sources, as well as information gathering techniques such as: survey, interview and observation. In the case of the presentation, the results of the pilot test applied to ten (10) Producers suppliers of milk of the Cristalina del Lozada are presented, where the capture instrument after applying the Cronbach's Alpha to measure the reliability of On the scale of measurement, a result of 0.898 was obtained, which allows identifying that there is a high reliability of the instrument, and whose results will be described in the research work.

**Conclusion:** The milk supplier producers are organized in an associative manner, in a second-level association where their objective is to improve the quality of life of those who make it up, demonstrating that this objective is fulfilled with the management carried out before the public and private sectors allowing the commercialization of the dairy product and the generation of added value, by providing the cold milk service, which helps to guarantee the payment for quality, and also incentivizing the increase of the product thanks to the technical training managed by the association where it is promote good practices.

**Keywords:** Associativity, Indicators, production and milk Quality

## **Diseño del manual de buenas prácticas de manufactura para AGROACECAR S.A.S.**

### **Design of the manual of good manufacturing practices for AGROACECAR S.A.S.**

Guzmán Cupaja Diego Fernando<sup>1</sup>& Urbina Angarita Ayza Yamir<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Estudiante de Ingeniería Agroindustrial. <sup>2</sup>Ingeniero Industrial, Esp. Gestión Ambiental Sostenible, MSc. Sistemas Integrados de Gestión

[diego.guzman@unillanos.edu.co](mailto:diego.guzman@unillanos.edu.co)

#### **RESUMEN**

Las enfermedades transmitidas por alimentos (ETA) se caracterizan por ser un problema de salud pública a nivel mundial ya que generan un riesgo muy alto sobre la salud de las personas, este factor afecta negativamente la economía de países y empresas por afectaciones en su productividad y en la mayoría de los casos están directamente relacionados con la mala manipulación de alimentos a la hora de producirlos, por esta razón se elabora un Manual de Buenas Prácticas de Manufactura en la empresa AGROACECAR S.A.S con el fin de mitigar esta problemática y garantizar que todos los procesos sean debidamente higienizados para elaborar productos inocuos y de calidad para el consumo humano, dejando de paso en buen nombre a la empresa y acrecentando su marca. **OBJETIVO.** Diseñar el Manual de Buenas Prácticas de Manufactura, para la empresa AGROACECAR S.A.S. de la ciudad de Villavicencio, según los requisitos establecidos en la Resolución No. 2674 de 2013. **MATERIALES Y MÉTODOS.** El proyecto que se realizó se enmarca en un diseño no-experimental y descriptivo, se soportó principalmente en técnicas como la encuesta, la entrevista, la observación y la revisión documental. Este proyecto se realizó en Villavicencio (Meta) y fue aplicado a la organización “AGROACECAR S.A”. Para el desarrollo del objetivo se realizaron las siguientes fases: fase diagnóstica, donde se realizó una evaluación de las condiciones higiénico-sanitarias estipuladas en la Resolución 2674 de 2013 aplicada a todas las áreas de la planta que incluyó: infraestructura, personal manipulador de alimentos, procesos y documentación. Seguidamente de una fase documental, en donde con respecto al diagnóstico se desarrolló el Manual de

Buenas Prácticas de Manufactura abarcando toda la documentación faltante en la planta. Por último, se realizó la fase de implementación en donde se deja estipulado un documento de propuesta que incluyen un plan de implementación de documentación y de infraestructura con actividades, responsables, tiempos de ejecución y recursos a utilizar. **RESULTADOS.** Al realizar la evaluación de condiciones higienico-sanitarias se obtuvo un porcentaje de cumplimiento del 74%. El 26% restante es de no cumplimiento donde se presentaron no conformidades en la 0 documentación e infraestructura. Se elaboró un Manual de Buenas Practicas de Manufactura digital con acceso remoto que incluye un sistema documental robusto con: 9 programas prerequisites, 2 procedimientos, 24 formatos de registros, 7 fichas técnicas y 5 instructivos, completando la documentación faltante hallada el diagnóstico inicial. **CONCLUSIONES.** La evaluación de condiciones higiénico sanitarias iniciales a la planta de Agroacecar S.A.S. aumento un 13%, con un nivel total del cumplimiento de requisitos al 87%, el faltante se suple al ejecutar el plan de implementación propuesto y así la empresa logrará un 100% de cumplimiento normativo. Se diseñó un Manual de Buenas Prácticas de Manufactura digital con acceso remoto <https://diegoguzman13.wixsite.com/misitio> con su respectiva documentación ajustada a las necesidades de la empresa Agroacecar S.A.S. y dando cumplimiento a los parámetros establecidos en la Resolución 2674 de 2013 **Palabras claves:** ETA, Buenas Prácticas de Manufactura, Implementación, documentación.

#### **ABSTRACT**

Food-borne diseases (FAD) are characterized by being a public health problem worldwide since they generate a very high risk to people's health, this factor negatively affects the economy of countries and companies due to effects on their productivity and In most cases they are directly related to the poor handling of food when producing it, for this reason a Manual of Good Manufacturing Practices is prepared in the company AGROACECAR SAS in order to mitigate this problem and guarantee that all processes are properly sanitized to produce safe and quality products for human consumption, leaving the company in good name and increasing its brand. **OBJECTIVE.** Design the Manual of Good Manufacturing Practices for the

company AGROACECAR S.A.S. of the city of Villavicencio, according to the requirements established in Resolución No. 2674 de 2013. **MATERIALS AND METHODS.** The project that was carried out is framed in a non-experimental and descriptive design, it was mainly supported by techniques such as the survey, the interview, the observation and the documentary review. This project was carried out in Villavicencio (Meta) and was applied to the organization "AGROACECAR S.A.". For the development of the objective, the following phases were carried out: diagnostic phase, where an evaluation of the hygienic-sanitary conditions stipulated in Resolución 2674 of 2013 applied to all areas of the plant that included: infrastructure, food handling personnel, processes and documentation. This was followed by a documentary phase, where, with respect to the diagnosis, the Manual of Good Manufacturing Practices was made, covering all the missing documentation in the plant. Finally, the implementation phase was carried out where a proposal document is stipulated that includes a documentation and infrastructure implementation plan with activities, people in charge, execution times and resources to be used. **RESULTS.** When carrying out the evaluation of hygienic-sanitary conditions, a compliance percentage of 74% was obtained. The remaining 26% is non-compliance where there were non-conformities in the documentation and infrastructure. A Manual of Good Digital Manufacturing Practices with remote access was prepared that includes a robust documentary system with: 9 prerequisite programs, 2 procedures, 24 record formats, 7 technical sheets and 5 instructions, completing the missing documentation found in the initial diagnosis. **CONCLUSIONS.** The initial evaluation of hygienic and sanitary conditions at the Agroacecar S.A.S. increased by 13%, with a total level of compliance with requirements at 87%, the missing is filled by executing the proposed implementation plan and thus the company will achieve 100% regulatory compliance. A Manual of Good Digital Manufacturing Practices is designed with remote access <https://diegoguzman13.wixsite.com/misitio> with its respective documentation adjusted to the needs of the company Agroacecar S.A.S. and complying with the parameters established in Resolución 2674 de 2013.

**Keywords:** ETA, Good Manufacturing Practices (GMP), Implementation, documentation.

**Elaboración manual de buenas prácticas de producción acuícola bajo los lineamientos del ntc 5700:2014 en la industria piscícola las Margaritas – Villavicencio, Meta**

Preparation of the manual in good practice aquaculture production under the guidelines of ntc 5700: 2014 in the industria piscícola las Margaritas - Villavicencio, Meta

Briceño Peñaranda Hollman Armando<sup>1</sup> & Urbina Angarita Ayza Yamir<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Estudiante de Ingeniería Agroindustrial Universidad de los Llanos

<sup>2</sup>Ingeniero Industrial, Esp. Gestión Ambiental Sostenible, MSc. Sistemas Integrados de Gestión

[hollman.armando.briceno@unillanos.edu.co](mailto:hollman.armando.briceno@unillanos.edu.co)

La empresa Industria Piscícola las Margaritas de Villavicencio presenta desorden administrativo y operacional lo cual genera desventajas competitivas en el mercado local y nacional, esta problemática se podría solucionar realizando la aplicación de los requisitos documentales de la Norma Técnica Colombiana NTC 5700:2014 Buenas Prácticas de Producción Acuicultura (BPPA). La cual tiene como finalidad mejorar las condiciones de producción en la acuicultura a través de un enfoque preventivo y correctivo, constituyéndose como una base sólida para asegurar la inocuidad de los productos de la empresa con base en las directrices del Codex Alimentario y asegurando la inocuidad, mejorando la competitividad, la responsabilidad con los consumidores, trabajadores, el uso racional del recurso y su sostenibilidad. **OBJETIVO.** Elaborar un Manual de Buenas Prácticas de Producción Acuícola bajo la Norma Técnica Colombiana – NTC 5700:2014 en el fortalecimiento del proceso productivo de obtención de pescado en canal en la Industria Piscícola las Margaritas, Villavicencio. **MATERIALES Y MÉTODOS.** Por las características del trabajo de grado se enmarcó dentro del enfoque cuantitativo que consistió en la recolección de datos e instrumentos de recopilación aplicados para su respectivo análisis, clasificación y ordenación de los datos, incluyendo la situación real del entorno a través de la observación, entrevistas, interacción con la



población, revisión documental y aplicación de encuestas, descripciones de situaciones, eventos, condiciones y conductas que guían el proceso investigativo e interpretación de los datos. La empresa Piscícola las Margaritas está ubicada en la vereda la unión kilómetro 11 vía Acacias, Villavicencio (Meta) se inició con un diagnóstico de cumplimiento de requisitos con base en la NTC 5700:2014, posteriormente se estableció la documentación solicitada por esta norma y se diseñó un Manual de Buenas Prácticas de Producción Acuícola con acceso remoto (vía internet). Así mismo se propone un programa de verificación interna que le permita alcanzar el cumplimiento total de la NTC. **RESULTADOS.** En la evaluación de cumplimiento de requisitos la empresa obtuvo un nivel de cumplimiento del 72%, no cumplimiento de 25% y 3% no aplica. Posteriormente, se diseñó la documentación del proceso productivo de obtención de pescado: 1 proceso, 4 programas, 3 planes, 2 procedimientos, 7 registros, 11 instructivos y 18 formatos. A su vez se diseñó un manual web con acceso remoto de Buenas Prácticas de Producción Acuícola bajo los lineamientos de la NTC 5700:2014 en plataforma virtual: <https://hollmanarmandobric.wixsite.com/manual>. Así mismo, se propuso un programa de verificación orientado hacia el mejoramiento continuo y basado en el ciclo PHVA como principal herramienta en el proceso productivo de la Industria Piscícola las Margaritas. **CONCLUSIONES.** Al terminar el cumplimiento de los objetivos del trabajo se realiza evaluación nuevamente obteniendo los siguientes resultados: el 3% no aplica; el 16% no cumple y el 81% si cumple. Por lo consiguiente, la empresa obtiene una mejora de su proceso productivo en un aumento del 9% en cumplimiento total y 9% en cumplimiento parcial, sin embargo, para poder lograr el 100% debe realizar el programa de verificación interna propuesto. El cumplimiento de los requerimientos documentales de la NTC 5700:2014 propician el aumento de la confianza y eficiencia global del sistema, motivando el mejoramiento continuo de la empresa.

**Palabras claves:** Nivel de cumplimiento, mejora continua, Buenas Prácticas de Producción Acuicultura (BPPA), enfoque preventivo y correctivo.

## ABSTRACT

The company Industria Piscícola Las Margaritas de Villavicencio presents administrative and operational disorder which generates competitive disadvantages in the local and national market, this problem could be solved by applying the documentary requirements of the Colombian Technical Standard NTC 5700: 2014 Good Practice Aquaculture Production (GPAP). The purpose of which is to improve production conditions in aquaculture through a preventive and corrective approach, constituting a solid base to ensure the safety of the company's products based on the guidelines of the Codex Alimentarius and ensuring safety, improving competitiveness, responsibility with consumers, workers, the rational use of the resource and its sustainability. **OBJECTIVE.** Prepare a Manual of Good Aquaculture Production Practices under the Colombian Technical Standard - NTC 5700: 2014 in strengthening the productive process of obtaining canal fish in the Industria Piscícola Las Margaritas, Villavicencio. **MATERIALS AND METHODS.** Due to the characteristics of the degree work, it was framed within the quantitative approach that consisted of data collection and collection instruments applied for their respective analysis, classification and ordering of data, including the real situation of the environment through observation, interviews. , interaction with the population, documentary review and application of surveys, descriptions of situations, events, conditions and behaviors that guide the investigative process and interpretation of the data. The Industria Piscícola las Margaritas is located at the junction kilometer 11 via Acacias, Villavicencio (Meta) began with a diagnosis of compliance with requirements based of the NTC 5700: 2014, later the documentation requested by this standard is established or organized and a Manual of Good Practice Aquaculture Production is designed with remote access (via internet). Likewise, an internal verification program is proposed that allows it to achieve full compliance with the NTC. **RESULTS.** In the evaluation of compliance with requirements, the company obtained a level of compliance of 72%, non-compliance of 25% and 3% does not apply. Subsequently, the documentation of the production process for obtaining fish was designed: 1 process, 4 programs, 3 plans, 2 procedures, 7 records, 11 instructions and 18 formats. In turn, a web manual with remote access of Good

Aquaculture Production Practices was designed under the guidelines of the NTC 5700: 2014 on a virtual platform: <https://hollmanarmandobric.wixsite.com/manual>. Likewise, a verification program oriented towards continuous improvement and based on the PHVA cycle was proposed as the main tool in the production process of the Las Margaritas Fish Industry. **CONCLUSIONS.** At the end of the fulfillment of the objectives of the work, an evaluation is carried out again obtaining the following results: 3% does not apply; 16% do not comply and 81% do. Consequently, the company obtains an improvement in its production process in an increase of 9% in total compliance and 9% in partial compliance, however, in order to achieve 100%, it must carry out the proposed internal verification program. Compliance with the documentary requirements of NTC 5700: 2014 favors an increase in the trust and global efficiency of the system, motivating the continuous improvement of the company.

**Keyword:** Level of compliance, continuous improvement, Good Practice Aquaculture Production (GPAP), preventive and corrective focus.

### **AulaViva Tropical un estilo de vida alternativo en el campo.**

### **AulaViva Tropical an alternative lifestyle in the countryside.**

Juan Pablo Zárate Lozada<sup>1</sup> & Jose Paulino Zárate Lozada<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Zootecnista Esp. MSc

<sup>2</sup>Ingeniero agrónomo Esp. MSc

[aulavivat@gmail.com](mailto:aulavivat@gmail.com)

### **RESUMEN**

AulaViva Tropical está ubicada en La Capital de la Abundancia - Lejanías Meta, Colombia, inspirados en el movimiento del colibri, tenemos como objetivo, aportar a mitigar las causas del cambio climático y la inequidad en el campo. La sostenibilidad es un valor central, por lo cual contamos con un programa de conservación de fauna y flora local, lo que nos convierte en un corredor de vida silvestre y una barrera protectora del banco de agua dulce más grande que tiene el planeta tierra (Paramo de Sumapaz). Nuestros procesos son respaldados por

tres certificaciones, la primera es la certificación internacional de producción sostenible *Rainforest Alliance*; la segunda, es la certificación como *Negocio Verde* y la tercera, es la *Certificación de Confianza* como productores orgánicos, emitida por la Fundación la Cosmopolitana.

Todas las energías empleadas en nuestros procesos productivos son 100% renovables (turbina Pelthon, biogas y energía solar). Ofrecemos a nuestros visitantes nuestro café bajo la marca *Vivo's Coffee* y vino tinto de naranja tangelo bajo la marca *Wine Vivo's*. Todas nuestras tecnologías son un ejemplo claro de adaptación y mitigación al cambio climático, científicamente hemos demostrado, que, mediante la implementación de estas tecnologías, somos 70% más eficientes en términos ambientales, económicos y sociales.

**Palabras claves:** Sostenibilidad, abundancia, Pelthon, biogás y Medio ambiente.

#### **ABSTRACT**

AulaViva Tropical is located in the Capital of Abundance - Lejanías Meta, Colombia, inspired by the hummingbird movement, our objective is to contribute to mitigate the causes of climate change and inequity in the countryside. Sustainability is a central value, for which we have a local fauna and flora conservation program, which makes us a wildlife corridor and a protective barrier for the largest freshwater bank on planet earth (Paramo of Sumapaz). Our processes are supported by three certifications, the first is the Rainforest Alliance international sustainable production certification; the second is the certification as a Green Business and the third is the Certification of Trust as organic producers, issued by the Fundación la Cosmopolitana.

All the energies used in our production processes are 100% renewable (Pelthon turbine, biogas and solar energy). We offer our visitors our coffee under the Vivo's Coffee brand and tangelo orange red wine under the Wine Vivo's brand. All of our technologies are a clear example of adaptation and mitigation to climate change, we have scientifically demonstrated that by implementing these technologies, we are 70% more efficient in environmental, economic and social terms.

**Keywords:** Sustainability, abundance, Pelthon, biogas and Environment.

**Llano latex S.A.S: transformación primaria de caucho natural****Llano latex S.A.S: primary processing of natural rubber**

Doncel Umaña Karen Lucero

Economista, Universidad de los Llanos.

[llanolatex@gmail.com](mailto:llanolatex@gmail.com)**RESUMEN**

LLANO LÁTEX S.A.S es una empresa del sector agroindustrial, única en el departamento de Casanare, dedicada a la transformación primaria de caucho natural. Esta empresa nace como una idea de negocio familiar y se consolida con el aporte de capital semilla del programa FONDOEMPRESER del SENA.

El caucho natural es un producto que se extrae del árbol *Hevea brasiliensis* y es utilizado en el mercado para la elaboración de guantes, adhesivos, llantas, globos y otros productos que se caracterizan por su composición elástica de alta resistencia. LLANO LATEX elabora láminas de caucho natural a través de un proceso productivo diseñado de la siguiente manera:

1. Sangría: Consiste en hacer una pequeña incisión en el tronco del árbol del cual se extrae una sabia llamada látex; un líquido de color blanco de aspecto pegajoso que es recolectado y utilizado como materia prima del proceso.
2. Recolección y coagulación: El látex recolectado es puesto en moldes por 12 horas, donde se le agrega agua y un coagulante para que tome una forma sólida.
3. Laminación: El látex ya en presentación sólida, es pasado por una laminadora que, a través de un sistema de prensado, extrae el exceso de agua hasta dejar una tira de caucho elástico de 1kg y de 3mm de espesor.
4. Secado: Las tiras son puestas en un horno de secado especialmente diseñado para dejar una tira de caucho totalmente seca y lista para ser empacada y puesta en la bodega antes de su distribución final.

Según cifras de la confederación cauchera colombiana, Colombia consume al año cerca de 22.000 Tn de caucho utilizadas en su mayoría por empresas como Sempertex, Eterna, Goodyear y Eslatex; sin embargo, en el país solo se producen 5.000 Tn al año aprox., lo que significa cerca del 80% del consumo nacional está siendo cubierto por las importaciones de países como Guatemala, Brasil y Malasia.

En ese sentido, LLANO LATEX S.A.S es un aporte de la Orinoquia a la economía nacional y el reflejo de que el campo tiene el potencial de convertirse en una fuente de empleo, inversión y desarrollo sostenible.

**Palabras claves:** caucho, transformación, *Hevea brasiliensis*, látex.

### ABSTRACT

LIANO LÁTEX S.A.S is a company in the agro-industrial sector, unique in the department of Casanare, dedicated to the primary transformation of natural rubber. This company was born as a family business idea and is consolidated with the contribution of seed capital from SENA's FONDOEMPRENDER program.

Natural rubber is a product that is extracted from the *Hevea brasiliensis* tree and is used in the market for the manufacture of gloves, adhesives, tires, balloons and other products that are characterized by their highly resistant elastic composition. LLANO LATEX manufactures natural rubber sheets through a production process designed as follows:

1. Sangria: It consists of making a small incision in the trunk of the tree from which a sage called latex is extracted; a sticky-looking white liquid that is collected and used as raw material for the process.
2. Collection and coagulation: The collected latex is put into molds for 12 hours, where water and a coagulant are added to make it take a solid form.
3. Lamination: The latex, already in solid presentation, is passed through a laminator that, through a pressing system, extracts the excess water until leaving a 1kg and 3ml thick elastic rubber strip.
4. Drying: The strips are placed in a drying oven specially designed to leave a rubber strip completely dry and ready to be packed and placed in the warehouse before its final distribution.

According to figures from the Colombian rubber confederation, Colombia consumes nearly 22,000 tons of rubber per year, mostly used by companies such as Sempertex, Eterna, Goodyear and Eslatex; However, only 5,000 tons per year are produced in the country, which means about 80% of national consumption is being covered by imports from countries such as Guatemala, Brazil and Malaysia. In this

sense, LLANO LATEX S.A.S is a contribution of the Orinoquia to the national economy and the reflection that the field has the potential to become a source of employment, investment and sustainable development.

**Keywords:** rubber, transformation, *Hevea brasiliensis*, latéx.

### **Panel de emprendimiento rural, “los principales retos de emprender en el sector agropecuario”**

Rural entrepreneurship panel, "the main challenges of undertaking in the agricultural sector"

Guillermo Alejandro Quiñonez<sup>1</sup>, Lina Marcela Flores<sup>2</sup>, Lina María Arbeláez<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Moderador Docente investigador de la Universidad de los Llanos, director de la Red de emprendimiento Universitaria - Nodo Amazorinoquia, ASCUN.

<sup>2</sup>Administradora de Negocios y Msc. Creatividad e Innovación de Organizaciones, Coordinadora Unidad de Emprendimiento de la Universidad Católica de

Manizales.<sup>3</sup>Docente y Coordinadora de la Unidad de Emprendimiento .de la Universidad de Nacional de Manizales

[lmflores@ucm.edu.co](mailto:lmflores@ucm.edu.co)

### **RESUMEN**

Actualmente la red de emprendimiento Manizales más, ha buscado la manera de que las personas del campo se queden en las distintas regiones rurales, ayudándolas a desarrollar sus capacidades y encontrando oportunidades de proyectos de emprendimiento en lo que la región les brinda y ellos saben hacer. Esto ha sido un trabajo articulado con distintas instituciones dando así la formación del programa SUMA (Sistema Universitario de Manizales), el cual brinda ejercicios de competitividad en el sector empresarial. Uno de sus programas es el llamado de la Universidad al Campo, este busca llegar a los estudiantes en escuelas y colegios, fomentando el desarrollo de proyectos productivos enfocados en la fortaleza de su región y basado en lo que saben hacer sus familias. Este programa comienza desde la educación primaria donde desarrollan proyectos productivos, posterior a esto las universidades llegan a complementar su formación con programas técnicos y tecnológicos en grados decimo y once de bachillerato, principalmente en áreas relacionadas con el agro y emprendimiento rural. Cabe aclarar que cada universidad

que hace parte de este programa se hizo fuerte en un área, por ejemplo, la Universidad Católica de Manizales es fuerte en proyectos de turismo y procesos agroindustriales.

Manizales más, es una alianza publico privada para el desarrollo económico de la región, la cual presenta diferentes programas que intervienen a diferentes emprendedores de varios sectores y en diferentes etapas para su desarrollo. Su ideología principal fue juntar emprendedores de todos los sectores, ya que esto puede enriquecer mucho más los procesos de emprendimiento y así construir modelos de negocio de alto potencial.

Principalmente los estudiantes que llegan a la Universidad Católica de Manizales y que buscan complementar su educación a través del programa de Administración de empresas turísticas, son vinculados al ecosistema de emprendimiento de ciudad, explorando las diferentes oportunidades que existen alrededor del ecosistema, de las entidades y de todos los aliados. Cabe aclarar, que este programa universitario no necesariamente se dedica al agro o un programa especial para emprendedores rurales, sino que se relacionan todos los sistemas y emprendedores de todos los sectores, para explotar de esta manera cualquier idea de emprendimiento.

La Red REUNE – Sede Caldas, lleva dos años en un proyecto de investigación que permite identificar experiencias de emprendimiento rural, reconociendo ¿Cuáles acciones de las Universidades se están desarrollando para que estos proyectos puedan salir adelante? A partir de ese ejercicio, se quiere generar un modelo con todas las buenas experiencias y así intervenir a los emprendedores rurales, que puedan llegar a desarrollar sus modelos de manera productiva.

El principal reto con los emprendedores rurales, es lograr que ellos desarrollen un modelo de negocio en su región a partir de sus capacidades, buscando como generar valor a su modelo de negocio a través de implementación de nuevas tecnologías. Además, más allá de esto, es buscar la manera de como trascender fronteras y comercializar sus productos. Por lo tanto, generamos estas preguntas a los emprendedores: ¿Qué está haciendo para tener más acceso a mercados?, ¿qué está haciendo para aprovechar todos los modelos de soporte para hacer crecer su empresa?, ¿Qué está haciendo para obtener nuevas maneras de financiarse?



El departamento del meta hace 20 años empezó a hablar de agroturismo, ecoturismo, turismo aventura, turismo de naturaleza, por lo cual consideramos importante realizar estas preguntas a nuestras invitadas especiales:

¿Cómo hacen los emprendedores agricultores para moverse al sector turismo?

¿Cómo hace el emprendedor del sector turístico, que sabe de servicios para aprovechar las riquezas que puede ofrecer la ruralidad y el emprendimiento agropecuario?

Lina Marcela Flores responde a través de un ejemplo: Un egresado del programa de empresas turísticas, vende su finca como una experiencia donde las personas pueden ir pasar su día, ofreciendo el recorrido por toda la zona donde se encuentra el cultivo de café, ofreciendo la oportunidad de recolección de café, como elaborar café, catar el café, conocer los procesos de transformación que sufre el café. Además, ofreciendo la experiencia turística mediante el transporte, la alimentación y el entretenimiento. A través de este ejercicio de encadenamiento productivo, podemos observar, como si tengo una experiencia con algo que sé hacer muy bien y llega alguien y me visita le puedo ofrecer otro servicio.

Esto nos lleva a generar el concepto de encadenamiento productivo, el cual nos permite pensar en ¿cómo alargar la cadena de valor de nuestra empresa?, ¿cómo el empresario puede conectarse con las ofertas del sector agroindustrial o agropecuario? ¿Como lograrlo?

En el Meta tendemos a ser individualistas en cuanto a ideas de emprendimiento, entonces lo que debemos hacer es buscar la manera de romper esa cadena de las individualidades, evitando el trabajo solo, estableciendo una ideología donde siempre deseemos asociarnos, relacionarnos, contar nuestras ideas de negocio, rompiendo el mito de que si la comparto la idea me la copian, llegando a obtener confianza en las empresas, en las distintas instituciones que hacen parte del programa. Por lo tanto, la idea principal es complementar los servicios y encadenar los productos que se comercializan. Cada empresario ofrece uno o dos de los servicios de la empresa, en este orden de ideas es conectar, el sector turístico con los empresarios del sector agropecuario o agroindustrial.

El Ecosistema de emprendimiento debe ser trabajado bajo la idea de enseñar a los empresarios a asociarse, tener confianza, a que confíen en el ecosistema, en los actores de soporte y en las empresas articuladas que puedan prestar servicios complementarios. Con el fin, de poder construir y ganarse la confianza de los empresarios y no se vean como competencia sino competencia.

¿Como llegaron ustedes en Caldas a formar estas Unidades de emprendimiento? A través de Manizales más, ha sido la excusa de trabajar un mismo lenguaje y trabajar unidos y así generar el ecosistema. Se buscó el sistema de emprendimiento específico para el desarrollo económico de la región, mediante la transferencia de un modelo de emprendimiento que nos permitiera salir del contexto y se hizo la búsqueda teniendo en cuenta las condiciones económicas y socioculturales de nuestra región, para lo que se encontró el Ecosistema de emprendimiento de Babson College (Universidad de EEUU). Luego de elegir el modelo de ecosistema se logró la unión de varias instancias como la Gobernación de caldas, la Alcaldía de Manizales, la fundación Luker, 5 universidades y muchos actores más que han venido interviniendo en el proceso.

La formación de esta articulación principalmente fue gracias a las universidades y las cabezas de las instituciones y empresas. Siendo de manera proponente y acompañándose entre sí como conjunto, uniéndose universidades públicas y privadas, todos trabajando de la mano.

¿Es determinante que sea una empresa privada la que inicie la creación del ecosistema?

No, Fue particularmente de Manizales, pero si hay alguien que pueda dirigir, y apoyar de manera financiera la iniciativa es posible crear este sistema de emprendimiento.

¿Cómo se debería abordar para nuestra región (Amazorinoquia) la formación de este ecosistema asociado de emprendimiento, teniendo en cuenta las distancias y las malas vías de acceso de nuestra región?

No es ajeno a la realidad del departamento de Caldas, ya que se posee malas vías de acceso, climas variados y regiones distantes. Un primer ejercicio es una articulación comunitaria, si una comunidad logra plantear un proyecto y trabajar

articulado, priorizando objetivos, esto llamará la atención de los entes gubernamentales. Debe partir del interés de los emprendedores, que ellos quieran hacer las cosas, que visualicen oportunidades. Si la comunidad a la que queremos llegar, no está decidida, enfocada a su crecimiento, será imposible desarrollar la tarea. Además, se debe aprovechar y convertir todo este viaje en una experiencia diferente y encadenar los servicios complementarios, como son brindarle al turista en toda esta ruta una experiencia diferente (andar en bicicleta, caminar, cabalgata, arriero por un día).

¿Cuál ha sido su mayor aprendizaje en toda esta experiencia o mayor reto que han tenido para llegar a donde están hoy?

Mayor aprendizaje que hemos tenido es “Actuar rápido”, a través del ejercicio que hemos venido haciendo con Manizales más y la transferencia de Babston College. Ellos nos dicen que nosotros como colombianos nos demoramos demasiado pensando, puesto que nosotros pensamos, planeamos, escribimos, presupuestamos, leemos y volvemos a leer, pero nos tardamos mucho para actuar. Entonces, ellos vienen y nos cambian nuestro paradigma de acción emprendedora, aplicando las siguientes ideas: piensen y actúen, actúe y encuentre respuesta, equívóquese rápido, actúe y cambie su modelo si no le funciona o si debe hacerlo, no espere a tener todo el modelo montado para cambiarlo, reestructúrelo gradualmente. Los programas que se tienen desarrollados están enfocados en pensar y actuar de manera rápida, manejando principios de pérdida aceptable y teniendo 3 indicadores que permiten medir a los proyectos, caja, clientes y capacidad, enseñándoles a los emprendedores a buscar cómo movilizar estos 3 indicadores en su empresa. Siendo este el principal aprendizaje para emprender pensar y actuar rápido.

**Palabras claves:** emprendimiento, SUMA, actuar-rapido

### **ABSTRACT**

Currently the Manizales more entrepreneurship network has sought a way for people from the countryside to stay in the different rural regions, helping them to develop their capacities and finding opportunities for entrepreneurship projects in what the

region offers them and they know how to do. This has been an articulated work with different institutions thus giving the formation of the SUMA program (Manizales University System), which offers competitiveness exercises in the business sector. One of its programs is the Universidad al Campo call, which seeks to reach students in schools and colleges, promoting the development of productive projects focused on the strength of their region and based on what their families know how to do. This program begins from primary education where they develop productive projects, after which the universities come to complement their training with technical and technological programs in grades ten and eleven of high school, mainly in areas related to agriculture and rural entrepreneurship. It should be noted that each university that is part of this program became strong in one area, for example, the Catholic University of Manizales is strong in tourism projects and agro-industrial processes.

Manizales more, is a public-private alliance for the economic development of the region, which presents different programs that intervene different entrepreneurs from various sectors and at different stages for their development. Its main ideology was to bring together entrepreneurs from all sectors, since this can further enrich the entrepreneurial processes and thus build high-potential business models.

Mainly the students who arrive at the Universidad Católica de Manizales and who seek to complement their education through the Tourism Business Administration program, are linked to the city entrepreneurship ecosystem, exploring the different opportunities that exist around the ecosystem, entities and of all allies. It should be clarified that this university program is not necessarily dedicated to agriculture or a special program for rural entrepreneurs, but rather all systems and entrepreneurs from all sectors are related, to exploit in this way any entrepreneurial idea.

The REUNE Network - Caldas Headquarters, has been in a research project for 2 years that allows to identify experiences of rural entrepreneurship, recognizing what actions of the Universities are being developed so that these projects can go ahead? From this exercise, we want to generate a model with all the good experiences and thus intervene with rural entrepreneurs, who can develop their models in a productive way.

The main challenge with rural entrepreneurs is to get them to develop a business model in their region based on their capabilities, seeking to generate value for their business model through the implementation of new technologies. In addition, beyond this, it is to find a way to transcend borders and market its products. Therefore, we generate these questions to entrepreneurs: What are you doing to have more access to markets? What are you doing to take advantage of all the support models to grow your company? What are you doing to obtain new ways of be financed?

The meta department 20 years ago began to talk about agrotourism, ecotourism, adventure tourism, nature tourism, for which we consider it important to ask these questions to our special guests:

How do entrepreneurial farmers move to the tourism sector?

How does the entrepreneur in the tourism sector, who knows about services to take advantage of the wealth that rurality and agricultural entrepreneurship can offer?

Lina Marcela Flores responds through an example: A graduate of the tourism business program, sells his farm as an experience where people can spend their day, offering a tour of the entire area where the coffee cultivation is located, offering the opportunity to collect coffee, how to make coffee, taste coffee, learn about the transformation processes that coffee undergoes. In addition, offering the tourist experience through transportation, food and entertainment. Through this exercise of productive linking, we can observe, as if I have an experience with something that I know how to do very well and someone comes and visits me, I can offer another service.

This leads us to generate the concept of productive chain, which allows us to think about how to extend the value chain of our company? How the entrepreneur can connect with the offers of the agro-industrial or agricultural sector? How to do it?

At Meta we tend to be individualistic in terms of entrepreneurship ideas, so what we must do is find a way to break that chain of individualities, avoiding work alone, establishing an ideology where we always want to associate, relate, tell our ideas of business, breaking the myth that if I share the idea they will copy it from me, getting to gain confidence in companies, in the different institutions that are part of the

program. Therefore, the main idea is to complement the services and chain the products that are marketed. Each entrepreneur offers one or two of the company's services, in this order of ideas it is to connect the tourism sector with entrepreneurs from the agricultural or agro-industrial sector.

The Entrepreneurship Ecosystem must be worked under the idea of teaching entrepreneurs to associate, have confidence, to trust the ecosystem, support actors and articulated companies that can provide complementary services. In order, to be able to build and earn the trust of businessmen and not see themselves as competition but cooperation.

How did you arrive in Caldas to form these Entrepreneurship Units? Through Manizales more, it has been the excuse of working the same language and working together and thus generating the ecosystem. The specific entrepreneurship system for the economic development of the region was sought, through the transfer of an entrepreneurship model that would allow us to get out of the context and the search was made taking into account the economic and sociocultural conditions of our region, for which found the Entrepreneurship Ecosystem of Babson College (US University). After choosing the ecosystem model, the union of several entities such as the Government of Caldas, the Mayor of Manizales, the Luker Foundation, 5 universities and many other actors that have been intervening in the process was achieved.

The formation of this articulation was mainly thanks to the universities and the heads of the institutions and companies. Being in a proponent way and accompanying each other as a whole, uniting public and private universities, all working hand in hand.

Is it decisive that it is a private company that initiates the creation of the ecosystem? No, it was particularly from Manizales, but if there is someone who can direct, and financially support the initiative, it is possible to create this entrepreneurship system. How should the formation of this associated entrepreneurial ecosystem be approached for our region (Amazorinoquia), taking into account the distances and poor access roads in our region?

It is not alien to the reality of the department of Caldas, since it has bad access roads, varied climates and distant regions. A first exercise is a community

articulation, if a community manages to propose a project and work together, prioritizing objectives, this will attract the attention of government entities. It must start from the interest of entrepreneurs, that they want to do things, that they see opportunities. If the community we want to reach is not determined, focused on its growth, it will be impossible to carry out the task. In addition, you should take advantage of and turn this entire trip into a different experience and chain the complementary services, such as offering tourists a different experience throughout this route (riding a bicycle, walking, horseback riding, muleteer for a day).

What has been your greatest learning in all this experience or the greatest challenge you have had to get to where you are today?

The greatest learning we have had is “Act fast”, through the exercise that we have been doing with Manizales more and the transfer of Babston College. They tell us that we as Colombians take too long thinking, since we think, plan, write, budget, read and reread, but it takes us a long time to act. So, they come and change our paradigm of entrepreneurial action, applying the following ideas: think and act, act and find an answer, get wrong quickly, act and change your model if it does not work for you or if you must, do not wait to have all the assembled model to change, gradually restructure. The programs that have been developed are focused on thinking and acting quickly, managing principles of acceptable loss and having 3 indicators that allow to measure projects, cash, clients and capacity, teaching entrepreneurs to find how to mobilize these 3 indicators in your company. This being the main learning to start thinking and acting fast.

**Keywords:** entrepreneurship, SUMA, act-fast