

REVISTA SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGROECOLÓGICOS

GRUPO DE INVESTIGACIÓN DE AGROFORESTERIA UNILLANOS



VOLUMEN 10 NÚMERO 2 AÑO 2019

EDITORIAL

El agua es un recurso natural importante para el desarrollo de los seres vivos, por lo tanto se ha considerado su calidad como un tema de investigación constante a todos los niveles: local, nacional e internacional, puesto que las fuentes hídricas para el consumo humano provienen de diferentes sitios, dependiendo de la calidad ambiental de los ecosistemas, motivo por el cual es necesario realizar análisis de agua para el consumo, en cada lugar para determinar si puede afectar la salud de la población, puesto que tener acceso al agua potable es un derecho reconocido por las Naciones Unidas. Se ha reportado que aproximadamente 760 millones de personas no tienen acceso a agua potable, razón por lo cual es una problemática social compleja para solucionar en la que intervienen muchos actores, por eso cada vez hay más personas que se interesan por ¿Cómo se determina la calidad del agua que diariamente utilizan y consumen?

La evaluación de la calidad del agua es un tema complejo que ha generado controversias en cuanto al uso de distintas metodologías para caracterizar este recurso, estas diferencias se fundamentan en el concepto de calidad que se adopte, puesto que existen distintas interpretaciones: desde la perspectiva funcional, como es la capacidad que tiene el agua para varios usos; desde la óptica ambiental, que son aquellas condiciones que deben darse en el agua para que ésta mantenga un ecosistema equilibrado y cumpla unos determinados parámetros de calidad ecológica y como el conjunto de características físicas, químicas y microbiológicas que la definen, como un recurso vital.

Zootecnista Esp. MSc. MARÍA LIGIA ROA VEGA.

UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS GRUPO DE INVESTIGACIÓN DE AGROFORESTERIA

Evaluación de la digestibilidad *in vivo* en conejos utilizando *Tithonia diversifolia* como remplazo parcial del concentrado

Evaluation of *in vivo* digestibility in rabbits using *Tithonia diversifolia* as partial replacement of the concentrate

Avaliação da digestibilidade *in vivo* em coelhos utilizando *Tithonia diversifolia* como substituição parcial do concentrado

Erika Nathaly Chinchilla Silva¹ y María Ligia Roa Vega²

¹MVZ, Universidad de los Llanos y

²Z. Esp. MSc., Docente Universidad de los Llanos

mroa@unillanos.edu.co

Recibido 06 de Marzo de 2019, Aceptado 02 de 2019

RESUMEN

La producción de conejos en Colombia es un sistema de producción poco explotado hasta el momento, pero que día a día ha ido tomando más auge por la facilidad de su establecimiento, sus altos índices productivos y su gran aporte nutricional a la alimentación humana, pero su establecimiento en el país se ha visto obstaculizado por los altos costos de los insumos utilizados para su alimentación, ya que en su gran mayoría son importados y empleados para la elaboración de concentrados, por esta razón es necesario buscar estrategias de alimentación, que satisfagan los requerimientos nutricionales de los animales y que sean de fácil acceso y económicos para el productor. El presente estudio tuvo como objetivo, evaluar la digestibilidad *in vivo* en conejos utilizando *Tithonia diversifolia* como remplazo parcial del concentrado, usando como parámetros de evaluación el porcentaje de nutrientes digestibles totales (NDT), coeficientes de digestibilidad (Cod) de proteína cruda (PC), fibra cruda (FC), extracto etéreo (EE) y extracto no nitrogenado (ENN); energía metabolizable (EM) y energía digestible (ED) para cada uno de los tratamientos; usando como unidad experimental, 24 conejos con un peso promedio de 2 kg \pm 300 gr, distribuidos por un diseño completamente al azar, de la siguiente manera, el T0 fue el control, con dieta

basal 100% concentrado; T1 remplazo del 10% del concentrado por *Tithonia diversifolia*; T2 remplazo del 20% y T3 remplazo del 30%. De donde se concluyó que la inclusión de Botón de oro en todos los tratamientos, presentó un aporte de nutrientes concordantes con lo requeridos por los conejos y dichos nutrientes presentaron una buena digestibilidad, lo cual constituye un recurso alimenticio alternativo en su alimentación en condiciones tropicales, con el fin de disminuir los costos de producción y mantener los rendimientos.

Palabras clave: *Asteráceas*, digestibilidad *in vivo*, concentrados, conejos.

ABSTRACT

The production of rabbits in Colombia is a production system little exploited so far, but day by day it has been gaining momentum due to the ease of its establishment, its high production rates and its great nutritional contribution to human food, but its establishment in the country has been hampered by the high costs of the inputs used for its food, since the vast majority are imported and used for the production of concentrates, for this reason it is necessary to seek feeding strategies that satisfy the nutritional requirements of animals and that are easily accessible and economical for the producer. The objective of this study was to evaluate *in vivo* digestibility in rabbits using *Tithonia diversifolia* as a partial replacement for the concentrate, using as evaluation parameters the percentage of total digestible nutrients (TND), digestibility coefficients (DCO) of crude protein (PC), crude fiber (CF), ether extract (EE) and non-nitrogenous extract (NNE); digestible energy (DE) and metabolizable energy (ME) for each of the treatments; using as experimental unit, 24 rabbits with an average weight of 2 kg \pm 300 gr, distributed by a completely random design, as follows, T0 was the control, with basal diet 100% concentrate; T1 replacement of 10% of the concentrate by *Tithonia diversifolia*; T2 replacement of 20% and T3 replacement of 30%. From where it was concluded that the inclusion of *Tithonia diversifolia* in all treatments, presented a contribution of nutrients consistent with what is required by rabbits and these nutrients presented good digestibility, which constitutes an alternative food resource in their diet in tropical conditions. in order to reduce production costs and maintain yields.

Keywords: *Asteraceae*, *in vivo* digestibility, concentrates, rabbits.

RESUMO

A produção de coelhos na Colômbia é um sistema de produção pouco explorado até agora, mas a cada dia vem crescendo mais devido à facilidade de seu estabelecimento, suas altas taxas de produção e sua grande contribuição nutricional para alimentação humana, mas seu estabelecimento em o país tem sido prejudicado pelos altos custos dos insumos utilizados para alimentação, visto que a grande maioria são importados e utilizados para a produção de concentrados, por este motivo é necessário buscar estratégias de alimentação que atendam as exigências nutricionais dos animais e que sejam de fácil acesso e econômicos para o produtor. O objetivo deste trabalho foi avaliar a digestibilidade *in vivo* em coelhos utilizando *Tithonia diversifolia* como substituto parcial do concentrado, utilizando como parâmetros de avaliação a porcentagem de nutrientes digestíveis totais (NDT), coeficientes de digestibilidade (Cod) da proteína bruta (PC), fibra bruta (FC), extrato etéreo (EE) e extrato não nitrogenado (ENN); energia metabolizável (EM) e energia digestível (ED) para cada um dos tratamentos; utilizando como unidade experimental 24 coelhos com peso médio de 2kg \pm 300 gr, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, a seguir, T0 foi o controle, com dieta basal 100% concentrado; T1 substituição de 10% do concentrado por *Tithonia diversifolia*; Substituição de T2 de 20% e substituição de T3 de 30%. De onde se concluiu que a inclusão do Buttercup em todos os tratamentos, apresentou um aporte de nutrientes compatível com o que é requerido pelos coelhos e estes nutrientes apresentaram boa digestibilidade, o que constitui um recurso alimentar alternativo na sua dieta em condições tropicais. custos de produção e manter os rendimentos.

Palavras-chave: *Asteraceae*, digestibilidade *in vivo*, concentrados, coelhos.

INTRODUCCIÓN

La cunicultura tradicional en Colombia se presenta actualmente como una alternativa para satisfacer la demanda de proteína, especialmente para el sector

rural, debido a su alto potencial reproductivo, llegando a tener una producción anual de peso vivo (PV) de 48.6 kg/anima reproductor (Fuentes *et al.*, 2011), poco espacio requerido para su explotación y su gran valor nutritivo, que cada día está tomando más auge en el país. Sin embargo, hay factores que obstaculizan la producción, como son los altos costos de los insumos que en su gran mayoría son importados (Pinzón y Pedraza, 2014), lo que nos guía a desarrollar estrategias alimenticias para los conejos con base en recursos disponibles en el trópico, de esta manera también contribuir al medio ambiente con sistemas agrosostenibles y disminuir los costos de producción para obtener mejores índices de rentabilidad (Nieves *et al.*, 2011).

También Pérez *et al.*, (2009) señalan que el uso de materias primas alternativas en la alimentación animal para sustituir importaciones, reducir la competitividad con la alimentación humana, preservar el ambiente, constituye un reto para los nutricionistas, pequeños y medianos productores en la búsqueda de soluciones para lograr sistemas ecológicamente sostenibles y eficientes.

Más de 90 por ciento de la carne que se consume en el mundo es de cerdo, res y aves, sólo 0.5 corresponde a la de conejo (Olivares *et al.*, 2009). Actualmente la carne de conejo (*Oryctolagus cuniculus*) es apreciada en la mayoría de países del mundo; en el año 2005 la producción mundial de ésta fue 1,157,843 toneladas siendo China el principal productor con 500,000 toneladas seguido por Italia 225,000 toneladas y luego España 108,000 toneladas (Garzón y Castro, 2014). Según Vargas y Castilla (2011) las cifras disponibles en este sentido en Colombia sobre la producción y el consumo de carne de conejo, no están actualizadas, especialmente en la región del municipio de Acacías (Meta).

Según López *et al.*, (2012) en su artículo de investigación "Evaluación del potencial nutricional de cuatro plantas forrajeras para la alimentación de reproductoras cunícolas" se concluyó con base al análisis bromatológico de la *Tithonia diversifolia* que posee 14.3% de MS, 19.4% PB y 16.5% de cenizas; en cuanto a su potencial forrajero cabe mencionar que presenta características deseables para su uso en la alimentación de bovinos, conejos, cuyes, ovejas y

cerdos. Además, posee degradabilidad ruminal que oscila entre 50 y 90% (Medina *et al.*, 2009) siendo una alternativa viable en la alimentación animal.

En Colombia la *Tithonia diversifolia* crece en condiciones agroclimáticas variadas, desde el nivel del mar hasta los 2700 metros de altitud, con precipitaciones anuales entre 800 a 5000 mm y en diferentes tipos de suelo; tolera condiciones de acidez, de baja fertilidad y crece espontáneamente en áreas perturbadas a orillas de caminos, ríos y carreteras. Cualquier producción de carne tiene como razón de ser la transformación de proteínas vegetales en proteínas animales de gran valor biológico. El conejo tiene la capacidad de transformar el 20% de las proteínas alimenticias que absorbe, en carne comestible, y las demás especies son de 22-23% para el pollo de carne, 16-18% para el cerdo y 8-12% para la producción de carne de bovino, en función del sistema de producción (González *et al.*, 2014).

El método de recolección de excretas, permite medir el porcentaje de digestibilidad *in vivo* de follajes arbóreos disponibles en el trópico; mediante este proceso se busca determinar cuál follaje genera más energía digestible total (EDT) y energía metabolizable en los conejos, que se transforma en los diferentes enfoques como la producción de pelo, piel y carne (Campos, 2008).

El proyecto para madres desplazadas en Colombia considera la cría de conejos a pequeña escala con bajos insumos por las familias campesinas para la producción de carne de alto valor nutricional y como una estrategia para mejorar ingresos en áreas rurales socioeconómicamente deprimidas, también está el proyecto de soberanía alimentaria en la corporación Colombia sin hambre, que incluye la cría de conejos para aprovechar las plantas presentes en las parcelas campesinas y nativas de la región (Quintero *et al.*, 2008).

Según un estudio realizado en la Universidad Nacional de Colombia sede Palmira, se observó que el uso de la *Tithonia diversifolia* aumenta los días de la duración de la ceba en comparación con el uso de concentrado, pero también concluyen que es una alternativa viable para la producción de carne de conejo en sistemas no industriales en el trópico (Quintero *et al.*, 2008)

En un estudio realizado por Nieves *et al.*, (2006) usando 36 conejos Nueva Zelanda x California en crecimiento (peso vivo promedio = 975 ± 225 g) se determinó la digestibilidad aparente de nutrientes en follaje de morera (*Morus alba*), utilizando los métodos de sustitución del ingrediente de prueba en una mezcla basal y directo. Los tratamientos estudiados fueron: T1 = dieta basal, T2 = inclusión de 30% de follaje de morera en la dieta y T3 = follaje de morera. Se tuvieron en cuenta como parámetros evaluadores, la digestibilidad en materia seca (DMS), digestibilidad de materia orgánica (DMO), digestibilidad de energía (DE), digestibilidad de proteína cruda (DPC), digestibilidad de fibra cruda (DFC), digestibilidad de fibra detergente neutro (DFDN), contenido de energía digestible (ED) y de proteína digestible (PD) de las dietas; donde se obtuvo como resultado que según valores encontrados para FDN, FDA, PD y ED indican que el follaje de morera cubre los requerimientos de fibra, energía y proteína en conejos y por tanto, puede constituir una materia prima adecuada en dietas para estos animales.

Según un estudio realizado por Meza *et al.*, (2012) donde el objetivo principal fue evaluar la digestibilidad *in vivo* de forrajeras arbustivas tropicales para la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus Linnaeus*), en el litoral ecuatoriano, donde se usó la *Tithonia diversifolia* en forma de MS en harina como remplazo total del concentrado, se obtuvo como resultado: coeficientes de digestibilidad (Cod) de FC 84.42%, Cod de extracto etéreo (EE) 83.59, Cod de MS 62.69%, Cod de PC 88.70%, nutrientes digestibles totales (NDT) del 80.59%, ED 3.546 megacalorías/kg de MS; concluyen que la digestibilidad de nutrientes, el contenido de energía digestible, la materia orgánica y la proteína digestible en las harinas de forraje de botón de oro, demuestran que contienen un elevado valor nutricional en cuyes, gracias a su gran aporte de aminoácidos esenciales, los que denotan un interesante potencial del uso de estos forrajes en dietas para cuyes.

Por lo anterior, el objetivo de este trabajo fue evaluar la digestibilidad de nutriente en conejos utilizando *Tithonia diversifolia* como remplazo parcial del concentrado entre el 10 al 30%.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en las instalaciones de la universidad de los llanos vereda Barcelona Km 12 vía Puerto López, Villavicencio/Meta; con una altitud de 467 msnm, una precipitación anual 4538 mm, temperatura mínima de 21.6°C y máxima de 30.2°C y humedad relativa del 75%.

El forraje se cosechó en las instalaciones de la granja de la Universidad de los llanos, se deshidrató durante 72 horas en un horno de secado en el Laboratorio de Nutrición Animal de la misma Universidad, posteriormente el forraje fue molido hasta lograr una harina (Fotografía 1). Esta harina fue sometida a un análisis proximal con el fin de evaluar su contenido nutricional antes de ser suministrada a los animales. El experimento se llevó a cabo de acuerdo con un diseño completamente al azar, con cuatro tratamientos, cada uno con tres replicaciones, usando dos animales por cada replica ($4 \times 3 \times 2 = 24$).



Cada animal se dispuso en una jaula con dimensiones 40 x40 cm, con un comedero y un bebedero, la jaula se ubicó a la altura de un metro sobre el suelo para evitar problemas respiratorios de los animales por el amoníaco. Para recoger

el estiércol de los animales se utilizó poli sombra negra 50 cm² por cada jaula, que se ubicó en la parte de abajo de la misma

Los animales fueron alimentados dos veces al día (mañana y tarde) cada ración fue de 125 gr para una ración total diaria de 250 gr, los animales tuvieron 5 días de acostumbramiento a la dieta, durante este tiempo no se tomaron datos, pasado este periodo, se procedió a medir el consumo de alimento diario en MS y la cantidad de excretas diarias por animal, durante 3 días.

Las excretas diarias producidas por animal fueron rotuladas con el tratamiento, la réplica y el día de recolección; posteriormente en laboratorio de Nutrición animal, se realizó el secado durante 72 horas en horno, de las 72 muestras obtenidas se tomaron 12 de la siguiente manera para ser procesadas, se mezclaron todas las muestras del T0 del día 1 y se mezclaron entre sí, luego las del día 2 del mismo tratamiento y se mezclaron entre sí, y luego las del día 3 de dicho tratamiento, para al final tener 3 muestras para el T0 correspondientes cada una a un día de estudio; se realizó el mismo procedimiento con los demás tratamientos. Se realizó análisis proximal para determinación de nutrientes materia seca, proteína cruda, fibra cruda, cenizas, extracto etéreo (Fotografía 2).



Fotografía 2. Maceración de las heces para luego ser procesadas

Se utilizaron 24 conejos, con un peso promedio de 2 kg \pm 300 g, distribuidos siguiendo un diseño completamente al azar donde:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Variable respuesta en la j-ésima repetición del i-ésimo tratamiento

μ = Media general

τ_i = Efecto del tratamiento i. (T0, T1, T2, T3)

ε_{ij} = Error aleatorio, donde $\varepsilon_{ij} \sim N(0, \sigma^2)$

Los datos obtenidos fueron sometidos a estadística no paramétrica, haciendo comparación de medianas por el test de kruskall wallis para determinar las diferencias entre tratamientos: concentrado 100% (T0); remplazo de concentrado 10, 20 y 30% por botón de oro, se denominaron: T1, T2 y T3, respectivamente, las variables de respuesta a evaluar fueron, el porcentaje de nutrientes digestibles totales (NDT), coeficientes de digestibilidad (Cod) de proteína cruda (PC), fibra cruda (FC); materia seca (Ms), extracto etéreo (EE) y extracto no nitrogenado (ENN); energía metabolizable (EM) y energía digestible (ED). El programa estadístico utilizado fue R Development Core Team (Team, 2008).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se puede observar (Tabla 1), que la *Tithonia diversifolia* (botón de oro) presenta un gran aporte de proteína cruda (PC) y fibra cruda (FC) de acuerdo con los requerimientos nutricionales del conejo para estos nutrientes establecido por (Romero, 2011) en su módulo tecnología agropecuaria, donde indica que los requerimientos para el conejo de FC y PC respectivamente son de 15% y 16%; el contenido de fibra es indispensable para la estimulación del tracto gastrointestinal y el peristaltismo del mismo también facilita el desgaste adecuado de los dientes, estimula la cecotrofia, previene la obesidad y mantiene el correcto balance de la flora bacteriana en el ciego (Mora, 2010); a partir de lo cual se puede inferir que la

inclusión de dicho forraje como remplazo parcial del concentrado se puede proponer dentro de la alimentación de conejos con el fin de disminuir los costos de producción.

Tabla 1. Análisis proximal del forraje utilizado *Tithonia diversifolia*

Variable	MS Inicial	MS Final	Humedad Final	Cenizas	FC	EE	PC	ENN
Valor (%)	14.50	83.2	16.8	15.43	12.02	1.06	16.58	38.11

MS = Materia seca, FC = Fibra cruda, EE = Extracto etéreo, PC = Proteína cruda, ENN = Extracto no nitrogenado

La inclusión de botón de oro a la dieta en los diferentes porcentajes de remplazo en comparación con T0 mostró que a medida que se va aumentando el porcentaje de remplazo de concentrado por botón de oro, el contenido de MS, EE, cenizas, y PC disminuye en bajas proporciones y el contenido de FC, humedad y ENN aumenta (Tabla 2), resultados similares se encontraron en un estudio realizado por Nieves *et al.*, (2011) donde el remplazo de concentrado por botón de oro fue del 0, 9 y 18%, en donde a mayor porcentaje de remplazo hubo mayor aporte de FC pero menos aporte de PC. De estos resultados se puede inferir que una asociación entre los dos alimentos sería una alternativa viable para la alimentación en conejo (Gráficos 1 y 2). Preston, (2005) en su artículo titulado “Ventajas de los animales pequeños en los sistemas agropecuarios” confirma que un nivel aceptable de producción en conejos puede ser alcanzado con dietas en base a 100% de follaje.

La inclusión de botón de oro a la dieta en los diferentes porcentajes de remplazo mostró una diferencia significativa en el consumo de botón de oro para todos los tratamientos, de igual manera hubo diferencia en el consumo de concentrado, donde el T1 y T2 mostraron un comportamiento similar y T0 y T1 un comportamiento completamente diferente; en cuanto al consumo de materia seca ($P > 0.05$), los resultados obtenidos fueron inferiores a los reportados por Chávez, (2012) al estudiar el efecto de varios niveles de harina de botón de oro *Tithonia*

diversifolia más *saccharina* en la alimentación de cuyes en las etapas de crecimiento y engorde. Se observó que existe un considerable decremento del consumo de alimento a medida que aumenta el nivel de botón de oro en la dieta, teniendo mayor consumo de alimento los animales de T0 y niveles bajos de consumo para T3, indicando una relación inversamente proporcional entre el remplazo de concentrado por botón de oro y el consumo de alimento, resultados que también fueron obtenidos en el estudio de Chávez, (2012) (Tabla 3).

Tabla 2. Análisis proximal (%) de los tratamientos utilizados

Nutriente	T0	T1	T2	T3
HF	9,78	10,37	8,86	8,740
MS final	90,22	89,63	91,14	91,26
Cenizas	9,47	9,22	9,36	9,48
FC	10,85	11,92	11,78	5,18
EE	1,39	1,27	1,18	0,74
PC	22,99	11,33	15,55	12,55
ENN	45,52	55,89	53,27	63,30

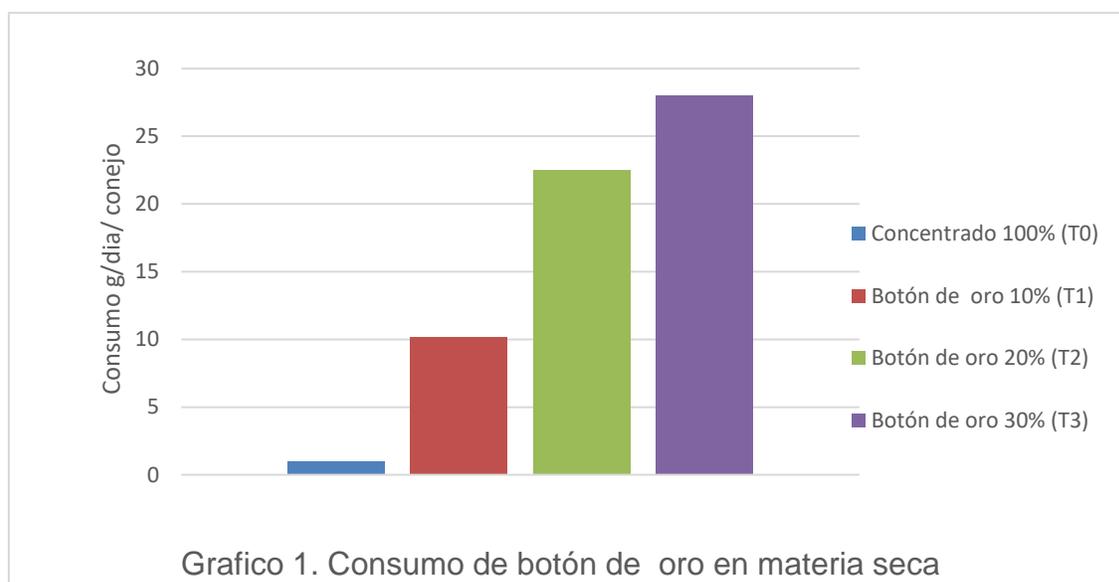
HF = Humedad Final MS= materia seca, FC= Fibra cruda, EE=Extracto etéreo, PC= proteína cruda, ENN= extracto no nitrogenado. concentrado 100% (T0); remplazo de concentrado por botón de oro: 10% (T1), 20% (T2) y 30% (T3).

Tabla 3. Consumo de concentrado y botón de oro (g) día/conejo en los cuatro tratamientos

Variable	T0	T1	T2	T3	p-valor
Botón de oro	0.0±0.0 ^d	10.2±0.8 ^c	22.5±2.0 ^b	28.0±2.3 ^a	0.01*
Concentrado	125.0±12.8 ^a	91.4±7.5 ^b	90.1±8.0 ^b	65.3±5.5 ^c	0.03*
MS Total	125.0±12.8	101.6±8.3	112.6±10.0	93.3±7.8	0.22

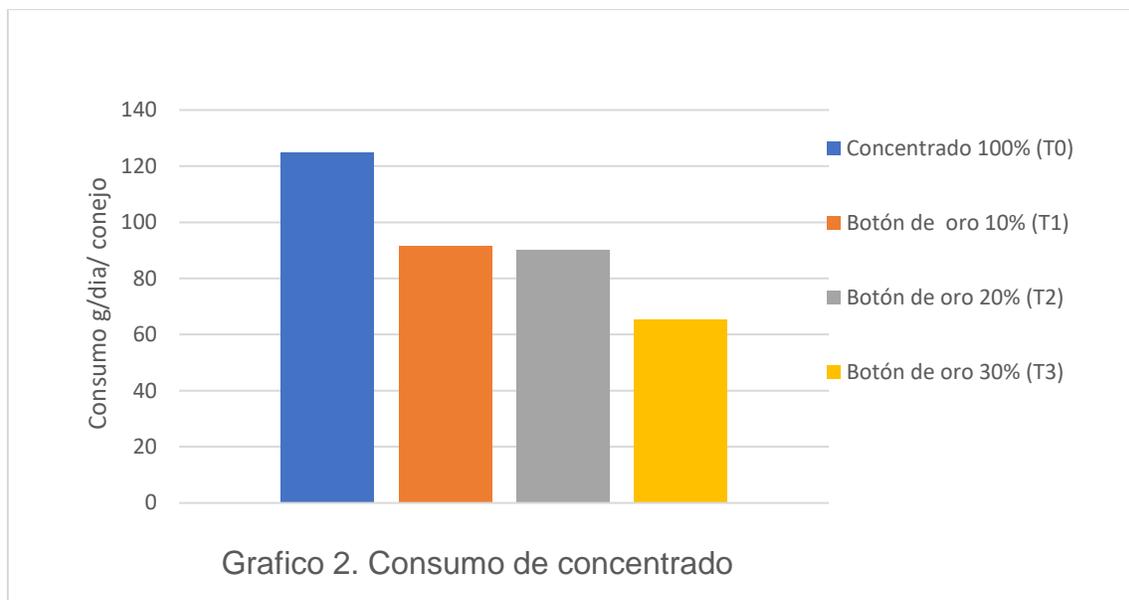
MS = Materia seca, FC = Fibra cruda, EE = Extracto etéreo, PC = Proteína cruda, ENN = Extracto no nitrogenado. Concentrado 100% (T0); remplazo de concentrado por botón de oro: 10% (T1), 20% (T2) y 30% (T3). Letras diferentes en las filas, indican significancia entre los tratamientos.

Nieves *et al.*, (2011) han estudiado que la inclusión de forrajes reemplazando el concentrado en proporciones de 10, 20 y 30% en dietas balanceadas granuladas para conejos, puede afectar el aprovechamiento del concentrado, lo cual se ve reflejado en el consumo diario, ganancia diaria y, por tanto, en su conversión alimenticia y la relación beneficio costo de alimentación. El nivel de inclusión y la interacción entre factores no afectaron ($P>0.05$) estas variables estudiadas. Los resultados permiten sugerir la incorporación hasta 30% de recursos forrajeros en dietas balanceadas para conejos de engorde (Gráficos 1 y 2)



Todas las variables evaluadas presentaron un comportamiento similar ($P>0.05$) indicando que no hay diferencias entre la cantidad de nutrientes que se digieren al remplazo del 0, 10, 20 y 30% del concentrado por botón de oro; En cuanto a los Cod (coeficientes de digestibilidad) de los nutrientes evaluados (MS, PC, FC, EE y ENN) todos presentaron un valor por encima del 40% a excepción del Cod de FC para T0 y T2, el tratamiento T3 en comparación con los demás fue el que menor Cod para MS, pero aun así el %NDT (nutrientes digestibles totales) para todos los tratamientos no presentó diferencias significativas ($P>0.05$) y para todos los tratamientos estuvo por encima del 40% siendo el valor mínimo de 55% para T1 y

el valor máximo de 60% para T2, lo que indica una buena digestibilidad de los nutrientes para todos los tratamientos (Tabla 4).



Es importante tener en cuenta, que una alimentación a base de 100% concentrado resulta muy costosa, y se debe tener en cuenta también que el conejo es un animal esencialmente herbívoro, pero en una dieta a base de 100% forraje tampoco se le garantiza al animal los nutrientes en la cantidad requerida; según estos resultados, al hacer las asociación entre el concentrado y el botón de oro a los diferentes porcentajes de remplazo, el contenido de nutrientes de todos los tratamientos estuvieron dentro del rango de requerimientos y mostraron una buena digestibilidad.

En cuanto a la ED, que no presentó diferencias entre los tratamientos, indica que el remplazo del concentrado por botón de oro no afecta significativamente el aporte de dicho nutriente, y ratifica el uso del botón de oro como posible fuente de remplazo, presentando valores de ED dentro de los establecidos en los requerimientos nutricionales del conejo por Romero, (2014).

Los resultados para EM estuvieron en general muy similares a los requerimientos nutricionales citados de dicho nutriente en conejos por Pinzón y Pedraza, (2014),

siendo de 2.4 Mcal/Kg de MS, lo requerido para un conejo de engorde, siendo nuestro valor mínimo de resultado 2.1 Mcal/Kg de material seca.

CONCLUSIONES

La inclusión de botón de oro (*Tithonia diversifolia*) en todos los tratamientos, presentaron un buen contenido de nutrientes digestibles totales, lo cual constituye un recurso alimenticio alternativo utilizable en la alimentación de conejos en condiciones tropicales con el fin de disminuir los costos de producción.

Tabla 4. Coeficientes de digestibilidad, NDT, ED y EM en conejos sometidos a remplazo parcial del concentrado.

Variable	T0	T1	T2	T3	p
Cod MS	0.75±0.07	0.70±0.06	0.70±0.06	0.68±0.03	0.48
Cod PC	0.92±0.04	0.93±0.01	0.89±0.04	0.85±0.02	0.10
Cod FC	0.37±0.35	0.52±0.29	0.29±0.31	0.44±0.09	0.78
Cod EE	0.80±0.16	0.65±0.24	0.67±0.17	0.55±0.17	0.68
Cod ENN	0.76±0.05	0.65±0.10	0.70±0.04	0.73±0.02	0.74
NDT	57.45±21.02	54.69±5.67	59.75±5.11	57.55±2.47	0.91
ED	2.53±0.92	2.41±0.25	2.63±0.22	2.53±0.11	0.92
EM	2.18±0.795	2.08±0.21	2.27±0.19	2.19±0.09	0.91

COD = Coeficientes de digestibilidad. NDT = Nutrientes digestibles totales (%), ED= energía digestible en mega calorías, EM= energía metabolizable en megacalorías. Concentrado 100% (T0); remplazo de concentrado por botón de oro: 10% (T1), 20% (T2) y 30% (T3).

La asociación entre botón de oro y concentrado comercial juegan un papel muy importante en la alimentación de conejos, por el lado nutricional el concentrado a pesar de tener un buen aporte de PC y MS, tiene un menor contenido de FC, y este nutriente es importantes en los conejos pues de ella depende la estimulación del tracto gastrointestinal, el peristaltismo del mismo, el desgaste adecuado de los dientes, la cecotrofia, y el correcto balance de la flora bacteriana en el ciego.

Aunque ninguno de los tratamientos mostró diferencias significativas para las variables evaluadas, se puede inferir que, al momento de implementar una dieta a base de concentrado con inclusión de botón de oro como remplazo parcial, con el fin de disminuir los costos de producción y mantener los rendimientos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Camacho L, Bernejo A, Paramio J, Mata J. 2010. Manual de cunicultura. 99 p. Disponible En: <https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/2599/libro%20cunicultura%202010.pdf>
2. Campos G. 2008. Conceptos básicos de cunicultura. Disponible En: <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/AV-0165.PDF>
3. Chávez S. 2012. Efecto de varios niveles de harina de botón de oro *Tithonia diversifolia* más *saccharina* en la alimentación de cuyes en las etapas de crecimiento y engorde. Trabajo de grado Ingeniero Zootecnista. Riobamba, Ecuador. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias Pecuarias. 97 p. Disponible En: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/2946>
4. Fuentes F, Poblete C, Huerta M. 2011. Respuesta productiva de conejos alimentados con forraje verde hidropónico de avena, como reemplazo parcial de concentrado comercial. *Acta Agronómica*, 60 (2): 183-189.
5. Garzón W, Castro L. 2014. Elaboración de bloques multinutricionales para alimentación de conejos a base de hoja de manzana (*Malus domestica*) y evaluación de su efecto sobre los parámetros productivos en Nuevo Colón Boyacá. Tesis de grado Zootecnista. Tunja, Colombia. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Programa Zootecnia. 66 p. Disponible En: <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/2642>
6. González J, Hahn Von C, Narváez W. 2014. Característica Botánicas de *Tithonia diversifolia* (Asterales: *Asteracea*) y su uso en la alimentación Animal. *Boletín Científico Museo de Historia Natural*, 18 (2): 45-58. Disponible En: <http://www.scielo.org.co/pdf/bccm/v18n2/v18n2a04.pdf>
7. Hurtado J, Villa R. 2016. Evaluación de la producción en aumento de peso de conejos para carne con una alimentación basada en ensilajes de diferentes especies forrajeras. *Ciencia y Agricultura*, 13 (2): 73-81. Disponible En: <https://www.redalyc.org/journal/5600/560062851008/html/>
8. López O, Montejo I, Lamela L. 2012. Evaluación del potencial nutricional de cuatro plantas forrajeras para la alimentación de reproductoras canículas. *Pastos y Forrajes*, 35 (3): 239-300. Disponible En: <https://go.gale.com/ps/i.do?p=IFME&u=googlescholar&id=GALE|A448339881&v=2.1&it=r&sid=googleScholar&asid=4669040a>
9. Medina M, García D, González M, Cova L, Moratinos, P. 2009. Variables morfo-estructurales y de calidad de la biomasa de *Tithonia diversifolia* en la etapa inicial de crecimiento. *Zootecnia Tropical*, 27 (2): 121-134. Disponible

- En: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-72692009000200003
10. Meza G, Sánchez A, Meza M, Meza C, Franco N, Avellaneda J, Estupiñán Kléber A, Barrera AI, Cabrera R, Vera D, Liuba G. 2012. Digestibilidad in vivo de forrajeras arbustivas tropicales para la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus Linnaeus*), en el litoral ecuatoriano. *Revista Veterinaria y Zootecnia*, 6 (2): 8-16. Disponible En: <http://vip.ucaldas.edu.co/vetzootec/downloads/v6n2a01.pdf>
 11. Mora D. 2010. Usos de la morera (*Morus alba*) en la alimentación del conejo, el rol de la fibra y la proteína en el Tracto digestivo. *Agronomía Mesoamericana*, 21 (2): 357-366. Disponible En: <https://www.redalyc.org/pdf/437/43720093017.pdf>
 12. Nieves D, Araque H, Terán O, Silva L, González C, Uzcátegui W. 2006. Digestibilidad de Nutrientes del Follaje de Morera (*Morus alba*) en Conejos de Engorde. *Revista científica FCV-LUZ*, XVI (4): 364-370. Disponible En: <https://produccioncientificaluz.org/index.php/cientifica/article/view/15211/15187>
 13. Nieves D, Teran O, Cruz L, Mena M, Gutiérrez F, Ly J. 2011. Digestibilidad de nutrientes en follaje de árnica (*Tithonia diversifolia*) en conejos de engorde. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 14 (1): 309-314. Disponible En: <https://www.redalyc.org/pdf/939/93915703030.pdf>
 14. Olivares R, Gómez M, Schwentesius R, Carrera, B. 2009. Alternativas a la producción y mercadeo para la carne de conejo en Tlaxcala, México. *Región y Sociedad*, 20 (46): 191-207. Disponible En: <https://www.redalyc.org/pdf/102/10212161008.pdf>
 15. Pérez A, Montejo I, Iglesias J, López O, Martín G, García D, Milián I, Hernández A. 2009. *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray. *Pastos y Forrajes*, 32 (1): 1-15. Disponible En: <https://www.redalyc.org/pdf/2691/269119696001.pdf>
 16. Pinzón O, Pedraza Y. 2014. Evaluación del efecto del uso de bloques multinutricionales basados en morera sobre los parámetros productivos de conejos Nueva Zelanda. Tesis de grado Zootecnista. Tunja, Colombia. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Programa de Zootecnia. 98 p. Disponible En: <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/2745>
 17. Preston R. 2005. Ventaja de los animales pequeños en los sistemas agropecuarios. *Revista de Agroecología*, 21 (3): 5-7. Disponible En: <https://www.leisa-al.org/web/index.php/volumen-21-numero-3/2021-ventajas-de-los-animales-pequenos-en-los-sistemas-agropecuarios>
 18. Quintero V, García G, Peláez A. 2008. Evaluación de la harina de botón de oro en dietas para conejos en etapa de crecimiento. *Acta Agronómica*, 56 (4): 203-206. Disponible: <https://www.redalyc.org/pdf/1699/169913316008.pdf>
 19. Romero R. 2014 Manual de manejo reproductivo en una granja de conejos, 57 p. Disponible En: http://bibliotecavirtual.dgb.umich.mx/images/libros/manual_de_manejo_reproductivo_en_una_granja_de_conejos.pdf
 20. Team R. D. 2008. R: A Language and environment for statistical computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. Disponible En: <http://www.R-project.org>

21. Vargas D, Castilla J. 2011. Estudio de factibilidad para la implementación de una granja cunícola en Acacias/Meta. Tesis de grado administrador de empresas agropecuarias. Bogotá D.C. Universidad de la Salle. Programa de administración de empresas agropecuarias. 125 p. Disponible [En: https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1195&context=administracion_agronegocios](https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1195&context=administracion_agronegocios)

Aplicación del modelo Aquacrop para un cultivo de maíz (*Zea mays L*)

Application of the Aquacrop model for a corn crop (*Zea mays L.*)

Aplicação do modelo Aquacrop para cultivo do milho (*Zea mays L.*)

Ramos Cantillo José Alexander¹, Becerra Vélez Eduardo¹,
Cárdenas Hernández Julián Fernando² y Jiménez Pizarro Rodrigo³

¹Ingenieros Agrónomos, Universidad de los Llanos.

²Ingeniero Agrónomo, MSc. Docente Universidad de los Llanos

³Ingeniero Químico, PhD, Universidad Nacional de Colombia

jfcardenas@unillanos.edu.co

Recibido 19 de febrero 2019, Aceptado 2 de octubre 2019

RESUMEN

En la producción agrícola se usan una amplia cantidad de modelos descriptivos que buscan predecir la productividad, desarrollo y comportamiento de los cultivos bajo diferentes escenarios de manejo agronómico, factores edáficos, condiciones ambientales y características genotípicas. Entre dichos modelos uno de los más utilizados actualmente y ampliamente distribuidos se encuentra AquaCrop que es descriptivo y que simula la biomasa y el rendimiento potencial cosechable de un cultivo en respuesta a la disponibilidad de agua. Este trabajo se realizó con el propósito de medir el crecimiento y comprender el comportamiento de los diferentes órganos del maíz comercial híbrido BM709, en lo referente a su acumulación de materia seca bajo las condiciones de Altillanura. Dicha evaluación consto de 10 muestreos de medidas biométricas en plantas fijas, y que fueron monitoreadas por la torre de *Eddy covariance*, para recibir la información de las condiciones climáticas de la zona. Para las simulaciones del comportamiento maíz, se utilizó la versión 5.0 del AquaCrop, la cual fue adaptada a las condiciones climatológicas y suelos de la zona para mayor confiabilidad en la estimación de las variables de estudio: materia seca total de la planta, área foliar e índices de crecimiento. El análisis de desarrollo del cultivo en el software AquaCrop presento una representatividad entre lo simulado y lo real superior al 90% generando de esta manera un patrón de

confiabilidad en la toma de decisiones referidas a maximizar los rendimientos del cultivo de maíz. Además logró mostrar que la producción total de materia seca es el resultado de la eficiencia cuando el cultivo intercepta y utiliza la radiación solar disponible durante la fase de crecimiento, la cual en condiciones de Altillanura es buena por los factores ambientales y climáticos, entre ellos el CO₂, radiación, temperatura y precipitación, es de anotar que a los 40°C, cuando las condiciones hídricas, radiación, manejo agronómico sean adecuadas el maíz podría mantener o aumentar su productividad por la alta concentración de CO₂ en el ambiente y su capacidad de alcanzar una tasa de crecimiento del cultivo eficiente, con un índice de área foliar crítico.

Palabras clave: Fisiología, cereales, modelos de simulación.

ABSTRACT

In agricultural production, a large number of descriptive models are used that seek to predict the productivity, development and behavior of crops under different agronomic management scenarios, edaphic factors, environmental conditions and genotypic characteristics. Among these models, one of the most widely used and widely distributed is AquaCrop, which is descriptive and simulates the biomass and potential crop yield of a crop in response to water availability. This work was carried out with the purpose of measuring growth and understanding the behavior of the different organs of BM709 hybrid commercial corn, in relation to its accumulation of dry matter under the conditions of the plain. This evaluation consisted of 10 samples of biometric measurements in fixed plants, and which were monitored by the *Eddy covariance* tower, to receive information on the climatic conditions of the area. For the simulations of the corn behavior, version 5.0 of the AquaCrop was used, which was adapted to the climatic conditions and soils of the area for greater reliability in the estimation of the study variables: total dry matter of the plant, foliar area and growth rates. The analysis of crop development in the AquaCrop software presented a representativeness between the simulated and the real over 90%, generating in this way a pattern of reliability in the decision-making process related to maximizing the yields of the corn crop. Total dry matter production is the result of efficiency when

the crop intercepts and uses the available solar radiation during the growth phase, which under of the plain conditions is good due to environmental and climatic factors, including CO₂, radiation, temperature and precipitation, it should be noted that at 40°C, when water conditions, radiation, agronomic management are adequate, corn could maintain or increase its productivity due to the high concentration of CO₂ in the environment and its ability to reach a crop growth rate efficient, with an index of critical leaf area.

Keywords: Physiology, cereals, simulation models.

RESUMO

Na produção agrícola, utiliza-se um grande número de modelos descritivos que buscam prever a produtividade, o desenvolvimento e o comportamento das culturas em diferentes cenários de manejo agrônômico, fatores edáficos, condições ambientais e características genotípicas. Entre esses modelos, um dos mais amplamente utilizados e amplamente distribuídos é o AquaCrop, que é descritivo e simula a biomassa e o potencial rendimento de uma cultura em resposta à disponibilidade de água. Este trabalho foi realizado com o objetivo de medir o crescimento e entender o comportamento dos diferentes órgãos do milho comercial híbrido BM709, em relação ao acúmulo de matéria seca nas condições da planície, que consistiu em 10 amostras de medidas biométricas em plantas fixas e monitoradas pela torre de covariância por redemoinho, para receber informações sobre as condições climáticas da área. Para as simulações do comportamento do milho, foi utilizada a versão 5.0 do AquaCrop, a qual foi adaptada às condições climáticas e solos da área para maior confiabilidade na estimação das variáveis de estudo: matéria seca total da planta, área foliar e taxas de crescimento. A análise do desenvolvimento da safra no software AquaCrop apresentou uma representatividade entre o simulado e o real acima de 90%, gerando, dessa forma, um padrão de confiabilidade no processo de tomada de decisão relacionado à maximização do rendimento da safra de milho. A produção total de matéria seca é o resultado da eficiência quando a cultura intercepta e utiliza a radiação solar disponível durante a fase de crescimento, o que nas condições da planície é bom

devido a fatores ambientais e climáticos, incluindo CO₂, radiação, temperatura e precipitação, deve-se notar que a 40°C, quando as condições da água, radiação, manejo agrônomo são adequadas, o milho pode manter ou aumentar sua produtividade devido à alta concentração de CO₂ no ambiente e à sua capacidade de atingir uma taxa de crescimento da cultura eficiente, com um índice de área foliar crítica.

Palavras-chave: Fisiologia, cereais, modelos de simulação.

INTRODUCCIÓN

El cambio climático es uno de los retos que se deben afrontar para alcanzar un desarrollo sostenible, la alteración de estas condiciones ambientales están íntimamente ligada al modelo de producción y consumo, en Colombia al igual que muchos países se han observado modificaciones en precipitación y temperatura, reflejo de fenómenos globales y de las particularidades de la geografía colombiana, los cuales han tenido repercusiones sobre la producción de algunos cultivos agrícolas; por tal motivo, uno de los objetivos de la agroclimatología ha sido analizar las interacciones del sistema atmosfera-planta-agua-suelo, así como detectar y definir los factores que limitan la producción agropecuaria. También lo es la predicción del rendimiento de los cultivos y los futuros comportamientos de las variables que pueden afectar positiva o negativamente a la planta, generando así, la necesidad de una herramienta útil para agricultores que les permita tomar decisiones acertadas en las diferentes etapas del cultivo y evitar pérdidas en su producción (Fernández, 2013). Actualmente, se están utilizando herramientas con el fin de minimizar el grado de incertidumbre y tener la respuesta sobre el comportamiento de los cultivos en condiciones climáticas de mucha variabilidad (Ojeda *et al.*, 2013). Las discusiones en torno a la productividad del maíz deben siempre tener como trasfondo una serie de problemas como lo son la creciente demanda global por este alimento, y que su expansión se ha limitado de las fronteras agrícolas por las diferentes condiciones climáticas como son: disponibilidad de agua, distribución y duración lluvias en la Altillanura, y en todo el territorio Colombiano, afectando el desarrollo y rendimiento de cultivos como el

maíz; por tal motivo es importante que se implementen estrategias para que faciliten la adaptación de la agricultura a estos cambios que están experimentando ahora y que seguirán en el futuro (Bello *et al.*, 2013).

De acuerdo a lo anterior, en la producción agrícola se usan una amplia cantidad de modelos descriptivos que buscan predecir la productividad, desarrollo y comportamiento de los cultivos bajo diferentes escenarios de manejo agronómico, factores edáficos, condiciones ambientales y características genotípicas. Entre dichos modelos uno de los más utilizados actualmente y ampliamente distribuidos se encuentra el desarrollado por la FAO, AquaCrop que es un modelo descriptivo que simula la biomasa y el rendimiento potencial cosechable de un cultivo en respuesta a la disponibilidad de agua. AquaCrop es un modelo que estima el rendimiento de cultivos herbáceos donde se incluyen forrajes, vegetales, frutas, aceite, raíces y tubérculos (Fernández, 2013). Considerando que la Altillanura Colombiana es una inmensa sabana con una superficie aproximada de 250.000 km², cuyas condiciones restrictivas del suelo han limitado el desarrollo agrícola, pero bajo el escenario actual se han superado algunos problemas y se estima que en el corto plazo se incorporen importantes áreas a las a la siembra de cultivos de forma tecnificada como el maíz (Etter *et al.*, 2010).

En la zona de Altillanura, se ha observado un crecimiento en el número de hectáreas del cultivo tecnificado de maíz tecnificado y se espera que esta área aumente para año 2022 a cerca de 60.000. con el cambio de uso de la tierra, como área cultivable en grandes extensiones, se genera un aumento en los cambios de los regímenes climáticos y flujos netos de CO₂ en la atmosfera que se enmarcan en una problemática regional y mundial, esto supone en el tiempo un gasto económico. Ante estos problemas es fundamental la incorporación de herramientas tecnológicas y el desarrollo de estrategias de manejo que permitan una intensificación de la producción de maíz, incrementando los rendimientos por unidad de superficie, utilizando eficientemente los recursos que requiere el cultivo (radiación solar, agua y nutrientes, entre otros), pero al mismo tiempo, logrando una reducción de los efectos negativos sobre el ambiente que se derivan del proceso de

producción (FENALCE, 2011). Se ha establecido que existe un rendimiento del maíz tecnificado económicamente alcanzable que está en el orden del 80% del rendimiento potencial, que para la zona de Altillanura varía de 7.0-10.5 Ton/ha rendimientos que se encuentran asociados a las condiciones climáticas de la región y los manejos aplicados al cultivo (Bello *et al.*, 2013).

La conversión de ecosistemas naturales a cultivos, no solo modifica los patrones de acumulación de biomasa de las plantas, también cambia el intercambio de agua y energía entre la superficie y la atmósfera. El cambio en el uso y cobertura de la tierra afecta la fenología de la vegetación, modifica propiedades biofísicas de la superficie (rugosidad y albedo), además de alterar el ciclo biogeoquímico del ecosistema (Corbin *et al.*, 2010). El rol de los cultivos en el ciclo de carbono depende en gran medida del tipo de suelo, cultivo, condiciones meteorológicas, prácticas agrícolas y para el caso del cambio de uso del suelo, de la cobertura sustituida (Béziat *et al.*, 2009; Saunders *et al.*, 2012; Corbin *et al.*, 2010).

AquaCrop desarrollado por la FAO, es un modelo enfocado principalmente a la simulación del crecimiento de la planta y producción de biomasa cosechable en respuesta al agua disponible (Raes *et al.*, 2009), tiene la ventaja de ser relativamente sencillo en comparación con otros modelos de simulación de rendimientos, por lo que con sólo calibrar algunos parámetros se obtienen resultados similares a la realidad, por lo que se facilitó adaptarlo a las condiciones colombianas en comparación a otros modelos, además su plataforma del software resulta ser de fácil manejo (Bello, *et al.*, 2013). El motor de este modelo es el agua en donde la transpiración es trasladada dentro de la biomasa por medio de un parámetro denominado la productividad de agua que es la relación entre la biomasa producida en un metro cuadrado por un milímetro transpirado (Fernández, 2013). Puede usarse como herramienta en para analizar escenarios agrícolas en ciclos y localidades diferentes (Hsiao *et al.*, 2009; Steduto *et al.*, 2009). Este modelo determinístico y para su manejo y aplicación no requiere de muchos conocimientos en sistemas, además es simple sin perder exactitud porque usa un número reducido de parámetros en comparación con otros modelos biofísicos comerciales y se ha

calibrado con buen ajuste y resultados experimentales en varias regiones agrícolas del mundo (Raes *et al.*, 2009).

La estructura de AquaCrop se describe en cuatro aspectos fundamentales (Steduto *et al.*, 2009): 1- Realiza el cómputo separado de la transpiración (Tr) y la evaporación (Ev), lo que permite distinguir entre el consumo de agua útil para el crecimiento del gasto no productivo; 2- El desarrollo del canopeo se efectúa a partir de un modelo que simula su crecimiento y senescencia a lo largo del ciclo, siendo la base para estimar Tr del cultivo y su separación de la Ev del suelo; 3- Estima el rendimiento final (Y) en función de la biomasa acumulada (B) y el índice de cosecha (IC); 4- Pondera el efecto del estrés hídrico sobre cuatro componentes distintos: crecimiento y senescencia de la canopia, Tr e IC.

En una fase operativa, AquaCrop presenta como ventajas la facilidad del manejo de datos de entrada, integrados por información meteorológica/climática de: suelo, prácticas agronómicas, a partir de una interfase configurada de manera muy amigable y fácil de utilizar. En maíz ha sido calibrado bajo distintos ambientes y condiciones de manejo, tanto en seco como bajo riego, mostrando un comportamiento promisorio si se tienen en cuenta las numerosas simplificaciones consideradas por Hsiao *et al.*, (2009).

Las medidas matemáticas directas que conducen a realizar un análisis de crecimiento de una planta o un cultivo en particular en condiciones naturales o controladas de desarrollo fenológico y fisiológico han dado como resultado un análisis de crecimiento que ha sido usado ampliamente para el estudio de los factores que influyen el desarrollo de la planta y el rendimiento, a través del seguimiento de la acumulación de materia seca durante el tiempo (Santos *et al.*, 2010).

La acumulación de materia seca por una población de plantas, depende principalmente del total de carbono fijado y obedece a la intercepción de radiación fotosintéticamente activa y su uso eficiente por el dosel del cultivo (Torres *et al.*, 2012). La intercepción es determinada en primer lugar por el índice de área foliar

(IAF) y por el coeficiente de extinción, un índice de eficiencia de intercepción de la radiación, mientras que la eficiencia fisiológica en el uso de esta radiación puede medirse de manera indirecta a través de la tasa de asimilación neta (TAN) que es la ganancia neta de asimilados por unidad de área foliar en un tiempo determinado. El IAF y la TAN son componentes de la tasa de crecimiento del cultivo (TCC) que mide la ganancia de materia seca por una población de plantas en una determinada área (Torres *et al.*, 2012).

Estos componentes fisiológicos (IAF y TAN) son afectados por la absorción de agua y nutrientes por la raíz, y cuando existe estrés por alguno de estos factores; por ejemplo, por deficiencias nutricionales se puede afectar la captura de radiación y su eficiencia en la producción de biomasa (Tollenaar *et al.*, 2006).

Debido a la diversidad de zonas productoras de maíz tecnificado, este documento presenta resultados del proceso de adaptación del modelo AquaCrop y la parametrización de diferentes variables para un cultivo de maíz bajo las condiciones de Altillanura, mediante un análisis de sensibilidad de algunos parámetros, basados en un seguimiento en campo observando el crecimiento y desarrollo del cultivo, permitiendo de esta manera discutir el efecto de las diferentes condiciones climáticas de temperatura, radiación y precipitación, en búsqueda de mejorar las consideraciones relacionadas con prácticas de manejo apropiadas, lograr un cultivo de maíz mejor adaptado a los procesos de clima, suelo, manejo agronómico y ambiente de la Altillanura colombiana.

METODOLOGÍA

Condiciones del cultivo de maíz

Este cultivo es de tipo comercial, híbrido BM709, siendo establecido en la vereda Chaviva de Puerto López Meta en el km 89 de la vía que de Villavicencio conduce al municipio de Puerto Gaitán Meta, enmarcado dentro del paisaje de Altillanura colombiana. Las coordenadas geográficas del sitio son: 4°19'48.00 N, 72°15'56.72" O y una altura de 185 msnm (Figura 1). El clima de la zona es monomodal con una temporada de baja precipitación marcada, que se presenta entre los meses de

Diciembre hasta Marzo y una época de alta precipitación entre los meses Abril hasta Noviembre, con precipitación total anual de 2200-2500 mm, temperatura media anual que oscila en un promedio de 27.4°C y los vientos con una velocidad promedio anual de 1.6 mt/seg.



Figura 1. Ubicación geográfica del lote del maíz y distribución de cada una de las zonas de muestreo.

Con el propósito de realizar mediciones de crecimiento y comprender el comportamiento de los diferentes órganos de la planta en su acumulación de materia seca bajo las condiciones de Altillanura, se realizó la evaluación en un campo sembrado con maíz comercial híbrido BM709, que presenta un alto techo productivo, buena estabilidad y adaptación a las condiciones de ambiente y suelo de la Altillanura Colombiana. Se realizaron 10 muestreos para medidas biométricas en plantas fijas (Fotografía 1), donde se midieron cuatro (4) plantas, espaciadas a 5 metros la una de la otra, y que se encontraban repartidas equidistantemente en el lote en tres zonas abarcadas por el radio de 800 m² de la torre de *Eddy covariance* (Fotografía 2) otros muestreos se hicieron al azar, tomando en cada uno la parte aérea a lo largo del ciclo del cultivo en cercanía a cada uno de los puntos fijos.

Los muestreos se finalizaron el día en que se realizó la cosecha total del lote que constaba de 154 ha, estas evaluaciones se iniciaron desde los 12 días después de

la siembra en la fase vegetativa hasta el día 115 de grano lleno, los 9 muestreos se hicieron a los 12, 22, 29, 36, 43, 57, 71, 85 y 115 días después de la siembra. Rincón *et al.*, (2007) definen que el crecimiento de los diferentes órganos de las plantas, es un proceso fisiológico complejo, que depende directamente de la fotosíntesis, la respiración, la división celular, la elongación, la diferenciación, entre otros, que además está influenciada por factores como temperatura, intensidad de luz, densidad de siembra, calidad de la semilla, disponibilidad de agua y de nutrientes.



Fotografía 1. Punto de muestreo biométrico (Izquierda)



Fotografía 3. Torre de *Eddy covariance* y cultivo de maíz (derecha)

Para esta investigación se tuvieron en cuenta algunas medidas directas de crecimiento espaciadas a nivel del lote en tres zonas equidistantemente representativas respecto al radio de medición de la torre de *Eddy covariance*, cada una de estas medidas se generó tomando el número de plantas representadas en un metro lineal, con el propósito de determinar un patrón de variación entre los puntos y poder ser llevadas a un análisis de varianza (ANOVA) junto con las medidas biométricas, para poder simular el desarrollo del cultivo de las tres zonas definidas como uno solo y conocer de esta manera las posibles diferencias de desarrollo que se pueden presentar y así lograr estimar las condiciones de desarrollo del cultivo en función del tiempo como se describen a continuación.

Estimación del desarrollo del cultivo

1- Materia seca total de la planta: Con la población experimental establecida se comenzaron las mediciones de crecimiento de acuerdo a los anteriormente descritos, estableciendo un estado de desarrollo de las plantas evaluadas de

acuerdo a la escala fenológica de la BBCH (Hack *et al.*, 1992), se realizó el muestreo en un metro lineal en selección completamente al azar en cada una de las tres zonas definidas, tomando las estructuras aéreas de hoja, tallo, panoja y mazorca, para ser llevadas hasta materia seca en peso constante en una estufa de secado a 70°C durante 48 h y así conocer la distribución de biomasa durante el desarrollo del cultivo.

2- **Área foliar:** Para evaluar esta variable, se midió largo y ancho de todas las hojas de cada planta; multiplicándolo por 0.75 para determinar área foliar por hoja, lo que permitió obtener el total por planta y el correspondiente índice de área foliar dividiéndola entre el área del suelo ocupada por la planta, durante todas las etapas de crecimiento evaluadas, sabiendo que la población inicial sembrada fue 80.000 plantas por hectárea (área de cada planta 50 cm x 25cm).

3- **Índices de crecimiento:** Hunt, (1990) establece que, que estos índices son utilizados para un análisis de crecimiento son: el IAF, entendido como el área de las hojas del cultivo presente en un metro cuadrado de suelo, siendo así, una medida que no tiene unidades; la TCC mide el incremento de la masa seca por unidad de tiempo y área (g/día/m^{-2}) y TAN que mide la acumulación de masa seca en función del área foliar por unidad de tiempo (Tabla 1). Dicha información fue analizada mediante el paquete estadístico Infostat se aplicó un análisis de varianza ANOVA para diferencias entre zonas y la prueba de Tukey ($P < 0.05$) a fin de poder realizar un análisis a las tres zonas con un único patrón medio de comportamiento.

Modelo AquaCrop

En el presente trabajo, se utilizó la versión 5.0 del AquaCrop, la cual fue adaptada a estas condiciones para mayor confiabilidad a las condiciones de la región (Figura 2). Para ser más exacta la estimación de las variables de estudio se dispuso de la siguiente información como: condiciones meteorológicas, suelos en cuanto a variables hidrofísicas en varios horizontes y rendimientos histórico del cultivo. La caracterización climática con los datos generados por la torre de *Eddy covariance* se realizó la adaptación del modelo de AquaCrop, durante el periodo en los cuales

se tomarán datos de crecimiento y desarrollo del cultivo. Las variables climáticas tomadas fueron: precipitación (PPT), temperatura máxima (T máx.), temperatura mínima (T mín.), Humedad relativa (HR), Brillo solar (Br. Solar) y Evapotranspiración de referencia del cultivo (ETo) la cual fue calculada mediante el software ETo Calculator, y que fueron ingresadas en el módulo de clima del software AquaCrop.

Tabla1. Índices fisiológicos de crecimiento y sus fórmulas

Índice de crecimiento	Fórmula para su cálculo
Tasa de acumulación neta	$TAN = ((msf - msi) / (tf - ti)) \times ((\ln aff - \ln afi) / (aff - afi))$
Índice de área foliar	$IAF = af / as$
Tasa de crecimiento del cultivo	$TCC = \{((msf - msi) / (tf - ti)) \times ((\ln aff - \ln afi) / (aff - afi))\} \times (af / as)$
Dónde:	
msf = masa seca final	aff = área foliar final
msi = masa seca inicial	afi = área foliar inicial
tf = tiempo final (días)	In aff = logaritmo natural de área foliar final
ti = tiempo inicial (días)	In afi = logaritmo natural de área foliar inicial
In msf = logaritmo natural de masa seca final	af = área foliar
In msi = logaritmo natural de masa seca inicial	as = área de suelo

Fuente: Adaptado de Rincón *et al.*, (2007)

Dentro del modelo AquaCrop se tiene un grupo de módulos (Figura 3), que permiten ingresar las variables externas, de estado y los parámetros no Conservativos que son los propios de cada región.

Se utilizaron registros diarios la torre de *Eddy covariance*: precipitación, radiación, temperatura máxima y mínima, y evapotranspiración de referencia (ETo); concentración de CO₂ asignada de manera aproximada dentro del modelo de AquaCrop los cuales fueron calculados por la torre en 413ppm. La evapotranspiración se estimó con el modelo ETo Calculator por medio de registros diarios de las variables de temperatura máxima y mínima, humedad relativa y radiación neta. A continuación, se describen la forma como se realizaron los ajustes de los tres módulos: Cultivo, suelo y manejo del cultivo.

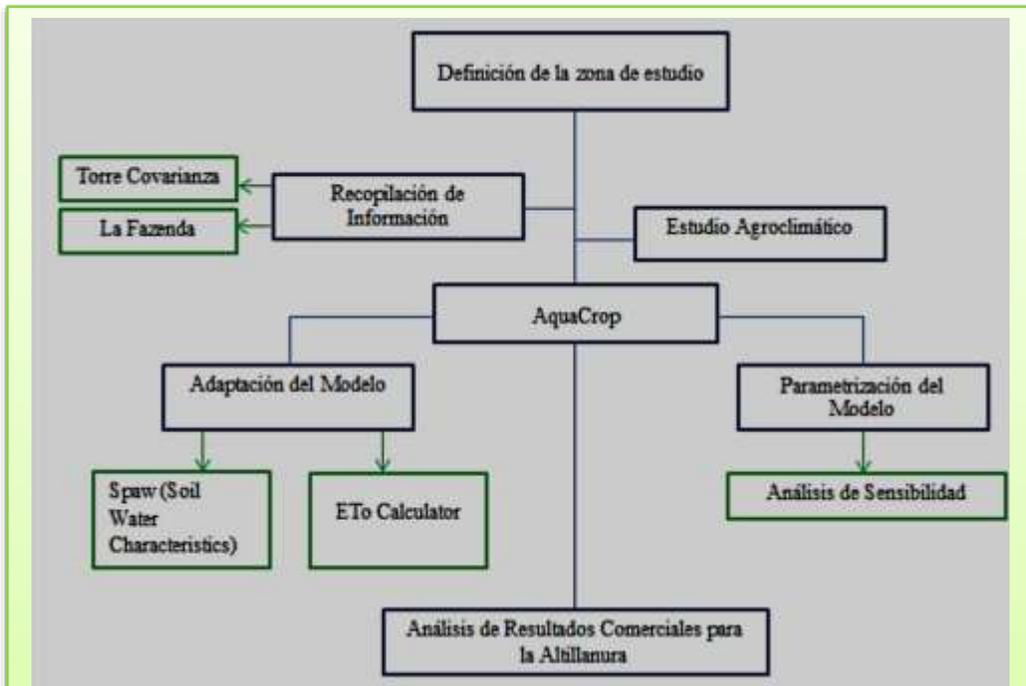


Figura 2. Diagrama metodológico para la parametrización y generación de resultados del AquaCrop.

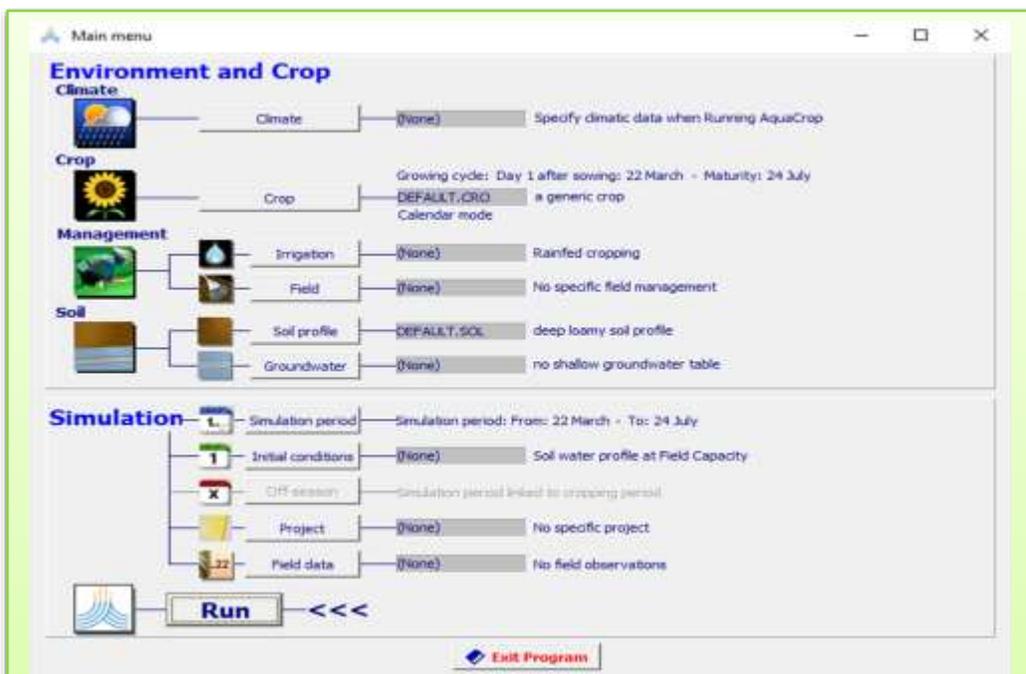


Figura 3. Ventanas de entrada de información para cada uno de los módulos de AquaCrop.

Módulo de cultivo

Para el ajuste del modelo de AquaCrop se realizaron simulaciones, inicialmente sin modificar los parámetros “conservativos” del cultivo y se compararon las salidas en cuanto a rendimiento respecto a la información de campo. A su vez se evaluó estadísticamente el seguimiento de las variables biomasa seca, rendimiento del grano seco e índice de cosecha y follaje (Canopy Cover), durante el ciclo de cultivo apoyado en el análisis de crecimiento durante el ciclo del cultivo. Los Parámetros conservativos son específicos para cada cultivo que no cambian sustancialmente con el tiempo, las prácticas de gestión, la ubicación geográfica o el clima. También se supone que no cambian con cultivares a menos que se demuestre lo contrario. Se calibran con datos de la cosecha cultivados en condiciones favorables y no con limitantes, pero siguen siendo aplicables para situaciones de estrés a través de su modulación por funciones de respuesta (Steduto *et al.*, 2012).

Módulo suelo

Se requirió información de parámetros físicos de textura y para punto de Marchitez permanente, capacidad de campo, punto de saturación y conductividad hidráulica saturada, se utilizó el software SPAW, en el módulo Soil Water Characteristics. Esta información se refirió a perfiles de calicatas medidas en campo en cercanías a los lotes bajo estudio.

Módulo de manejo de cultivo

Riego: Debido a la adecuada precipitación y poca área, donde se realizó el experimento, no fue necesaria la aplicación de riego.

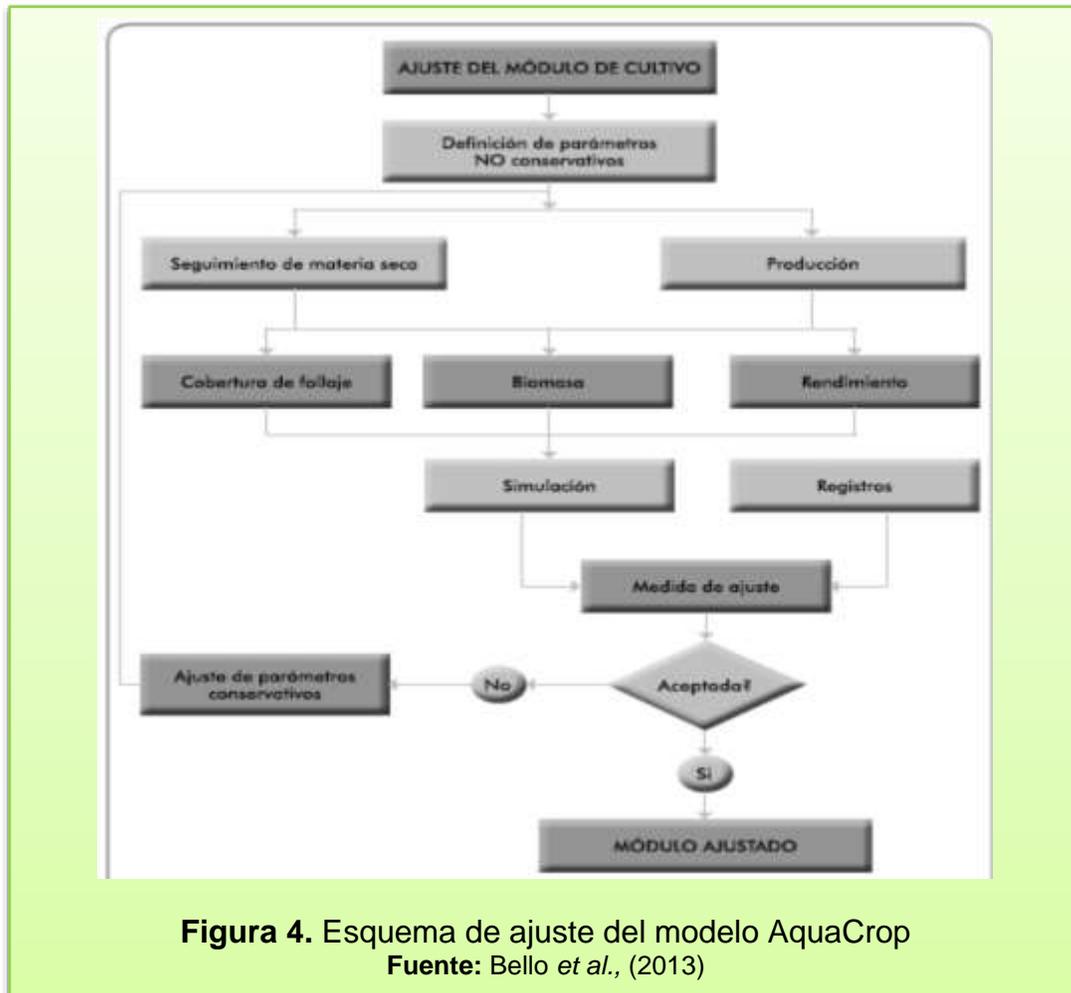
Prácticas agrícolas: El modelo AquaCrop asume porcentaje de fertilidad del cultivo fijo durante todo el ciclo, el cual es una relación entre la biomasa observada y la potencial. De tal forma, se estimó el rango de fertilidad moderado (entre 59 y 75%), el cual fue corroborado en campo por las medidas biométricas tomadas.

Ajuste del modelo de AquaCrop

Para este ajuste del modelo en el material del cultivo de maíz seleccionado, se realizó Altillanura siguiendo un esquema (Figura 4), a partir de información recopilada por la torre de *Eddy covariance* para los datos de clima de la época, el cual tuvo como punto de partida la definición de los parámetros no conservativos, que se llevó a cabo en las distintas etapas del cultivo, de acuerdo a los registros de rendimientos de biomasa y producto cosechado, se logró observar el comportamiento de los diferentes procesos o variables determinantes que caracterizan el proceso evolutivo del cultivo y su resultado final: cobertura de follaje, biomasa, rendimiento. Estos parámetros fueron la base de la simulación realizada en el software, en tanto que estos valores son comparados con los resultados obtenidos en campo. Si el ajuste obtenido no es el adecuado se procedía a cambiar algún/algunos parámetros conservativos y se volvía a iniciar el proceso descrito. En el caso de estudio que se describe, el patrón de ajuste se determinó por medio del seguimiento de la materia seca llevada a cabo durante el análisis de crecimiento del cultivo. Se analizó el ajuste de acumulación de biomasa y rendimiento seco, en índice de cosecha, y evolución de cobertura. Se decidió cambiar el parámetro conservativo de fertilidad potencial para mejorar el ajuste a las condiciones de Altillanura, de acuerdo a los análisis de sensibilidad.

Análisis de sensibilidad

Para entender la susceptibilidad del modelo a los cambios en las características medioambientales y cómo esa susceptibilidad puede afectar las salidas en biomasa y/o rendimientos, con base en el ajuste para la Altillanura, se seleccionaron algunas de las principales entradas del modelo, siendo modificadas dentro de un rango específico para observar las alteraciones en la producción del cultivo. Todas las comparaciones de variación porcentual debieron ser respecto a los rendimientos finales en la etapa de ajuste del modelo. El análisis de sensibilidad se llevó a cabo sobre las siguientes entradas: nivel de fertilidad del suelo, comportamiento del modelo AquaCrop variando los índices de cosecha, el Canopy Cover, escenarios de CO₂ y condiciones iniciales de suelo.



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para realizar el seguimiento al crecimiento del cultivo de maíz se tuvo en cuenta los siguientes parámetros: fenología, área foliar, altura de planta, número de hojas y distribución de masa seca. De acuerdo con la metodología planteada se realizó una revisión de las medidas biométricas y tomadas durante cada una de las etapas de desarrollo referenciados dentro de la escalada de la BBCH (Tabla 2), estos datos fueron separados y tabulados para cada una de las zonas definidas en el lote, con el propósito de realizar una comparación entre los datos cada área y encontrar correlación entre los valores, que permitiera hacer un análisis de la información homogenizando estas tres zonas como un solo lote, en lo referente a la altura de planta, número de hojas, acumulación de materia seca y área foliar, encontrando

que para la variable de altura se presentaron diferencias entre zonas en los muestreos: dos , tres y cuatro, y para el de numero de hojas en la toma de muestra siete, mientras que para la acumulación de materia seca se observaron diferencias en la toma de datos: uno, cuatro y seis y para el área foliar en el muestreo número siete.

Tabla 2. Épocas de muestreo y estadio de desarrollo del cultivo de acuerdo a las escalas de BBCH

Muestreo	DDS	Escala BBCH
Uno	3	Estadio principal 0. Germinación
Dos	12	
Tres	22	Estadio principal 1. Desarrollo de las hojas (tallo principal).
Cuatro	29	
Cinco	36	Estadio principal 3. Crecimiento longitudinal del tallo principal
Seis	43	Estadio principal 5. Aparición del órgano floral (tallo principal)
Siete	57	Estadio principal 6. Floración (tallo principal)
Ocho	71	Estadio principal 7. Formación del fruto
Nueve	85	Estadio principal 8. Maduración de frutos y semillas
Diez	115	Estadio principal 9. Senescencia

Escala fenológica de la BBCH (Kack, *et al.*,1992)

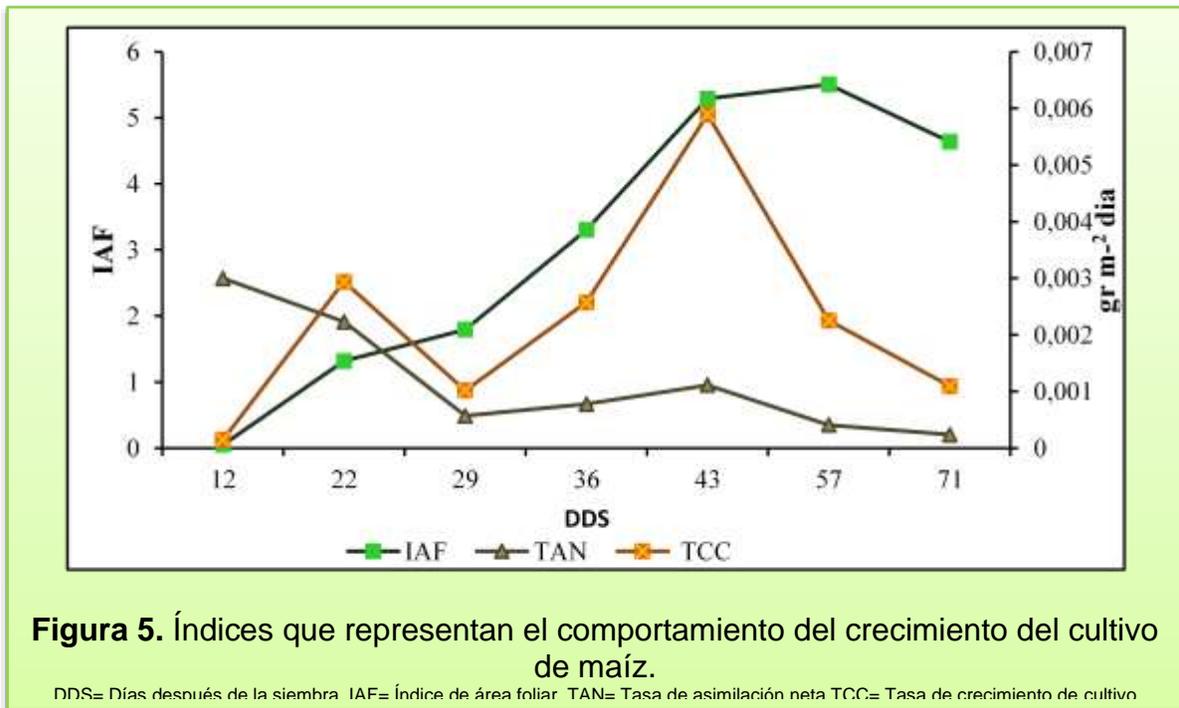
DDS = Días después de la siembra

De acuerdo a lo anterior, con el propósito de realizar un solo análisis de los datos se asumieron estas diferencias como errores en los coeficientes de variación, los cuales para ser datos de campo se encontraban bastante ajustados, para tomar las tres zonas como una sola y realizar el análisis al crecimiento y desarrollo del cultivo, bajo un desarrollo de cultivo modelado como un único lote. El resumen general de los datos finales arrojados por el análisis estadístico fue utilizado en el análisis del AquaCrop y en los cálculos de los diferentes índices de crecimiento, tomando las medias de la prueba estadística de cada uno de los resultados, para realizar los respectivos gráficos y análisis.

Teniendo en cuenta que la biomasa total de un cultivo hasta su cosecha, es la fijación de carbono de las plantas durante todo su ciclo de crecimiento, la cual se ve afectada por diferentes factores climáticos, manejo agronómico, suelo, ambiente y material genético empleado, debido a la eficiencia con que las plantas utilizan cada uno de estos recursos (Figura 5), aclarando que cultivos eficientes como el maíz tienden a depositar la mayor parte de su crecimiento en aumentar su área foliar, para aprovechar la radiación solar neta en la fijación de carbono, por tanto la tasa de crecimiento de cultivo (TCC) de una especie está relacionada estrechamente a la intercepción de radiación solar, que para este cultivo presentó un declive a la edad de 29 días después de la siembra (DDS) y cuando la planta supero el índice de área foliar de cinco; así que la tasa de asimilación neta (TAN) (que se define como el aumento neto en peso seco por unidad de tiempo y por área foliar) es directamente proporcional al índice de área foliar (IAF), durante este periodo de los 22 a 29 días se genera un estancamiento en el aumento del IAF el cual hizo declinar la TCC, debido a factores climáticos que inhibieron la intersección de radiación por parte de las plantas perdiendo eficiencia en la utilización de esa energía en la acumulación de carbono (Figura 5).

Al presentarse un declive de la TCC luego a 43 días, tiempo durante el cual se inicia la floración y se alcanza el máximo el inicio de máximo IAF (el cual determina la disponibilidad de carbohidratos para cumplir las funciones de mantenimiento de la planta y llenado de grano); al ser este directamente proporcional a la TAN (esta es alta cuando las plantas son pequeñas y la mayoría de las hojas están expuestas a la luz solar directa), a medida que el cultivo crece y el índice de área foliar se incrementa, más y se aumenta el número de hojas que comienzan a sombrearse, causando una disminución de la TAN a medida que el crecimiento progresa, permite definir de esta manera el IAF óptimo bajo estas condiciones en 5.29; esto se sustenta en el estudio en el que (Brougham, 1965) mostró que la TCC aumentó hasta un IAF de cinco, en donde el canopeo interceptó el 95 % de la radiación solar incidente, este autor afirma que un IAF por encima de cinco cambia significativamente la TCC, por lo tanto el IAF óptimo, es cuando alcanza la máxima

TCC, puesto que está disminuyó a medida que el IAF se incrementaba más allá del óptimo.



Este aumento significativo en la TCC en la fase vegetativa del cultivo, porque el IAF fue superior o igual a cinco, le permitiría a la planta desarrollar los procesos de acumulación de carbono para el inicio de la etapa de floración, para adelantar este proceso y de esta manera acumular en un mayor tiempo energía para el llenado de grano, ayudando a aumentar los rendimientos finales del cultivo. Es importante resaltar, que días antes al inicio de máximo índice de área foliar, se presentó una fertilización nitrogenada que ayudaría a elevar el número de hojas para aumentar la tasa de fotosíntesis, llevando a un incremento en la tasa de crecimiento del cultivo.

Andrade y Sadras, (2000) afirman que inicialmente el área foliar en maíz aumenta a una tasa exponencial, pero al comienzo es pequeña y la radiación interceptada no es significativa por varias semanas, mientras que en floración el desarrollo del área foliar, finaliza siendo el objetivo de las prácticas culturales maximizar la fotosíntesis del cultivo interceptando prácticamente toda la radiación solar incidente.

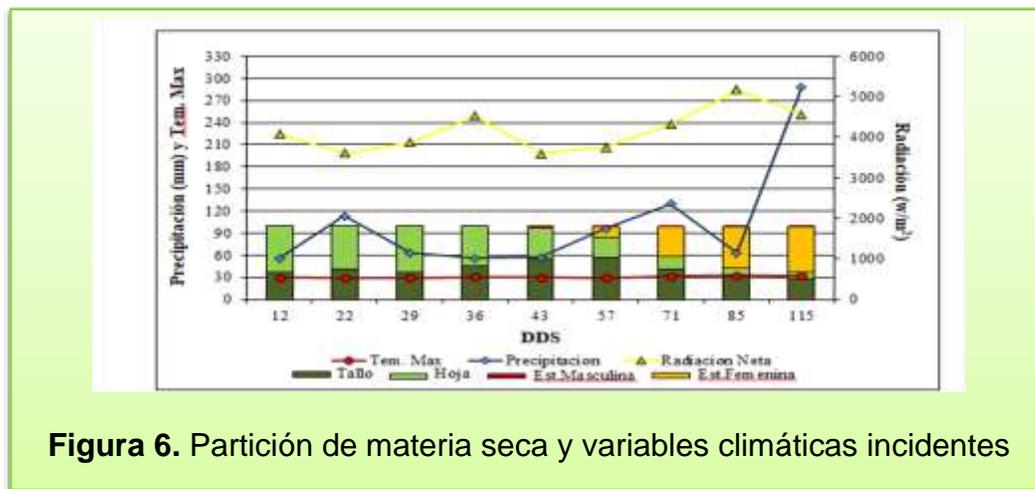
Si se tiene en cuenta la importancia de medir la altura se puede determinar el grado de desarrollo del área foliar y el tamaño final de la planta en su función de captar la radiación necesaria que le permita acumular la cantidad de carbohidratos que requiere para el llenado de grano, el cual definirá su rendimiento, se puede observar que la altura media a los 29 días es superior a 38 cm, con un decaimiento en la TCC en los primeros estadios, puesto que carece de superficie foliar para captar toda la luz, por lo tanto no es aprovechada la radiación para alcanzar un IAF y así se afecta su TCC. Posterior a ello, inicia un proceso de máxima elongación a los 36 días con un aumento de la radiación y de área fotosintetizante alcanzando una altura de 83 cm, incrementado la acumulación de materia seca que continuará hasta la etapa reproductiva avanzada, lo que indica un proceso de alta elongación del tallo debido a que en la medida que despliega nuevas hojas, la proporción de radiación que es interceptada por el cultivo aumenta y con ella la TCC producto de haber alcanzado un IAF crítico; esta TCC se eleva a medida que se incrementa la eficiencia de intercepción de radiación.

Toyer y Brown (1976), en la determinación de la producción, en algunos casos, el tamaño de una planta es más importante que la duración del período de llenado de grano, debido a que su rendimiento potencial en antesis está en función de su crecimiento previo porque que se desarrolla con menos competencia y su rendimiento potencial es más alto, en este caso previo al inicio de la floración la planta alcanzó una altura mayor a 147cm, llegando a ser casi el doble de su medida anterior y consolidando en esta etapa de floración el mayor número de hojas durante todo el ciclo de cultivo con 14 hojas.

Este incremento potencial en la altura de la planta finaliza con la antesis y es superior a 239 cm 57 DDS, que coincide con una etapa de máximo número de hojas y un IAF óptimo y que se continúa incrementando, lo cual genera un decaimiento en la TCC, por lo que la máxima acumulación de carbohidratos por para el llenado del grano ha cesado definiendo de esta manera el rendimiento final. Teniendo en cuenta que una vez cesada la TCC la planta solo creció 5.71cm hasta el día de la cosecha. Es de aclarar que si se hubiese mantenido un IAF crítico (por debajo de 529) cuando

el porcentaje de intercepción de radiación se aproximaba al 95%, la TCC hubiese continuado y posiblemente al final esto hubiera generado un aumento en el rendimiento del grano.

Andrade *et al.*, (1996) establecen que el crecimiento del cultivo resulta de la acumulación de biomasa vegetal, quedando determinado el rendimiento en grano de esa biomasa acumulada durante su crecimiento particionado entre los órganos de cosecha y el resto de la planta. La acumulación de biomasa se debe, principalmente, al balance neto positivo del intercambio de carbono entre la planta y su ambiente, donde las pérdidas por respiración son compensadas a través del proceso de fotosíntesis. Por lo tanto, la acumulación de biomasa en el cultivo depende de la cantidad de radiación solar disponible, de la capacidad del canopeo para interceptarla y de la eficiencia con que el cultivo convierte la radiación capturada en biomasa vegetal (Figura 6).



El seguimiento al desarrollo del cultivo en una precipitación total de 922.5 mm, no se presentó limitantes por agua, considerando que Pedral *et al.*, (2010) establece que los requerimientos hídricos del maíz durante su ciclo son alrededor de 550 a 575 mm con un óptimo de 800 mm, inferior a lo reportado en el presente estudio. Es de aclarar que la mayor parte de estas precipitaciones ocurrieron en horas de la noche y madrugada, sin afectar las horas de mayor radiación del día donde la planta genera su mayor tasa fotosintética.

Durante el desarrollo del cultivo la temperatura mínima y máxima fluctuaron entre 30 y 33°C, y 22 y 23°C, respectivamente, siendo sus promedios 22 a 33°C, por lo que éstas no fueron limitantes para una mayor expresión del rendimiento del material de maíz, debido a que la temperatura máxima en la cual se afecta el desarrollo de este cultivo se encuentra entre 40 y 44°C (Kiniry y Bonhomme, 1991).

Para que un cultivo use eficientemente la radiación solar, gran parte de ésta debe ser absorbida por los tejidos fotosintéticos, siendo las hojas los órganos responsables de la fotosíntesis e interceptación de luz iniciando un desarrollo exponencial, aunque su capacidad de captar luz en sus primeras etapas se ve limitada por la cantidad de área foliar que empieza a ser determinante cuando esta no se alcanza un IAF crítico. Cultivos eficientes como los C4, entre ellos el maíz tienden a invertir la mayor parte de su crecimiento temprano en expandir su área foliar, lo que resulta en un mejor aprovechamiento de la radiación solar (Figura 6), las primeras etapas constituidas hasta los 29 DDS, la planta almacena cerca del 60% de su materia seca en las hojas. Una vez se inicia aumentos en la radiación, genera una máxima elongación y la distribución de sus carbohidratos, por lo que en canopeos con un alto IAF, las hojas jóvenes en la parte superior absorben la mayor proporción de radiación, tienen una alta tasa de asimilación de CO₂ y translocan gran cantidad de compuestos hacia otras partes de la planta, a los 36 DDS hay una redistribución de estos asimilados y posteriormente al inicio de la floración hacia el tallo, a los 43 DDS.

A los 36 DDS con el aumento en los niveles de radiación y alcanzándose el IAF crítico la planta comienza un rápido incremento en la acumulación de materia seca que continuará hasta la etapa reproductiva avanzada. Esto se debe a que las condiciones de temperatura durante el día llegaron en ocasiones a alcanzar valores de 35°C, factor que afecta la tasa de crecimiento del cultivo, ocasionando que se modifique la duración de las distintas etapas ontogénicas del cultivo, afectando su crecimiento y consecuentemente el tiempo en el cual la radiación puede ser interceptada y transformada en materia seca, también influye el número final de hojas y el desarrollo del follaje, el cual define su IAF (Tollenaar *et al.*, 2006), esto

trajo como efecto un adelanto en la etapa de floración si se tiene en cuenta que se reportaba que la floración se a los 50 días, sin embargo se alcanzó a los 43 días en estas condiciones.

Andrade y Sadras, (2000) establecen que el inicio del mayor IAF encontrado a los 43 días coincidió con el inicio del desarrollo reproductivo de la planta, momento en el cual necesita de su máxima capacidad fotosintética para acumular carbohidratos y materia seca, para ser utilizados posteriormente en la formación de la mazorca, entre los 47 y 53 DDS, con capacidad de removilización de los carbohidratos de reserva a zonas que para esta investigación estuvieron dirigidos al tallo, estructuras reproductivas y finalmente la mazorca debido a que la planta alcanzo un IAF optimo que llevo a la disminución en su TCC.

Zamski y Schaffer (1996), establecen que la fracción del crecimiento total asignada a la formación del grano depende del patrón de repartición de la materia vegetal producida en la planta a lo largo de su ciclo de vida. Los granos constituyen los órganos de interés económico en maíz y por lo tanto, la fracción que se busca maximizar, en el porcentaje del peso total producido, el cual termina alojado en la mazorca y finalmente en los granos, alcanzando en esta investigación entre el 60 al 62%.

Generalmente la densidad de siembra depende del genotipo, además de otras variables como disponibilidad de agua, manejos agronómicos, fertilidad del suelo, entre otros; por otro lado, la oferta de radiación solar debe ser la adecuada para la densidad de siembra definida, además es importante tener en cuenta que los vientos fuertes que se presentan en la región pueden causar problemas con materiales de porte muy alto los cuales pueden volcarse generando pérdidas en el rendimiento. Durante la época seca que se presenta en la zona, los pocos eventos de lluvia hacen que la evapotranspiración (ET_o) sea alta, lo que lleva a que el déficit hídrico sea muy alto limitando la producción de maíz, o se disminuye ostensiblemente la producción de grano.

En el ajuste del modelo AquaCrop se simularon las condiciones de suelo e índice de cosecha, la fertilidad del suelo usada fue del 100% y el índice de cosecha se dejó por defecto en el 50%, los parámetros de cultivo se introdujeron tal cual como lo refería la literatura del híbrido, en esta simulación los componentes de clima y suelo, otros factores como: horizontes, textura, y conductividad hidráulica, fueron medidos en campo. Esta simulación dio como resultado una productividad en grano de 15.718 Ton/ha y una biomasa seca de 31.4 Ton/ha; posteriormente se realizaron más corridas ajustando los valores a los medidos en el campo con el análisis de crecimiento y el resultado fue una biomasa de 22.4 Ton/ha, utilizando el índice de cosecha medido en campo que fue del 53%; dando una productividad en grano de 11.853 Ton/ha, para esta simulación se usó una fertilidad del suelo del 73% ,valor que se encuentra en un rango moderado de acuerdo al software, dada las condiciones de la zona y las buenas labores del cultivo se realizaron durante todo su ciclo bajo el sistema de mínima labranza con siembra directa.

Se presentó una reducción del 28.87% en la producción de biomasa simulada en los dos escenarios uno con condiciones óptimas y otro con las condiciones reales del campo, en cuanto a producción de grano se observó una reducción del 24.58%, en los dos escenarios, dicha reducción es considerablemente alta en productividad. Esto hace suponer que si se generan condiciones de cultivo de maximización de recursos ambientales, manejo agronómico y clima en la zona se podría llegar a obtener rendimientos superiores a 12 toneladas

la comparación de los rendimientos reales medidos en campo, y los que fueron simulados con el software, los cuales no difieren mucho y se soportan en el coeficiente de *Spearman* de 0.99 muy cercano a 1, esto indica una fuerte relación entre los datos de campo y los simulados; estos valores demuestran que la parametrización del modelo AquaCrop en las condiciones de cultivo de la zona estudiada, explican de una manera muy aproximada el desarrollo de acumulación de biomasa seca en el cultivo de maíz en las condiciones de suelos y ambientales de la Altillanura colombiana (Tabla 3).

Tabla 3. Comparación de rendimientos medidos en campo y los simulados por el AquaCrop

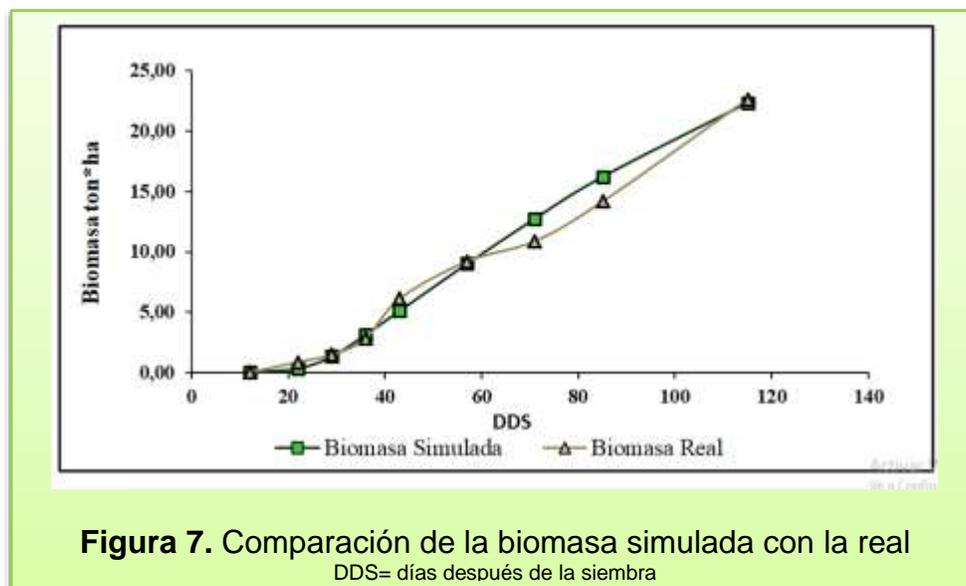
Biomasa Real Ton/ha	Biomasa Simulada Ton/ha	Coefficiente de Determinación	Rendimiento Real Ton/ha	Rendimiento Simulado Ton/ha	Coefficiente de Determinación	Coefficiente de Spearman
22.67	22.36	0.9839	10.85	11.85	0.99	0.99

El coeficiente de determinación fue 0.9839 en la estimación de biomasa aérea en Ton/ha y el seguimiento de biomasa seca, es decir que el modelo es muy acertado a la hora de predecir el comportamiento del material BM709 en estas condiciones por los resultados que se observan en el seguimiento de la producción de biomasa en las diferentes etapas de muestreo, los cuales demuestran estar en concordancia: los datos simulados con los reales, lo que se logró ajustando la fertilidad del suelo a 73%; los datos simulados de materia seca total hasta el día de cosecha fueron de 22.36 Ton/ha y los reales de 22.67 Ton/ha, observándose una diferencia de 0.31 Ton/ha, lo cual es una diferencia baja que marca la asertividad del modelo AquaCrop; por otro lado, el crecimiento vegetativo fue constante hasta cerca de los 43 días cuando se presenta la floración y cesa el crecimiento vegetativo e inicia la fase reproductiva y la formación de grano (Figura 7).

En cuanto al rendimiento la acumulación del grano seco (Figura 8), empezó cerca a los 57 días, y continuo un crecimiento hasta los 115 días, tiempo en el que se realizó la cosecha del grano y el cultivo se encontraba en su madurez fisiológica, se puede observar que los datos medidos en campo y los simulados por el software AquaCrop son muy similares, teniendo un coeficiente de determinación de 0.99, es decir que el modelo simuló el rendimiento con un alto grado de exactitud, el rendimiento real que se midió en campo de siendo de 10.85 ton/ha Vs el simulado de 11.85 Ton/ha, la diferencia fue una tonelada, dicho cambio se puede deber a que las plantas en la simulación no tienen ataques de plagas, enfermedades, problemas de germinación, o pérdidas en la cosecha.

En el canopy cover (CC) real y simulado, se observaron algunas diferencias entre los datos tomados en campo y los que AquaCrop (Figura 9), esto se debió

principalmente a la poca cantidad de muestreos de área foliar que se realizaron. Los datos simulados y los reales coincidieron en la época de mayor cobertura del follaje que fue cercana a los 43 días de la siembra, etapa en la cual el cultivo se encontraba en el inicio de la de floración, el crecimiento de la cobertura del dosel es constante hasta el llenado de grano donde empieza a disminuir en los datos de campo se puede observar que ocurre entre los 57 y 60 días. Por otro lado, el modelo no toma en cuenta enfermedades o plagas que puedan disminuir la cobertura del dosel. El coeficiente de determinación para el CC real y simulado, fue de 0.8162 aunque es cercano a uno, es bajo en comparación con los resultados que se obtuvieron con la biomasa, este es un parámetro que se debe tener en cuenta para futuras simulaciones con el software dado que para obtener datos más exactos es pertinente que se realicen más muestreos de cobertura de follaje o canopy cover, lo anterior, se observó en el ejercicio de simulación debido a que el dato de cobertura máxima del follaje afecta la salida de biomasa y de rendimiento del grano en el caso del cultivo de maíz.



El software AquaCrop permite determinar las mejores fechas de siembra dependiendo de criterios ajustables de lluvia o de temperatura, logrando definir cuáles serían las fechas óptimas de siembra para obtener los mejores rendimientos. Es una ventana de oportunidad que se da para la siembra que es limitada, ya sea

por factores climáticos o por disponibilidad de maquinaria y mano de obra, también permite saber cuál sería el rendimiento si se decide adelantar la siembra unos días o postergarlo. Aunque es muy importante tener en cuenta para los manejos de plagas y enfermedades que el software no tiene en cuenta esas variables.

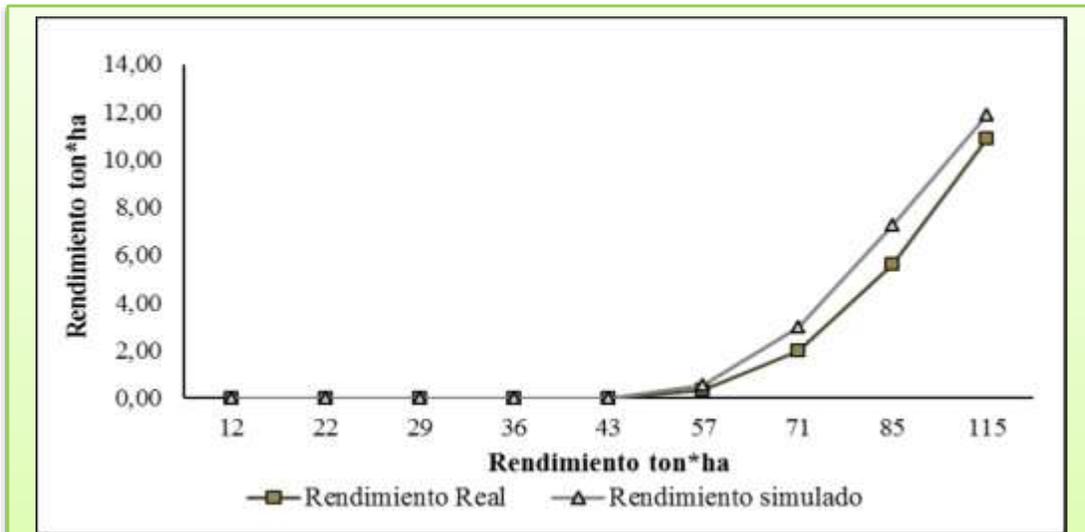


Figura 8. Seguimiento del rendimiento real y el simulado
 DDS= días después de la siembra

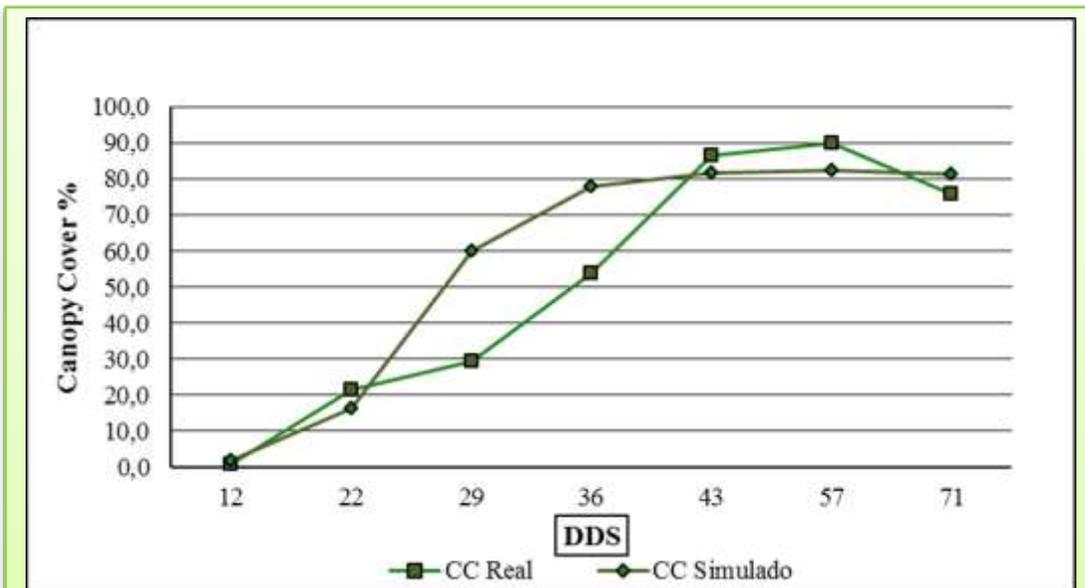


Figura 9. Canopy Cover (CC) con datos reales de campo comparado con el simulado por AquaCrop
 DDS= días después de la siembra

Al atrasar la siembra, las mayores temperaturas aceleran la velocidad de aparición y despliegue de las hojas determinando el rápido establecimiento de un canopy eficiente para capturar radiación. Este efecto, sumado a los niveles crecientes de radiación solar incidente hacia el verano, le permite a las siembras tardías acumular una cantidad de radiación interceptada hasta la floración semejante a la de las siembras tempranas a pesar del menor número de días transcurridos. Las mayores temperaturas durante la fase vegetativa que experimentan las siembras tardías favorecen una alta eficiencia de conversión de luz en crecimiento (Andrade *et al.*, 2000) acumulando generalmente más biomasa al momento de floración que las siembras tempranas.

La concentración de CO₂ obtenida fue 415 ppm, con una fertilidad del suelo del 73%, además se observó que la planta no tuvo otros factores de estrés que impactaran negativamente su rendimiento, porque había una buena disponibilidad de agua en el suelo, por las constantes precipitaciones que se presentaron en la zona (Figura 10), el ajuste de los datos de CO₂ que trae por defecto el software, se logró obtener los niveles medios de este compuesto durante el ciclo de cultivo e ingresar el dato real de CO₂ que fue de 415 ppm, este dato es muy importante para que el software simulara las condiciones de una forma precisa, puesto que concentración de CO₂ en el ambiente determinan la tasa fotosintética del cultivo aunque algunos autores señalan que los cambios en plantas C4 son bajos, según Salinger *et al.*, (1997). El maíz presenta características fisiológicas favorables en lo que se refiere a la eficiencia de conversión de CO₂ de la atmósfera, en compuestos orgánicos como los carbohidratos. Este proceso, que se realiza a través de la fotosíntesis, se refiere a la bioconversión de la energía solar en biomasa, en maíz la gran eficiencia de transformación de la energía luminosa en energía química, se debe al proceso fotosintético llamado "C4", en el cual, el CO₂ es fijado en compuestos de cuatro carbonos; estos carbohidratos son continuamente almacenados en las células de la vaina vascular de hojas y posteriormente redistribuidos por toda planta.

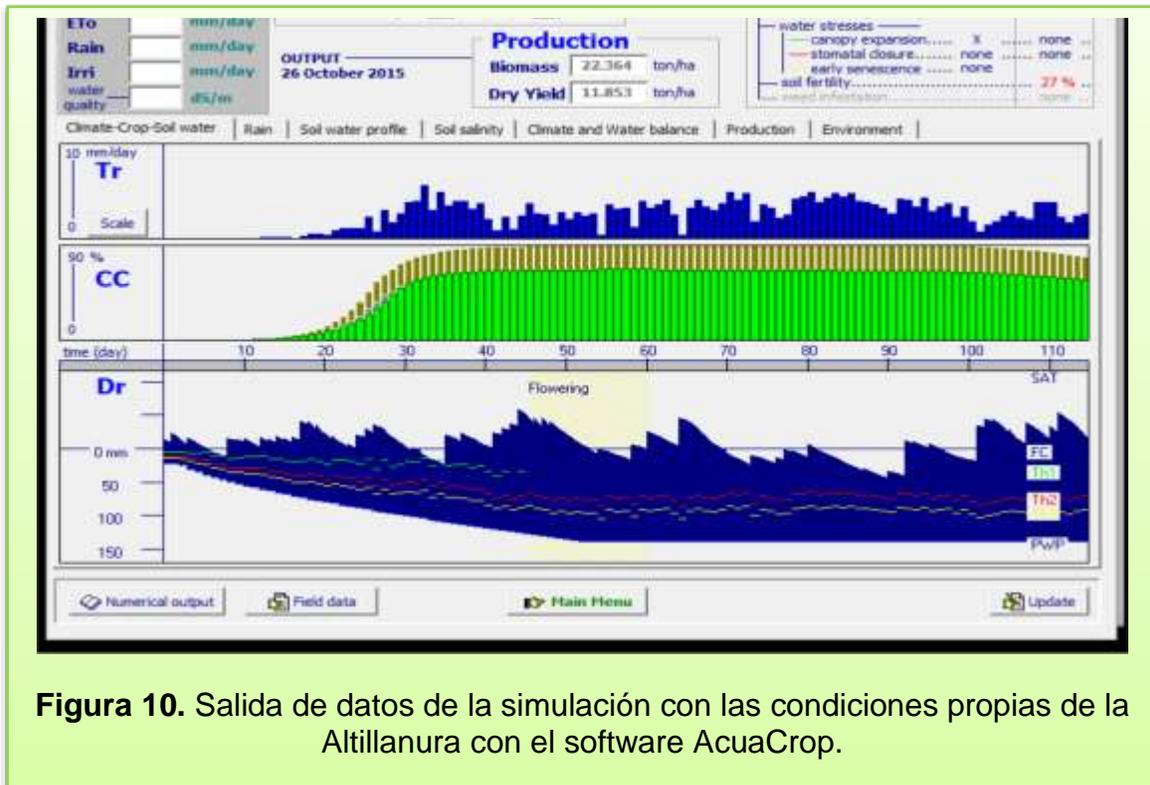


Figura 10. Salida de datos de la simulación con las condiciones propias de la Altillanura con el software AquaCrop.

CONCLUSIONES

El análisis de desarrollo del cultivo en el software AquaCrop presento una representatividad entre lo simulado y lo real superior al 90% generando de esta manera un patrón de confiabilidad en la toma de decisiones referidas a maximizar los rendimientos del cultivo de maíz bajo las condiciones de la Altillanura.

El análisis al crecimiento y desarrollo logro mostrar que la producción total de materia seca es el resultado de la eficiencia cuando el cultivo intercepta y utiliza la radiación solar disponible durante la fase de crecimiento, la cual en condiciones de Altillanura es buena por los factores ambientales y climáticos, entre ellos el CO₂, radiación, temperatura y precipitación.

En escenarios de cambio climático en la altillanura, temperaturas mayores a 40°C, el cultivo de maíz se vería disminuido en sus diferentes etapas ontogénicas, solo en algunos casos, cuando las condiciones hídricas, radiación, manejo agronómico sean adecuadas el maíz podría mantener o aumentar su productividad por la alta

concentración de CO₂ en el ambiente y su capacidad de alcanzar una TCC eficiente bajo un IAF crítico.

RECOMENDACIONES

Se recomienda posterior a la floración mantener un IAF crítico por debajo de 5.29, permitiendo de esta manera que la TCC aumente hasta un IAF de 5.2, en donde el canopeo intercepte el 95 % de la radiación solar incidente, de lo contrario se cambiaría significativamente la TCC, y se disminuiría el almacenamiento de fotoasimilados que se distribuirían hacia el llenado de grano.

Es importante realizar seguimientos más detallados del crecimiento de los cultivos en la zona de Altillanura, con el fin de tener datos más exactos del crecimiento y desarrollo de la planta, además de realizar experimentos más controlados para determinar la acumulación de biomasa, índice de cosecha, y canopy cover, datos importantes durante el proceso de ajuste del modelo; es necesario contar en lo posible con información climática de primera mano y un análisis de suelos completo, con variables físicas bien definidas y reales.

El software AquaCrop es una herramienta muy interesante para ser implementada no solo en la zona de la Altillanura si no en regiones agrícolas del país, para determinar la productividad de los cultivos prediciendo condiciones climáticas futuras, teniendo en cuenta su variabilidad, con el propósito de hacer más eficiente el uso y consumo de agua en un cultivo de maíz.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Andrade, F., Sadras, V. Bases para el manejo del maíz, el girasol y la soja (No. F01 INTA 16999). INTA, Buenos Aires, Argentina. EEA Balcarce. 2000.
2. Andrade, F., Cirilo, A., Uhart, S., Otegui M. Ecofisiología del cultivo de Maíz. Estación experimental Agropecuaria Balcarce, Buenos Aires: Editorial La Barrosa. 1996.
3. Bello, C, Patiño, J., Almanza, E, Monroy, J, Steduto, P, Mejías, P. Uso del modelo Aquacrop para estimar rendimientos para el cultivo del maíz en los departamentos de Córdoba, Meta, Tolima y Valle del Cauca. Colombia: FAO. 2013.
4. Béziat, P, Ceschia, E., Dedieu, G. Carbon balance of a three crop succession over two cropland sites in South West France. *Agricultural and Forest Meteorology*, 149: 1628-1645. 2009.
5. Cifuentes, J. G. Determinación de niveles económicos óptimos de uso de agua en la producción de maíz (*Zea mays* L.) usando el simulador de rendimientos desarrollado por la FAO AquaCrop Model. Zamorano, Honduras. 2010.
6. Corbin, K, Scoot D, Erandathie L, Schuh A. Assessing the impact of crops on regional CO₂ fluxes and atmospheric concentrations. *Tellus B*, 62 (5): 521-532. 2010. Disponible En: <http://www.tellusb.net/index.php/tellusb/article/view/16602>

7. Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). Maíz tecnificado en Colombia. Bogotá D.C. 2005.
8. Departamento Nacional de Planeación (DPN). Política para el desarrollo integral de la Orinoquia: Altillanura - Fase 1. (Documento CONPES 3797), Bogotá D.C.: 2014.
9. D'Andrea K.E., Otegui M.E., Cirilo A.G., Eyhérbide G. Genotypic Variability in Morphological and Physiological Traits among Maize Inbred Lines – Nitrogen Responses. *Crop Science*, 46: 1266-1276. 2006.
10. Etter, A., Sarmiento, A., Romero, M.H., Land use changes (1970-2020) and the carbon emissions in the Colombian Llanos. *En: Ecosystem Function in Savannas. Measurement and modeling at landscape to global scales.* CRC Press, p. 383-402. 2010.
11. FENALCE. Índice Cerealistas primer semestre 2011. Bogotá D.C: Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas. 2011.
12. Fernández, M. Efectos del cambio climático en el rendimiento de tres cultivos mediante el uso del modelo Aquacrop. FONADE, IDEAM y BID, Bogotá. 2013.
13. Hack H., Bleiholder H., Buhr L., Meier U., Schnock-Fricke E., Weber E., Witzemberger A. Einheitliche Codierung der phänologischen Entwicklungsstadien mono-und dikotyler Pflanzen Erweiterte BBCH-Skala, Allgemeine Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes, 44: 265-270. 1992.
14. Hsiao, T, Heng, L, Steduto, P, Raes D, Fereres E. AquaCrop-The FAO crop model for predicting yield response to water: III. Model parameterization and testing for maize. *Agron. J.* 101: 448-459. 2009.
15. Kiniry J.R., Bonhomme R. Predicting maize phenology. In: *Predicting crop phenology.* Ed.T. Hodges. CRC Press. Boca Raton, Ann. Arbor. Boston. p 115-131. 1991
16. Montgomery, E.G. Correlation studies of com. Nebraska Agricultural Station Annual Report, Lincoln, v. 24, p.108-159. 1911.
17. Nelson, G. C., Rosegrant, M. W., Koo, J., Robertson, R., Sulser, T., Zhu, T., Lee, D. Cambio climático: el impacto en la agricultura y los costos de adaptación. IFPRI. 2009.
18. Ojeda, W, Flores, H, Sifuentes, E, Mejía, E., Flores, H. Simulación del rendimiento de maíz (*Zea mays* L.) en el norte de Sinaloa usando el modelo Aquacrop. *AGROCIENCIA*, 47(4), 347-359. 2013.
19. Quiroz, A., D. Marín. Evaluación de la asociación maízquinchoncho, con siembra escalonada y dos niveles de fertilización. I. Fenología y crecimiento. *Agron. Trop.* 50: 99-122. 2000.
20. Raes, D., Steduto, P, Hsiao, T, Fereres, E. AquaCrop-The FAO Crop Model to Simulate Yield Response to Water: II. Main Algorithms and Software Description. *Journal of Agronomy*, p 438-447. 2009.
21. Rincón, Á., Ligareto, G., Sanjuanelo, D. Crecimiento del maíz y los pastos (*Brachiaria* sp.) establecidos en monocultivo y asociados en suelos ácidos del piedemonte llanero colombiano. *Agron. Colomb*, 25(2), 264-272. 2007.
22. Santos, M., Segura, M., Núñez, C. Análisis de crecimiento y relación fuente-demanda de cuatro variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.) en el municipio de Zipaquirá (Cundinamarca, Colombia). *Revista Facultad Nacional de Agronomía, Medellín*, 63 (1): 5253-5266. 2010.
23. Saunders, M., Kansimmet, F., Jones, M. Agricultural encroachment: implications for carbon sequestration in tropical African wetlands. *Global Change Biology*, 18: 1312-1321. 2012.
24. Salinger, M.; Desjardins, R.; Jones, B.; Sivakumar, M.; Strommen, N.; Veerasamy, S.; Lianhai, W. Climate variability, agriculture and forestry: an update. World Meteorological Organization. WMO-841. Geneva-Switzerland. 51 p. 1997.
25. Steduto, P., Hsiao T, Raes D, Fereres E. AquaCrop-The FAO crop model for predicting yield response to water: I. Concepts and underlying principles. *Agron. J.*101: 426-437. 2009.
26. Paliwal R. El maíz en los trópicos: mejoramiento y producción; morfología del maíz tropical (en línea). Roma IT. FAO. 2001. Recuperado 18 Noviembre 2015. Disponible [En: http://www.fao.org/docrep/003/x7650s/x7650s00.htm](http://www.fao.org/docrep/003/x7650s/x7650s00.htm)
27. Tollenaar, M., Deen W, Echarte L, Liu W. Effect of crowding stress on dry matter accumulation and harvest index in maize. *Agronomy Journal*, 98 (4): 930-937. 2006.
28. Toyer, A.F.; Brown, W.L. Selection for early flowering in corn: seven late synthetics. *Crop Science*, 16 (6): 767-773. 1976.
29. Torres, J, Moreno, G, Barón, F. Variabilidad del crecimiento y rendimiento del cultivo de maíz para choclo (*zea mays* l.) como respuesta a diferencias en las propiedades químicas del suelo en la sabana de Bogotá, Colombia. *Rev. Fac. Nal. Agr. Medellín*, 65 (2): 6579-6583. 2012.
30. Ulloa, A. Controlando la naturaleza: ambientalismo transnacional y negociaciones locales en torno al cambio climático en territorios indígenas en Colombia. *Iberoamericana*, 13 (49), 2013.

Comparación de los factores de estructuración en la producción a partir de recortes generado en el desposte de cerdo

Comparison of the structuring factors in production from cuts generated in the pig waste

Comparaçãõ dos fatores estruturantes da produçãõ a partir de cortes gerados nos resíduos de suínos

Álvarez Vallejo María Alejandra¹ Rodríguez Prado Carlos Esteban¹ y
Ladino Ospina María Cristina²

¹Ingenieros Agroindustriales, Universidad de los Llanos

²Docente, Universidad de los Llanos

mcospina@unillanos.edu.co

Recibido 6 de junio 2019, Aceptado 30 de octubre 2019

RESUMEN

Con la intención de generar valor agregado a los recortes de carne de cerdo originados en el proceso de desposte, se utilizaron recortes del musculo de pierna de cerdo para elaborar carne reestructurada. Se tuvo en cuenta tres factores: tamaño de partícula, ligante y método de cocción. Se definió para el tamaño de partícula moler los recortes con un disco de 20 mm y cubicarlos con un tamaño de 1cm³. Para el tipo de ligante se escogieron productos comerciales a base de carragenina y alginato de calcio al 1.5% y para la cocción, se utilizaron los métodos cocido y asado. Se eligió el diseño experimental factorial 2³ por polígonos ortogonales con 8 tratamientos y tres repeticiones. La comparación de medias de Tukey ($\alpha=0.05$) se usó para realizar el análisis de varianza. Los resultados mostraron que no hubo diferencias significativas con respecto a la resistencia al corte entre los 8 tratamientos evaluados. Se evidenció que el tratamiento 5 (*cubos, alginato, cocido*) fue el que estuvo más cerca de presentar diferencias significativas con una resistencia al corte de 47.98 N, siendo así, el que más se asemejaría a un corte de carne de musculo entero, pero con una característica adicional de tener una mayor terniza que genera un mayor valor agregado al producto final.

Palabras clave: Ligantes, aglutinantes, recortes de carne, carne reestructurada.

ABSTRACT

With the intention of generating added value to the cuts of pork originated in the preparation process. Pork leg muscle trimmings were used to make restructured meat. Three factors were taken into account: particle size, binder and firing method. It was defined for the particle size to grind the cutout with a disc of 20 millimeters and cube it with a size of 1cm³. For the binder type the commercial products were selected from a base of carrageenan and a 1.5% calcium alginate and for cooking, there were used cooked methods and roasting. The experimental design chosen was 2³ by orthogonal polygons with eight treatments and three replicates. Comparison of Tukey mean ($\alpha=0.05$) was used to perform the analysis of variance. The results show that there were no significant differences with respect to the cut resistance among the eight treatments evaluated. It was evidenced that the treatment 5 (cubes, alginate, cooked) was the closest to presenting significant differences with a cut resistance of 47.98 N, being the one that most resembled a cut of meat of whole muscle but with an additional characteristic of tenderness that generates added value to the final product.

Keywords: Binders, meat cuts, restructured meat.

RESUMO

Com o intuito de gerar valor agregado aos cortes de carne de porco originários do processo de desmembramento, foram utilizados cortes no músculo da perna de porco para elaborar carne reestruturada. Três fatores foram levados em consideração: tamanho das partículas, aglutinante e método de cozimento. Foi definido para o tamanho da partícula moer as estacas com um disco de 20 mm e cobri-las com um tamanho de 1 cm³. Para o tipo de aglutinante, foram escolhidos produtos comerciais à base de carragena e alginato de cálcio a 1,5% e, para

cozinhar, foram utilizados os métodos cozidos e torrados. O delineamento fatorial experimental 23, por polígonos ortogonais, com 8 tratamentos e três repetições foi escolhido. A comparação da média de Tukey ($\alpha = 0,05$) foi utilizada para realizar a análise de variância. Os resultados mostraram que não houve diferenças significativas quanto à resistência ao corte entre os 8 tratamentos avaliados. Evidenciou-se que o tratamento 5 (cubos, alginato, cozido) foi o mais próximo de apresentar diferenças significativas com uma resistência ao corte de 47,98N, sendo o que mais se assemelhou a um corte de carne muscular inteira, mas com uma característica adicional de ter uma ternura que gera maior valor agregado ao produto final.

Palavras-chave: Fichários, cortes de carne, carne reestruturada.

INTRODUCCIÓN

Actualmente la industria cárnica ha venido incursionando en la creación de nuevos productos que satisfagan las necesidades del consumidor y que además generan un alto valor agregado para la industria. Algunos de estos avances de la industria están en la técnica de carne reestructurada.

Un producto reestructurado de carne es básicamente aquel que consiste de músculos enteros individualmente seleccionados, trozos de músculos o recortes de carne que pueden ser recombinados para elaborar un producto final (Kinsman *et al.*, 1994). Existen algunos métodos de reestructuración de la carne y la mayoría se basan en la extracción de proteínas usando sal, fosfatos y manipulación mecánica. Posteriormente se aplica calor para formar una matriz de proteínas gelificadas. Estos productos deben ser comercializados precocidos o congelados porque las partículas de carne no se mantienen unidas cuando están crudas. La oxidación de lípidos, decoloración y baja aceptación de los consumidores son los principales problemas de los productos congelados. La carne reestructurada se puede ligar de dos formas, en calor o en frío. La carne ligada en calor forma geles por la interacción de las cadenas de miosina, ya que esta cuando se expone al calor forma un gel

irreversible que tiene mayor capacidad de retención de agua y propiedades elásticas fuertes. Para este proceso es necesario solubilizar la miosina durante el mezclado y antes del calentamiento, lo que facilita la formación de filamentos a altas temperaturas. Las altas temperaturas del proceso de cocción causan que la porción helicoidal de la proteína se desdoble y de manera aleatoria forme cadenas organizadas (Rocha, 2009).

La carne ligada en frío se utiliza para productos crudos y refrigerados. El ligado en frío también brinda a los procesadores la oportunidad de unir músculos de forma irregular. Muchos de estos productos pueden elaborarse combinando pedazos de carne o músculos enteros con aditivos y embutiéndolos en una funda y luego de un periodo corto de refrigeración, esta puede ser prensada en moldes y posteriormente rebanada. Algunos compuestos que se utilizan para ligar carnes en frío son los alginatos, los cuales se caracterizan por ser una goma hidrocoloide viscosa que es abundante en la pared celular de las algas café. En presencia de calcio, el alginato forma geles no reversibles. El compuesto fibrinógeno-trombina es un producto que es extraído del plasma de los bovinos. Cuando la enzima fibrinógeno reacciona con la trombina, otra enzima, se crea la fibrina. La fibrina tiene gran afinidad para ligar otras moléculas de fibrina, siempre y cuando el calcio esté presente.

Transglutaminasa: es industrialmente producida en cantidades comerciales por la fermentación de la levadura *Streptomyces mobarensis* o extraída de la sangre de los animales destinados a la alimentación humana y favorece el entrecruzamiento de las proteínas en varios procesos de la industria alimentaria.

Algunas marcas conocidas son Fibrimex™, Alginato [SMR] y Activa™. Fibrimex™ (FIBRIMEX, 2004). Se basa en el principio de coagulación de la sangre en el cual el fibrinógeno es activado por la enzima trombina para formar la fibrina que puede ser usada como gel natural en la reestructuración de carne. El ácido algínico es una goma viscosa que es usada junto con alguna fuente de calcio como agente gelificante. Activa™ tiene como componente activo la enzima transglutaminasa que puede catalizar la formación de uniones entre proteínas (Griffin, 2002). Fibrimex es el único de los anteriores productos aprobado en

Canadá, mientras que Activa, alginatos y Fibrimex son aprobados por Japón y los Estados Unidos de Norteamérica (Vigo, 2009).

El presente estudio se realizó a partir de la necesidad de crear nuevos productos que generen valor agregado a la cadena cárnica porcícola, debido a que el consumo de la carne de cerdo en Colombia en los últimos años ha venido incrementando, según las cifras de beneficio de porcinos para el año 2015, se sacrificaron 386.685.836 cabezas de ganado porcino, aumentando en 447.802 cabezas frente al año inmediatamente anterior, lo cual correspondió a una variación del 13.8% (PORCICOL, 2015).

Mediante el proceso de reestructuración, un método que consiste en reducir los cortes cárnicos (en este caso recortes) y luego mezclarlo con sales y productos aglutinantes para lograr extraer la proteína, empacarlo al vacío para generar productos similares a las de las piezas íntegras, además, de mejorar características de los productos como la textura, contenido de grasa y la forma; la industria tiene nuevas alternativas, que combinadas con la innovación, desarrolla nuevos productos que permiten la comercialización de los subproductos o recortes, dándoles un valor agregado y dejando a la industria una mayor rentabilidad. Dentro de los métodos de reestructuración, existen diferentes productos aglutinantes que proporcionan características al producto final de acuerdo a su naturaleza y sus propiedades. El producto comercial a base de carragenina como ligante, se caracteriza por su resistencia a temperaturas de fritura (150°C) permitiendo ligar significativamente agua a partir de los 46°C, mientras que las proteínas de la carne inician su coagulación a los 52°C, aumentando así eficientemente la retención de agua durante la cocción y mejorando la firmeza, el tajado y la palatabilidad. Por otra parte, los productos comerciales a base de Alginato de Calcio actúan como gelificantes, esta propiedad está determinada por su masa molecular, entre mayor sea la masa, mayores son las capacidades viscosificantes (Aguayo *et al.*, 2017); de esta forma en la reestructuración de productos cárnicos el alginato como aglutinante ayuda a unir los trozos de carne y disminuye la concentración de Cloruro de Sodio

a utilizar, previniendo la decoloración del producto final, evitando así el rechazo de los consumidores.

La reestructuración de la carne tiene como objetivo imitar la apariencia y los atributos de un producto de tejido entero, proporcionando ventajas adicionales como la modificación de los componentes químicos del músculo por medio de la aplicación de tratamientos; así mismo la formulación de los productos por la adición de ingredientes deseados, que pueden mejorar las propiedades fisicoquímicas de los cortes, además de enriquecer y hacer más disponibles algunos compuestos que pueden resultar beneficiosos para la salud humana.

En el presente estudio se quiso evaluar los factores de estructuración que permitan obtener un corte reestructurado con propiedades similares a las de la carne de cerdo entera. Para esto se evaluaron dos tipos de ligantes químicos que podría utilizarse en la elaboración de carne reestructura a concentraciones máximas permitidas por la ley. A su vez evaluando el tamaño de partícula a condiciones de presión, tiempo y temperatura constantes, comparando el comportamiento de los aglutinantes frente a dos métodos de cocción de un corte reestructurado.

METODOLOGÍA

En este capítulo se detallan las diferentes actividades ejecutadas para el desarrollo de este trabajo. El experimento se realizó en una empresa comercializadora y en el laboratorio de Análisis Sensorial de la Universidad Autónoma Chapingo, México D.F. El diseño experimental que se planteó es un diseño factorial 2^3 por polígonos ortogonales, basado en lo descrito por Pulido, (2008) Estos son especialmente útiles para investigar la forma como influyen k factores sobre una variable respuesta, y en cada factor se consideran dos niveles solamente. Es común analizarlos como contrastes ortogonales para estimar efectos principales e interaccionales.

Modelo estadístico:

$$\gamma_{ijkl} = \mu + A_i + B_j + C_k + (AB)_{ij} + (AC)_{ik} + (BC)_{jk} + (ABC)_{ijk} + e_{I(ijk)}.$$

γ_{ijkl} = Variable de respuesta

μ = Media general

A_i = Efecto del tamaño de partícula en su nivel i

B_j = efecto del ligante en su nivel j

C_k = Efecto del método de cocción en su nivel k

$(AB)_{ik}$ = Efecto de la interacción AB al nivel i,k

$(ABC)_{ijk}$ = Efecto de la interacción ABC al nivel i, j, k

(ijk) = Error aleatorio

Los factores para este experimento fueron los aglutinantes, el tamaño de partícula y el método de cocción. Los niveles para los aglutinantes, fueron las pruebas con el ligante WBS 203 de la marca comercial Wenda Ingredients en cuya fórmula se incluye el Alginato de Sodio y el ligante Gelybekam 20-10 Bi de la marca Bekarem que incluye como ingrediente la Carragenina, los niveles para el tamaño de partícula fueron cubos y molida en el disco, y los niveles del factor método de cocción serán cocido (Figura 1) y asado (Figura 2).

La variable de respuesta será la fuerza de corte y se realizarán tres (3) réplicas para cada experimento, cada unidad de estudio tendrá medidas rectangulares de dimensión 2.5 cm x 2.5 cm de lado y 1 cm de longitud y serán necesarias 24 unidades de estudio, que serán comparadas con músculo de pierna cerdo. El análisis de los datos se realizó con el Software de análisis estadístico SAS y para la comparación de medias de los tratamientos se utilizó la prueba de Tukey ($P < 0.05$).

Los tratamientos usados fueron los siguientes: 1) Carne molida, con el ligante alginato de sodio (LA-Na) y método de cocción; cocido. 2) Carne molida, con LA-Na y método de cocción: asado. 3) Carne molida, con el ligante carragenina (LC) y método de cocción: cocido. 4) Carne molida, con LA y el método de cocción: asado.

5) Carne en cubos, con LA-Na y método de cocción: cocido. 6) Carne en cubos, con LA-Na y método de cocción: asado. 7) Carne en cubos, con LA y método de cocción: cocido. 8) Carne en cubos, con LA y método de cocción: asado.

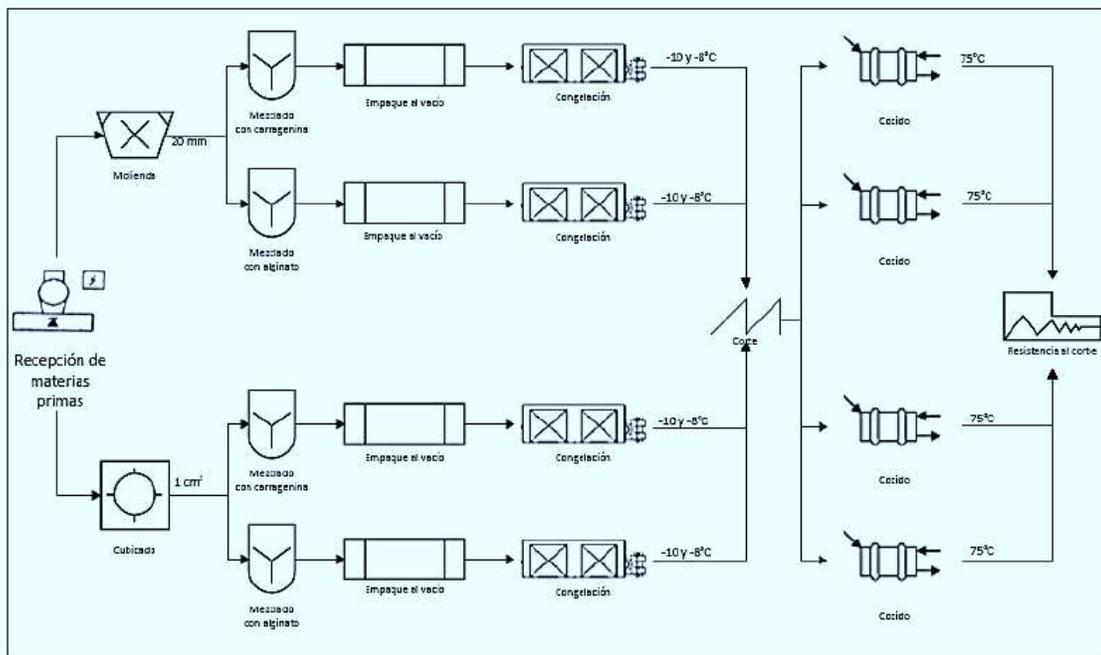


Figura 1. Diagrama de proceso para el método de cocción cocido

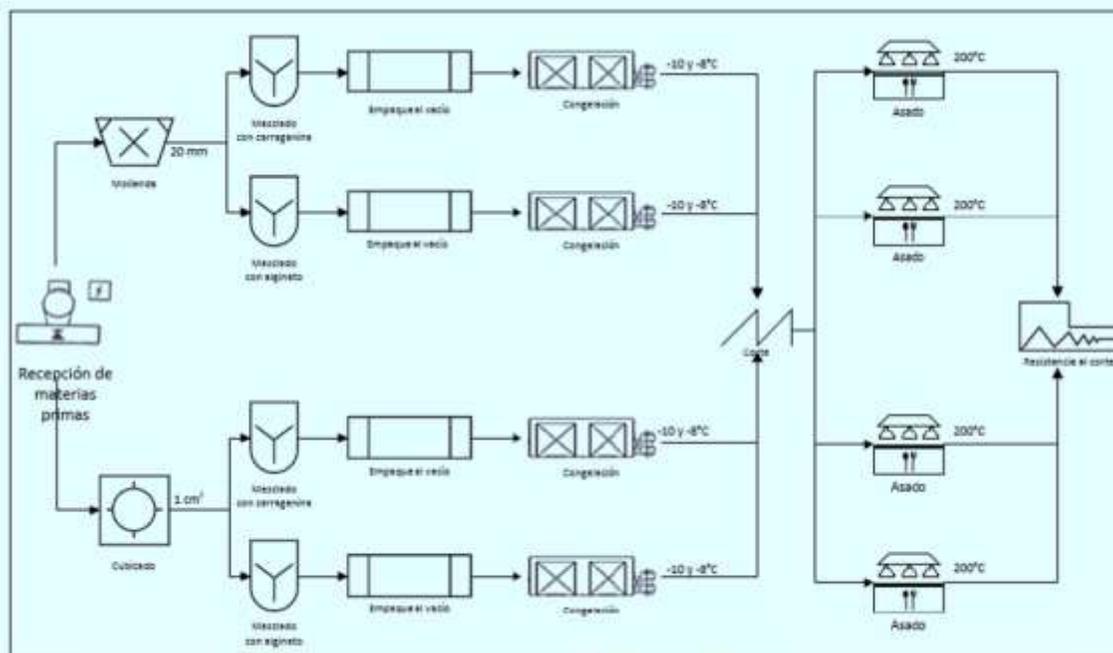


Figura 2. Diagrama de proceso para el método de cocción asado

Para el desarrollo de la metodología de preparación del producto se tuvo en cuenta la tesis: “Desarrollo de un producto reestructurado a partir de carne de res de bajo valor comercial” Presentada por Álvaro Salinas Roca y el capítulo XVIII Tecnología de carnes reestructuradas para agregar valor a carnes de baja calidad y aceptabilidad escrito por Márquez *et al.*, (2008) publicado en el libro Ganadería Mestiza de Doble Propósito. Las materias primas utilizadas fueron: la carne como ingrediente principal y como aditivos el agua y los aglutinantes que son WBS 203 (alginato de sodio) y el Gelybekam (carragenina).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los contrastes entre los valores de los diferentes efectos, siendo el efecto a, el contraste entre el tamaño de partícula; el efecto b, el contraste entre ligantes; el efecto c, el contraste entre métodos de cocción; el efecto ab, el contraste entre tamaño de partícula y ligantes; el efecto ac, el contraste entre tamaño de partícula y métodos de cocción; el efecto bc, el contraste entre ligantes y métodos de cocción; el efecto abc, el contraste entre tamaño de partícula, ligantes y métodos de cocción. (Tabla1).

Tabla 1. Contrastes entre efectos

Contraste	Efecto a	Efecto b	Efecto c	Efecto ab	Efecto ac	Efecto bc	Efecto abc
Pr <0.05	0.87	0.883	0.066	0.961	0.684	0.527	0.837

Fuente: Los autores

No se observó ningún efecto significativo en los diferentes tipos de ligantes, métodos de cocción y tamaños de partícula utilizados no influyen en la fuerza de corte de los diferentes tratamientos. Por otra parte, el contraste que más se acerca a un $P < 0.05$ es el efecto c, es decir, que los métodos de cocción asado y cocido, interfieren más en la fuerza de corte (Tabla 1).

El agrupamiento de acuerdo a la prueba de comparación múltiple de Tukey, indica que las medias con la misma letra no son significativamente diferentes. Sin embargo, las medias de los tratamientos 5, 1, 7 y 3 son las más altas que van desde 47.98 hasta 39.00 y los tratamientos 4, 2, 8 y 6 tienen las medias con los valores más bajos que van desde 32.93 a 23.66, esto demuestra que hay una separación entre el factor c (método de cocción), es decir entre los tratamientos con carne cocida y carne asada (Tabla 2).

La carne cocida tuvo una temperatura de 75°C y en los tratamientos térmicos suaves (temperaturas hasta 100°C o ligeramente superiores) se rompen uniones de baja energía, como puentes hidrógeno (Lupano, 2013). Es decir, que las bajas temperaturas no hidrolizan las proteínas, por lo tanto, la carne presenta una mayor resistencia al corte.

Tabla 2. Comparación de medias Tukey

Tratamiento	5	1	7	3	4	2	8	6
Media (N)	47.98	47.21	42.52	39	32.93	26.43	25.71	23.66
N	3	3	3	3	3	3	3	3
Agrupamiento de Tukey	A	A	A	A	A	A	A	A

Fuente: Los autores

Por otra parte, de acuerdo a lo reportado por Lupano, (2013) la cocción a temperaturas superiores a los 200°C, como es el caso de la superficie de la carne cocida a la parrilla o a la plancha, producen una hidrólisis de los enlaces peptídicos y la isomerización de residuos aminoácidos; haciendo la carne más digestible y con una menor resistencia al corte.

Los valores testigos (tratamientos 9 y 10) fueron medidos en musculo de pierna de cerdo entero con el proceso de cocción cocido y asado respectivamente. En relación a la fuerza de corte de los tratamientos testigo, la media fue más alta para los tratamientos con método de cocción cocidos (85.79) que para los asados (68.17), y en general, los tratamientos (reestructurados) presentaron una fuerza de corte menor que la de los testigos (carne entera), lo cual indica, que mediante el proceso

de reestructuración se pueden obtener cortes más blandos. Por otra parte, en un estudio realizado por Salinas, (2007) se hizo un análisis sensorial de aceptación y preferencia para comparar la carne reestructurada con un bistec del músculo tríceps brachii y los panelistas prefirieron la apariencia del bistec y el sabor de la carne reestructurada, aunque no hubo diferencias en suavidad, jugosidad y aceptación general. La preferencia fue igual para el bistec y para la carne reestructurada (Salinas, 2007).

CONCLUSIONES

Mediante la reestructuración cárnica se puede lograr que, a partir de la carne de animales adultos con una alta resistencia al corte, y que normalmente se utiliza para la producción de embutidos de tipo económico, se elabore en un producto reestructurado, haciendo que esta sea más tierna para los consumidores, y que los productores obtengan mayores ganancias.

Según las pruebas desarrolladas, no existe diferencia significativa en la utilización de un ligante comercial en cuya fórmula se incluye el alginato de sodio o la carragenina. Por lo tanto, es indiferente el uso de cualquiera de los dos ligantes en la elaboración de un producto cárnico reestructurado.

Se evidenció que no hubo diferencias significativas entre los dos tamaños de partícula evaluados ante la variable de respuesta utilizada, en este caso la resistencia al corte. Por lo cual, se concluye que estos dos tamaños de partícula son viables para el desarrollo de un producto cárnico reestructurado.

Se evidenció que el método de cocción tampoco tuvo diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos. No obstante, entre aquellos que fueron cocidos y los que fueron asados, se observaron diferencias en cuanto a la resistencia al corte ya que los que fueron cocidos a más alta temperatura presentaron una fuerza de corte menor. Se concluye así, que a mayor temperatura de cocción la resistencia al corte es menor y a menor temperatura, la resistencia es mayor.

RECOMENDACIONES

La evaluación de la fuerza de corte, se tomó como una variable de respuesta, por lo que resultaría interesante evaluar otras variables como elasticidad, cohesividad y realizar pruebas organolépticas.

Para futuros estudios en carne reestructurada es importante tener en cuenta el uso de ligantes enzimáticos como la transglutaminasa. Otro aspecto a tener en cuenta es la utilización de métodos de cocción como el horneado.

Para la fabricación de este producto a nivel industrial para su comercialización, es recomendable utilizar algunos aditivos como el tripolifosfato de sodio, para mejorar la cohesividad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Aguayo, R.; Contreras, M.; Hernández, B.; Vázquez M. Gelificación de alginatos. Centro Universitario Anglo Mexicano de Morelos, S.C. 2017. [online] Recuperado 24 Febrero 2017. Disponible En: <http://www.acmor.org.mx/sites/default/files/223.%20Alginatos.pdf>
2. Asociación Colombiana de porcicultores. Como le fue a la porcicultura colombiana en 2015, expectativas para el 2016. Ed.209 enero-febrero 2016. [online] Recuperado 02 Enero 2017. Disponible En: <http://www.porcicol.org.co/porcicultores/images/porcicultores/revistas/209.pdf>
3. FIBRIMEX. What is fibrimex? 2004. [online] Recuperado 15 Mayo 2016. Disponible En: <http://www.fibrimex.com/index.asp>
4. Griffin M, Casadio R, Bergamini C. Transglutaminasas: el pegante biológico de la naturaleza. Biochemistry Journal, dic: 77-96. 2002.
5. Lupano, E. Modificaciones de componentes de los alimentos: cambios químicos y bioquímicos por procesamiento y almacenamiento. Buenos Aires: Editorial de la Universidad de la Plata., 218 p. 2013.
6. Marquez E. Estabilidad de productos cárnicos reestructurados crudos con agregado de transglutaminasa y plasma de bovino. Revista Científica Maracaibo, 5 (18). 2008.
7. Pulido G, H. Análisis y diseño de experimentos. Segunda edición. McGraw Hill. 2008.
8. Rocha, A. Fabricación de productos reestructurados. Tecnología de Procesamiento. CarneTec. 2009.

9. Salinas, Á. Desarrollo de un producto reestructurado a partir de carne de res de bajo valor comercial. Zamorano. Trabajo de grado Ingeniería en Agroindustria Alimentaria, Universidad de Zamorano. 2007.
10. Vigo, C. Características fisicoquímicas de un reestructurado de carne de alpaca con inclusión de pecana y transglutaminasa. Lima, Perú. Trabajo de grado (Médico Veterinario). Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 96 p. 2014.

Colibacilosis en gallinas reproductoras pesadas en reproducción

Colibacillosis in reproducing heavy reproductive hens

Colibacilose na reprodução de galinhas reprodutoras pesadas

Díaz Rojas María del Pilar¹ y González Paya Gustavo Gratiniano²

¹Medica Veterinaria y Zootecnista Universidad de los Llanos y

²MV, Esp. Docente Universidad de los Llanos

maria.diaz@unillanos.edu.co

Recibido 18 de julio 2019, Aceptado octubre 30 de 2019

RESUMEN

La colibacilosis en gallinas reproductoras se da por la bacteria Gram negativa, enterobacteria *Escherichia coli* patogénica aviar (APEC), ella presenta un porcentaje alto de polimorfismos y plasticidad en su genes, las investigaciones reportan hallazgos macroscópicos comunes: salpingitis, peritonitis y poliserositis, que conlleva a la muerte del ave, se definen tres rutas de contaminación, de forma ascendente por la cloaca del ave, ingreso por vía respiratoria o por translocación bacteriana desde el intestino, el diagnóstico de la colibacilosis, se realiza a partir del historial del galpón , realizando las necropsias y tomando muestra a partir de hisopos o tejido de órganos como oviducto, pulmón, corazón u órganos afectados se llevan a medios como McConkey, eosin-methylene blue o agar drigalki para su aislamiento, pruebas específicas de la *Esceherichia coli* se conoce métodos basados en fenotipos como serotipo de O/H inmunológico, tipificación de bacteriófago, electroforesis con enzimas multilocus, MALDI-TOF y métodos basados en genotipos como polimorfismo de longitud de restricción (RFLP), ensayo de suspensión basado en liminex, polimorfismo de longitud de fragmentos amplificados (AFLP), mapeo óptico, las vacunas para esta bacteria no se han desarrollado a la perfección ya que presenta respuesta inmune ante sus homólogos, pero nada de resistencia a desafíos con heterólogos, sigue en investigación realizar vacunas que puedan presentar respuesta inmune a varios serotipos de la bacteria,

por ahora la forma eficaz de controlar la bacteria a partir de protocolos de bioseguridad y prevención para la mantener la sanidad del animal.

Palabras clave: *Escherichia spp*, avicultura, diagnóstico, patogénesis, prevención.

ABSTRACT

The colibacillosis in breeding hens is given by Gram negative bacteria, enterobacteria pathogenic avian pathogenic *Escherichia coli* (APEC), it has a high percentage of polymorphisms and plasticity in its genes, research reports common macroscopic findings: salpingitis, peritonitis and polyserositis, which entails At the death of the bird, three routes of contamination are defined, ascending through the cloaca of the bird, entry by respiratory or bacterial translocation from the intestine, the diagnosis of colibacillosis, is made from the history of the house, making necropsies and taking samples from swabs or tissue from organs such as oviduct, lung, heart or affected organs are carried to means such as McConkey, eosin-methylene blue or agar drigalki for their isolation, specific tests of the *Esceherichia coli* are known based methods in phenotypes such as serotyping O/H immunological, bacteriophage typing, electro foresis with multilocus enzymes, MALDI-TOF and methods based on genotypes such as restriction length polymorphism (RFLP), liminex-based suspension assay, amplified fragment length polymorphism (AFLP), optical mapping, vaccines for this bacterium are not have developed to perfection since it presents an immune response to its counterparts, but no resistance to challenges with heterologous, research continues to carry out vaccines that may present an immune response to several serotypes of the bacteria, for now the effective way to control the bacteria biosafety and prevention protocols to maintain the health of the animal.

Keywords: *Escherichia spp*, poultry, diagnosis, pathogenesis, prevention.

RESUMO

Colibacilose em galinhas reprodutoras para as bactérias Gram negativas é dado, enterobactérias *Escherichia coli* aviária de alta patogenicidade (APEC), que tem uma elevada percentagem de polimorfismos e plasticidade em seus genes, relatório de pesquisa achados macroscópicos comuns: salpingite, peritonite e poliserositis, envolvendo a morte do pássaro, três vias de contaminação ascender ao céu definido pela abertura do pássaro, vias aéreas renda ou translocação bacteriana do intestino, diagnóstico de colibacilose, são feitos a partir da história da casa, carregando necropsias e tendo amostra de esfregaço ou de tecido de órgãos como oviduto, pulmão, coração ou órgãos afectados ter meios como McConkey, drigalki azul ou ágar-eosina de metileno, durante o isolamento, os testes específicos *Esceherichia coli* métodos baseados é conhecida em fenótipos como o sorotipo O/H imunológico, tipagem bacteriofágica, eletroforese resis com genótipos enzima multilocus, baseados em MALDI-TOF como polimorfismo de comprimento de restrio (RFLP) fragmento ensaio baseado suspensão polimorfismo de comprimento liminex amplificado (AFLP), mapeamento óptico, vacinas para estes métodos não são bactérias têm desenvolvido à perfeição como ele apresenta resposta imune aos seus homólogos, mas nenhuma resistência aos desafios com heterólogas ainda vacinas make investigação que possam surgir respostas imunes a vários sorotipos da bactéria, agora a maneira eficaz de controlar as bactérias protocolos de biossegurança e prevenção para manter a saúde do animal.

Palavras-chave: *Escherichia spp*, aves, diagnóstico, patogênese, prevenção.

INTRODUCCIÓN

La industria avícola, la podemos dividir en dos tipos de producción: la de carne y huevo, esta clasificación divide la industria en dos mercados distintos, y da origen a distintos tipos de organizaciones, cuyo diseño y estructura de modelo de negocio también son diferentes.

En las gallinas reproductoras se maneja un porcentaje del material genético para la producción de pollo de engorde, en Colombia se maneja dos líneas de reproductoras en las que se encuentran las líneas Cobb y Ross, cada una con características genotípicas para el rendimiento y conversión del alimento en carne en canal.

La avicultura se rige por procesos de bioseguridad estrictos para tener mayor control de la entrada de patógenos a las granjas para no causar enfermedad en las aves, pero hay patógenos que son habitantes normales del ave que durante un desequilibrio en la salud del ave puede producir enfermedad, en el caso de *Escherichia coli* bacteria Gram negativa, hospedero natural en el ave, en condiciones de estrés produce enfermedad causando gran mortalidad y bajos índices de producción.

La *Escherichia coli* puede causar daño en las reproductoras al iniciar su etapa de producción, las principales lesiones son: salpingitis, peritonitis, salpingoperitonitis, lo que lleva, a una disminución en la producción de huevo fértil, mayor contaminación en la incubadora, aumento en el tiempo de la ventana de nacimiento, aumentando la muerte embrionaria y reclamos a clientes por muerte temprana de los pollitos de engorde (Barnes y Gross, 1997).

En el sector avícola las enfermedades bacterianas como la *Escherichia coli*, son el desafío que se enfrentan los veterinarios, por los altos costos de inversión que se realizan y las pérdidas que representan, por eso se implementan protocolos de bioseguridad y normas sanitarias que deben cumplir los trabajadores en la empresa.

Los diferentes avances en la tecnología, hacen la diferencia entre las aves de corral comerciales a los que son criadas en fincas, como base de la sustentación de pequeños productores o empresas familiares, por ende es necesario realizar un revisión teórica del desarrollo causas y métodos de prevención que se deben tener en cuenta con la *Escherichia coli* y así entender las consecuencias de la enfermedad.

IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN MICROBIOLOGÍA DE LA BACTERIA

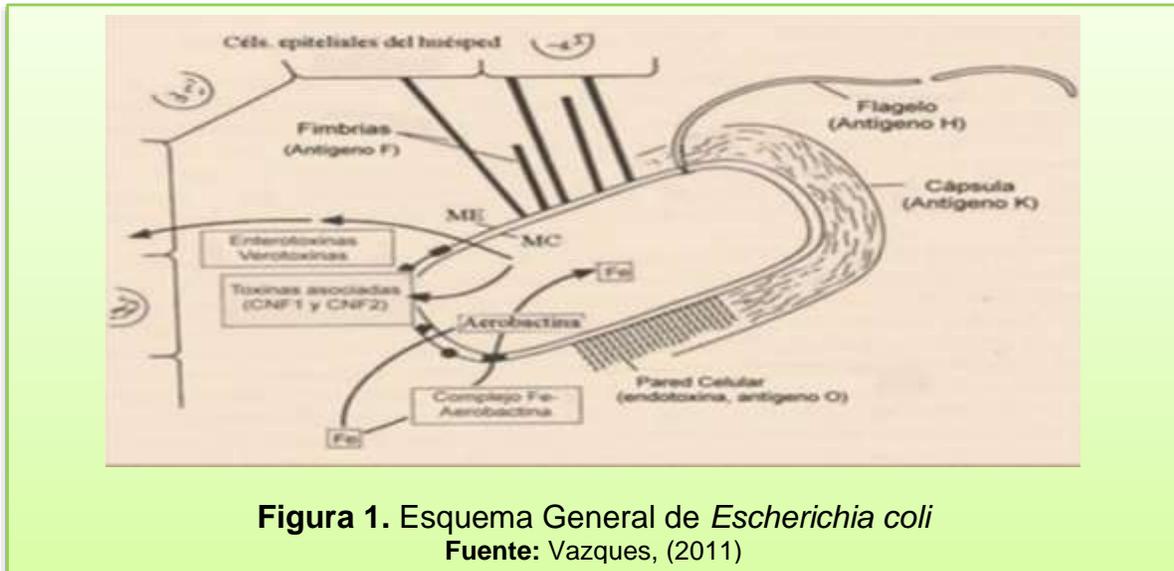
Theodor Escherichia fue pediatra y microbiólogo, reportó el primer aislamiento y caracterización de la bacteria, dándole el nombre de *Bacterium coli comune*, en su primera publicación (Croxen *et al.*, 2013). El organismo fue descrito después con diferentes sinónimos e interacciones y se le dio el nombre de *Escherichia coli*, microorganismo que se pertenece al filum *Proteobacteria*, clase *Gammaproteobacteria*, orden *Enterobacteriales* y familia *Enterobacteriaceae* (Collingwood, 2016). Esta bacteria se ha convertido en uno de los organismos modelo para investigaciones, en los cuales se utilizan cepas de laboratorio y estudios comparativos y analíticos (Breland *et al.*, 2017).

Hasta la fecha, más de 3600 genomas de *Escherichia coli*, se han secuenciado en parte o en su totalidad, revelando siete grupos filogenéticos A, B1, B2, C, D, E, y F- con los subtipos no clasificados en un octavo grupo (Clermont *et al.*, 2013).

E coli es una bacteria Gram-negativa, oxidasa-negativa, en forma de barra, puede crecer tanto aeróbicamente como anaeróbicamente, preferiblemente a 37°C, y puede ser inmóvil o móvil, con flagelos peritrichosos. *E. coli* es aislada a partir de muestras fecales, mediante la siembra en medios selectivos (Salton y Shin, 1996). Mide entre 1 y 3 μ (Figura 1) y algunos factores de virulencia, tiene una capacidad móvil a través de flagelos (antígeno H) que son órganos filiformes que pueden medir varias micras, así mismo también tiene fimbrias (antígeno F) que son órganos pequeños, que a diferencia de los flagelos no poseen movilidad, pero por ser de naturaleza proteica (pilina) tienen propiedades antigénicas y hemoaglutinantes también median la ligadura de bacterias a las células a través de las adhesinas bacterianas, estas pueden medir entre 4 y 7 nm de diámetro y 2 μ de largo (Vazques, 2011).

El pili se refiere a los pelos ligeramente largos que se utilizan en la conjugación bacteriana para intercambiar material genético desde la célula donadora hasta la receptora y a veces en el desplazamiento, posee pared celular (antígeno O) que está conformada por lipopolisacáridos (LPS) antigénicos y con capacidad de

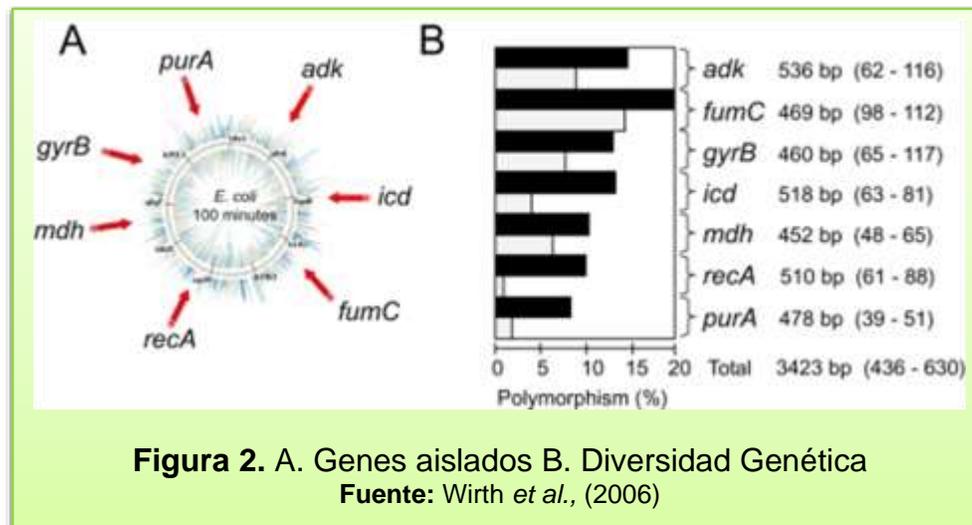
excretar endotoxinas, así mismo posee capsula (antígeno K) que le otorga algunas capacidades para evadir la fagocitosis y la acción de inmunidad primaria (Dho y Morris, 1999; Collingwood, 2016).



La genómica comparada ha demostrado, que los genomas de *E. coli* se dividen entre un conjunto de genes compartido y conservado, denominado genoma central, y un conjunto de genes flexible llamado pangenoma (Kaas *et al.*, 2012). Por lo tanto, la patogenicidad de *E. coli* está garantizada por el conjunto de genes flexibles, a través de la ganancia y pérdida de material genético, en varios puntos del genoma (Croxen *et al.*, 2013). *E. coli* fue la primera bacteria para la cual se introdujeron las técnicas genéticas poblacionales, los resultados de la electroforesis de enzimas multilocus (MLEE) indicaron que ciertas combinaciones de alelos ocurrieron múltiples veces, lo que se interpretó como una estructura de población clonal con recombinación (Reid *et al.*, 2000).

Wirth *et al.*, (2006) identificaron siete genes de mantenimiento distribuidos a lo largo del cromosoma de *E. coli*, a partir de 462 accesiones de diverso origen, aisladas en Europa, África, América del Norte y la Cuenca del Pacífico muestras tomadas de humanos y 41 especies de mamíferos, aves y reptiles domesticados, cautivos y salvajes, además encontraron que el 8 a 20% de los nucleótidos eran polimórficos, dentro de cada uno de los siete fragmentos de genes (Figura 2B), para un total de

630 polimorfismos de un solo nucleótido, sobre los 3423 pares de bases (pb) secuenciados de cada cepa, por lo tanto, *E. coli* es más diversa de lo que se preveía. Los diferentes genes aislados, su nivel de polimorfismo para cada gen indicado en el histograma (Figura 2), donde las barras negras representan el polimorfismo de los nucleótidos y las barras grises el polimorfismo de los ácidos nucleicos, cada símbolo del gen es seguido por la longitud del gen secuenciado (Wirth *et al.*, 2006).



La mayoría de veces *E. coli* coloniza el tracto gastrointestinal (GI) de los humanos y otros mamíferos son parte de la flora normal del organismo, sin embargo, la adquisición de elementos genéticos, principalmente a través de la transferencia horizontal de genes da lugar a *E. coli* patógenas con distintas estrategias de virulencia (Breland *et al.*, 2017).

Los patotipos de *E. coli* gastrointestinales o diarreicos incluyen adherentes difusamente (DAEC), enteroagregativos (EAEC), enterohemorrágicos (EHEC), enteroinvasivos (EIEC), enteropatógenos (EPEC) y enterotoxigénicos (ETEC), han surgido patotipos de *E. coli* patógenos extraintestinales (ExPEC), e incluyen *E. coli* patógena aviar (APEC), meningitis neonatal causante o *E. coli* asociada a meningitis (NMEC/MAEC) y *E. coli* uropatógena (UPEC), las constantes mutaciones que ocurren a los serotipos de *E. coli* han causado resistencia a los antimicrobianos lo

que ha llevado a ocupar un papel importante en la incidencia y letalidad de las infecciones extraintestinales (Russo y Johnson, 2000; Breland *et al.*, 2017).

Epidemiología *Escherichia coli*

Descripción inicial de "*Colibacterium comuna*" por Theodor Escherich en 1886, Alphonse Lesage en 1968 postuló que esta especie comprende cepas, así como variantes con diferente potencial patógeno, desde entonces, se han distinguido *E. coli* no patógena de cepas intestinales o extraintestinales, basándose en el tipo de infección y factores de virulencia que son importante en la patogénesis, estos marcadores o síntomas permiten diferenciar de *E. coli* de cepas gastrointestinales y para diferenciarlos de *E. coli* no patógena y de ExPEC (Kapper *et al.*, 2004; Kolher y Dobrindt, 2011).

Las bacterias *E.coli* extraintestinales patógenas (ExPEC) son patógenos facultativos que pertenecen a la flora intestinal normal de una determinada fracción de la población sana donde viven como comensales (bacterias que comparten con otras el mismo órgano sin competir), la genómica comparada y los estudios epidemiológicos aplicados para estudiar la diversidad genómica, los marcadores y los rasgos fenotípicos pueden respaldar la discriminación de diferentes patotipos de *E. coli* (Kolher y Dobrindt, 2011).

La diferenciación confiable entre las variedades comensales y las cepas de *E. coli* son un requisito previo para la evaluación del riesgo, estudios epidemiológicos y ecológicos, así como para la población genética, la tipificación bacteriana es el análisis de los serogrupos somáticos, capsulares y flagelares (O: K: H) (Monroy *et al.*, 2005). Para ExPEC, presenta variantes altamente virulentas con fenotipos epidemiológicamente vinculado con la enfermedad, se puede asignar a un límite número de serogrupos O y conjuntos de genes de virulencia (Tabla 1) (Kapper *et al.*, 2004).

Tabla 1. Factores de Virulencia extraintestinales patógenas (ExPEC)

Categoría	Factores de Virulencia
Adhesina	Tipo 1 fimbriae (fim)
	P fimbriae (pap/prf)
	s/F1c fimbriae (Sfa/ Foc)
	N-acetyl d-glucosamine-specific fimbriae (Gaf)
	M-agglutinin (Bma)
	Bifunctional enterobactin receptor/adhesin (Iha)
Invasina	Afimbrial adhesin (Afa)
	Temperature sensitive hemagglutinin (Tsh)
	Invasion of brain endothelium (IbeA)
Adquisición de hierro	Siderophore receptor IreA
	Aerobactin (Iuc)
	Yersiniabactin (Yb)
	Salmochelín (Iro)
	Periplasmic iron binding protein (SitA)
Toxinas	alpha-Hemolysin (HlyA)
	Cytotoxic necrotizing factor IV (CDT 1)
	Cytotoxic necrotizing factor 1 (CNF-1)
	Putative hemolysin (HlyF) Colibactin (Cib)
	Serine protease autotransporters Sat, Pic
Protectoras	Group II capsule incl. K1 capsule
	Conjugal transfer surface exclusion protein (TraT)
	Outer membrane protease T (OmpT)
	Increased serum survival (Iss) Colicin V (Cva)
Otros	d-Serine deaminase (DsdA)
	Maltose and glucose-specific PTS transporter subunit
	IICB (MalX)
	Flagella

Fuente: Kepper *et al.*, (2004)

***Escherichia coli* PATOGENICA AVIAR**

Escherichia coli patógena aviar (APEC) es un importante patógeno en la industria avícola, son consideradas miembros patógenos de la *Escherichia coli* extra intestinal. Las APEC pueden infectar a pollos de engorde, pavos y gallinas en

postura, las infecciones son consideradas como colibacilosis, induciendo a una amplia gama de infecciones localizadas y sistémicas, siendo una de las principales causas de mortalidad y morbilidad asociadas con las pérdidas económicas en la industria en todo el mundo (Zhuang *et al.*, 2014).

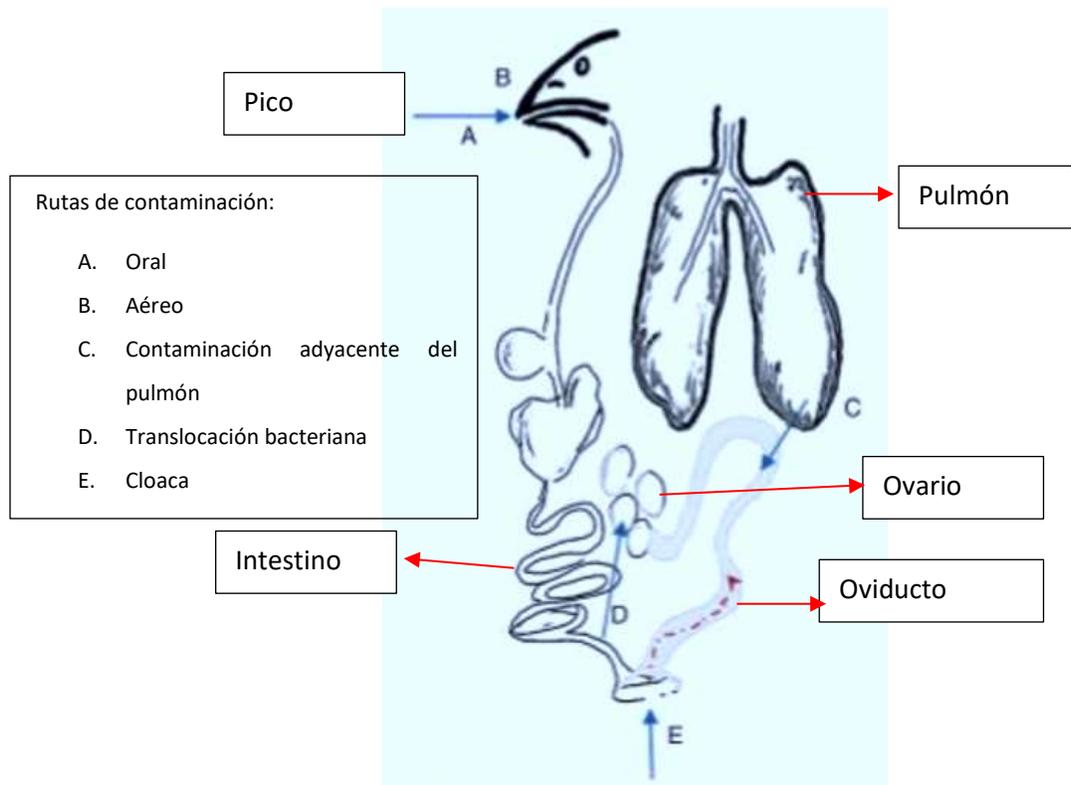


Figura 3. Rutas de Infección APEC
Fuente: Lutful *et al.*, (2017)

La mayoría de las enfermedades asociadas a APEC son secundarias debido a factores ambientales y predisposición del huésped, por lo tanto, las pérdidas debidas a estas enfermedades pueden reducirse considerablemente controlando estos factores, hoy las APEC se reconocen como patógenos primarios en lugar de una consecuencia de infecciones virales o inmunosupresoras, el conocimiento de APEC y su patogénesis es limitado, debido a su gran diversidad y plasticidad genética (Collingwood *et al.*, 2014).

La contaminación de las aves con *E. coli* ocurre en las primeras horas después de la eclosión, las cepas se multiplican rápidamente en el intestino y se pueden adquirir

durante la vida, la contaminación vertical resulta de la transmisión de las reproductoras, en el momento de la salida del huevo por la cloaca, o *in ovo*, como resultado de la salpingitis, la contaminación horizontal ocurre por contacto con otras aves, a través de las heces, agua contaminada y alimento o por inhalación de partículas presentes en el polvo que pueden contener hasta 10^6 UFC de bacterias por gramo (Dho y Morris, 1999).

La prevalencia de infecciones por *E. coli* es alta en gallinas ponedoras, aunado a esto, también ocasionan pérdidas de inversiones enfermedades como salpingitis y demás infecciones del tracto reproductivo, que incluyen peritonitis y salpingoperitonitis (SPS) (Collingwood, 2016). La mortalidad en pollos recién eclosionados suele atribuirse a infecciones por APEC, mortalidad de hasta 20%, las aves que no muestran signos evidentes de infección pueden ser descartadas en el momento del sacrificio. Anteriormente se creía que las infecciones por *E. coli* en pollos eran secundarias a enfermedades como la enfermedad de Newcastle o micoplasmosis, sin embargo, ahora se reconoce que las infecciones por APEC pueden ser infecciones primarias, debido a factores predisponentes como el estrés, exposición a amoníaco y polvo, agua contaminada, razas modernas de rápido crecimiento.

SÍNDROME DE PERITONITIS, SALPINGITIS Y PERISALPINGITIS POR *Escherichia coli* EN GALLINAS REPRODUCTORAS

La bacteria *E. coli* es considerada como el agente etiológico que causa en alto grado salpingitis y peritonitis en gallinas, puede infectar el aparato reproductivo, la infección temprana es asintomática, es la responsable de las altas mortalidades embrionaria en las plantas de incubación. El genoma de *E. coli* tiene un alto grado de plasticidad, de los muchos aislamientos secuenciados completamente, comparten un núcleo central genómico de alrededor de 2000 genes y un genoma accesorio denominado pan-genoma, que presenta más de 18,000 genes, permitiendo alto grado de flexibilidad y adaptación a través de la transferencia

horizontal de genes (Touchon *et al.*, 2009). En el estudio realizado por Ewern *et al.*, (2004), se evaluaron los principales serogrupos aislados en la colisepticemia de la industria avícola, encontrando la distribución de serogrupos O1 (6%), O2 (28%) y O78 (14.7%) y comensales (50.4%). Las gallinas presentaban mayor mortalidad en el último tercio de la etapa de producción y las lesiones macroscópicas prevalentes eran peritonitis, salpingitis aerosaculitis, pericarditis, perihepatitis.

Se reportan tres rutas de infección del APEC: El ascenso de las bacterias por la cloaca al oviducto, infección por el tracto respiratorio y colonización del tracto gastrointestinal (Figura 4). Se describen tres pasos de la bacteriemia: Colonización, adquisición de nutrientes e inmunoevasión: 1- En la colonización se encuentran, adhesinas (fimbrias: Tipo 1, Curly, P y YqiStg y adhesina autotrasportadora, AatA) que son proyecciones que se adhieren a la mucosa del hospedero y produce la colonización. 2- Para la adquisición de nutrientes para su sobrevivencia, se hace secuestro iones férricos de las proteínas ligadoras de este mineral, siendo fundamentales para la respiración y síntesis de ADN. Los factores de virulencia tienen afinidad por quelantes de hierro como lo son aerobactina, salmochelin, sistema sit, proteína transportadora ChuA, que se encargan del crecimiento bacteriano dentro de los fluidos biológicos del hospedador, que tienen bajas concentraciones de hierro. La inmunoevasión evita que la APEC sea atacada por fagocitos y leucocitos del hospedero, a partir de la capsula de polisacárido K1 resistencia sérica degenerando la vía secretora, estos factores de virulencia ayudan a generar patogénesis, causando la enfermedad en las gallinas reproductoras (Lutful *et al.*, 2017).

Hay varias rutas de entrada para infectar el tracto reproductivo de las hembras, uno de ellas es la contaminación ascendente por las heces contaminadas en la cloaca que pueden contaminar la vagina y las secciones restantes del oviducto ya que la producción intensiva de huevos y la actividad estrogénica asociada predisponen a las gallinas al relajar el esfínter entre la vagina y la cloaca, facilitando que oviducto que afectado por salpingitis, también puede producirse la invasión peritoneal por

APEC, lo que puede conducir a salpingoperitonitis (Landman y Cornelissen, 2006; Barnes *et al.*, 2008).

La salpingitis afecta a las aves adultas, en producción, cuando ya se ha producido la citodiferenciación del oviducto por el proceso hormonal, la diferencia en las propiedades de adherencia, puede estar asociada con el epitelio maduro, siendo probable que ciertas proteínas presentes en la membrana celular permitan la unión con *E. coli* (Brand y Nalvandov, 1980).

La infección del tracto respiratorio de las aves por APEC ocurre a través de la inhalación de partículas y bacterias de aerosol contaminado, que una vez en el pulmón, son atacadas por los macrófagos, primera línea de defensa del organismo y medio de diseminación de la bacteria, luego son fagocitadas por células epiteliales auriculares e infundibulares de la región parabronquial. El saco aéreo no tiene mecanismos de defensa celular conocidos y depende de la afluencia inflamatoria de neutrófilos, como la primera línea de defensa celular, por tanto, las regiones de intercambio gaseoso de los pulmones y sacos aéreos son vulnerables a la colonización bacteriana. La región aire-capilar del pulmón, es un sitio importante de entrada de *E. coli* en el torrente sanguíneo de las aves, después de colonizar tráquea y sacos aéreos se considera que los siguientes órganos afectados son el pericardio e hígado causando bacteriemia (Dho y Morris, 1999).

RESPUESTA INMUNE DEL HOSPEDERO

Diversos niveles de defensa del hospedador se desarrollan, dependiendo del número de organismos que ingresa y de la virulencia que presenten, si el tamaño del inoculo y la virulencia son bajos, los fagocitos tisulares son capaces de eliminar la bacteria, si es mayor virulencia inducen una reacción inmunitaria específica y adaptativa en el animal (Tabla 2) (Kindt *et al.*, 2007).

Tabla 2. Reacciones inmunitarias del hospedador a la infección bacteriana y mecanismos de evasión de las bacterias

Proceso infeccioso	Defensas del hospedador	Mecanismos de evasión de las bacterias
Fijación de la célula hospedadora	Bloqueo de la fijación de anticuerpos IgA secretorios	Secreción de proteasas que escinden los dímeros de IgA secretoria (<i>Neisseria meningitidis</i> , <i>N. gonorrhoeae</i> , <i>Hameophilus influenzae</i>) Variación antigénica de las estructuras de fijación (pelos de <i>N. gonorrhoeae</i>)
Proliferación	Fagocitosis (opsonización mediada por anticuerpo y C3b)	Producción de estructuras de superficie que inhiben las células fagocíticas. Mecanismos para la supervivencia dentro de las células fagocíticas inducción de apoptosis en los macrófagos
	Lisis mediada por complemento y reacción inflamatoria localizada	Resistencia generalizada de las bacterias Gram ⁺ a la lisis mediada por complemento Prevención de la inserción de complejos de ataque de membrana por la cadena lateral larga del LPS de la pared celular
Invasión de los tejidos del hospedador	Aglutinación mediada por anticuerpo	Secreción de la elastasa que desactiva los componentes C3a y C5a (<i>pseudomonas</i>)
Lesión de las células hospedadoras inducidas por toxinas	Neutralización de la toxina de anticuerpo	Secreción de la hialuronidasa, que intensifica la invasividad bacteriana

Fuente: (Kindt et al., 2007)

HALLAZGOS MACROSCÓPICOS

La infección por *E. coli* incluye septicemia, pericarditis subaguda, aerosaculitis, salpingitis y peritonitis, muchos serotipos de esta bacteria se encuentran en las aves de corral, pero solo APEC posee factores de virulencia específicos y es capaz de

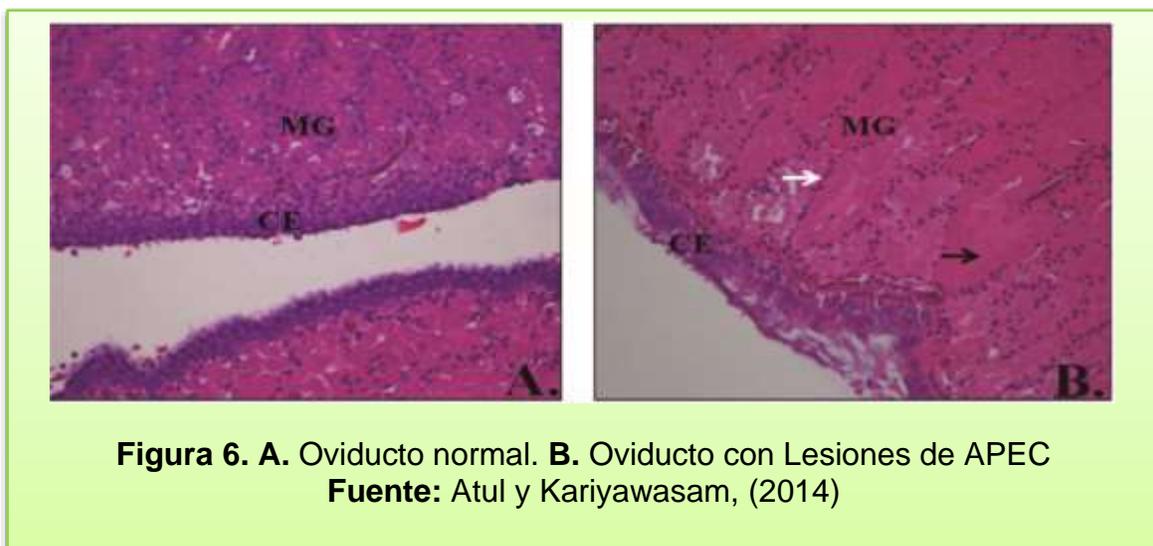
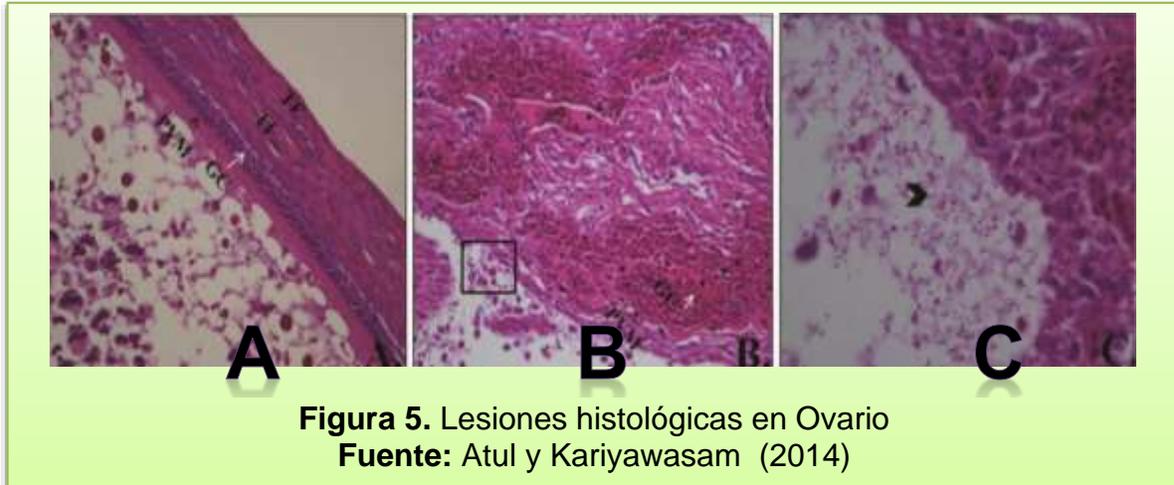
causar salpingitis y peritonitis, esta última se da generalmente por una infección sistémica o ascendente desde la cloaca al oviducto (Landman y Cornelissen, 2006). Estudios reportaron que la APEC, produce exudados fibrinosos en la vagina y en el oviducto (itsmo, útero), ovarios atrofiados y mucosa del oviducto engrosada y edematosa (Ozaki y Murase 2009; Jordan *et al.*, 2005; Roberts 2011) (Figura 4).



Los procesos inflamatorios causados por APEC, lleva a necrosis y acumulación de fibrina en los tejidos; con modelos de infectados experimental con *E. coli* O78 en reproductoras pesadas, presentaron resultados de las principales lesiones que se causa en el tejido ovárico (Atul y Kariyawasam, 2014). En la Figura 5 se muestra la histología representativa de tejidos ováricos de aves infectadas con control y APEC078. (A) ovario con textura histológica normal, como la membrana perivitelina (PVM) seguida de las células de la granulosa (GC), la teca interna (TI) y la capa externa de la teca (TE). (B) La sección de ovario presenta plegamiento y engrosamiento de la membrana perivitelina (flecha negra) y el reemplazo de células de la granulosa por células inflamatorias (flecha blanca). (C) Versión ampliada de una porción rectangular que se muestra en la Figura 5 B; numerosas colonias bacterianas (indicadas por una punta de flecha).

Los resultados de los cortes, Figura 6: (A) sección de oviducto de textura histológica normal, como las glándulas de la mucosa (MG) cubiertas por un epitelio ciliado columnar de simple a pseudoestratificado (CE). (B) Sección de oviducto de una

gallina que muestra epitelio hipersecretor con pérdida de borde ciliado y acumulación de material edematoso en la luz (flecha negra) caracterizada por infiltración de neutrófilos (flecha blanca).



EL EFECTO SOBRE LA PRODUCCIÓN Y TRASMISIÓN A LA PROGENIE

La infección del oviducto por *E. coli* causa alta mortalidad en las reproductoras, disminución de la producción, contaminación de huevos fértiles, aumento en la mortalidad embrionaria o en la primera semana de vida del pollo de engorde (Barnes

et al., 2008). La entrada de *E. coli* tiene lugar en diferentes sitios en el sistema de producción, hay transmisión horizontal en incubadoras y línea de procesamiento en el criadero que puede multiplicar y transmitir entre polluelos, el transporte de pollos y la higiene de la granja también son puntos críticos que presentan un riesgo (Yassin *et al.*, 2009). La transmisión vertical es una importante ruta de genes que albergan resistencia a los antimicrobianos (Olsen *et al.*, 2012).

Se considera que la transmisión vertical de agentes infecciosos generalmente ocurre por el oviducto antes de la formación de la cáscara del huevo, *E. coli* es capaz de penetrar la cáscara de huevo. Se ha demostrado la transmisión vertical para otras especies bacterianas tales como *Salmonella enterica* y *Enterococcus faecalis* (Landman *et al.*, 1999), lo ha demostrado la patogénesis de la contaminación del huevo, que después de presentar una diseminación sistémica, las bacterias también pueden acceder al oviducto a través de la infección ascendente de la cloaca, posible ruta de contaminación del huevo con *Salmonella* y también a través de la cáscara, la contaminación de la superficie puede ser por las excretas o ser el resultado de la infección de la vagina; otra ruta posible es por contaminación directa de la yema y sus membranas, albúmina, la cáscara del huevo que se originan de la infección del ovario, infundíbulo, magno, istmo y glándula del cascarón, la *Salmonella* depositada en la albúmina y en la membrana vitelina es capaz de sobrevivir y crecer en el ambiente antibacteriano, puede migrar y penetrar la membrana vitelina para llegar a la yema, que es rica en nutrientes (Gantois *et al.*, 2009).

Factores como la diferencia de: temperatura, pH, humedad entre el huevo y suspensión bacteriana y la calidad de la cáscara pueden influir en la tasa de penetración bacteriana a través de ella. Es de anotar que la calidad de la cáscara disminuye durante la vida productiva de la gallina, lo que resulta en una mayor tasa de huevos contaminados en aves mayores de 45 semanas. También se ha reportado que la deposición de la cutícula, es un factor que influye en la tasa de penetración de la bacteria por cáscara de huevo, mientras otros factores, como su grosor y número de poros no contribuyen significativamente en esta tasa (Gantois *et al.*, 2009).

Se ha encontrado una mayor prevalencia de colonización de *E. coli* en el huevo de ponedoras de piso comparados los que son puestos en nido, esto podría sugerir que excluir los primeros de la nacedera podría minimizar la colonización de los pollos recién nacidos con *E. coli*, además, se concluyó que pollitos de padres con mayor edad presentaba mayor riesgo de contaminarse en comparación con los hijos de padres jóvenes, puesto que la calidad de la cascara del huevo podría influenciar (Poulsen *et al.*, 2017).

El método diagnóstico de la O serotipificación es de uso frecuente, es una herramienta valiosa en la evaluación epidemiológica, el análisis de riesgos y la prevención, esta serotipificación molecular hace referencia a ensayos que se dirigen a genes específicos del grupo O y que se encuentran dentro de los grupos genéticos del *E. coli* O-antígeno y antígeno H que codifican para los diferentes tipos flagelares. El método rápido como ELISA, basado en *E. coli*, para la detección de anticuerpos contra dos serotipos patógenos importantes de *E. coli*: O78: K80 y O2: K1, otro ELISA se basó en el antígeno fimbrial, ambos tienen un valor limitado porque solo pueden detectar tipos de APEC homólogo (Fratamico *et al.*, 2016).

Los métodos de subtipificación que permiten la diferenciación de *E. coli* más allá del nivel de especie y subespecie son críticos para determinar la fuente de los brotes y establecer vías de transmisión, varios métodos basados en el genotipo, fenotipo y para subtipificación de *E. coli* se utilizan antígenos "O" y "H", y marcadores de polimorfismo de nucleótidos simples (SNPs), además se especifica la relación con otros genes que ocasionan virulencia (Tabla 3).

FACTORES DE RIESGO

El riesgo de colibacilosis aumenta con la infección en el medio ambiente y un mal manejo de la bioseguridad en la granja, la mala higiene del galpón, del personal que maneja las aves, no realizar los lavados correspondientes antes del manejo, no realizar fumigaciones rutinarias a las camas de los galpones para disminuir la carga bacteriana que puede predisponer a la enfermedad. Un ambiente desfavorable, con

exceso de amoníaco o polvo, hace que el sistema respiratorio sea más susceptible a las infecciones por APEC a través de la decilización del tracto respiratorio superior, por ello es importante tener buena limpieza de las mallas, en los nidos, lámparas y todos los materiales que se encuentren en el galpón, el estado de la cama puede ser un riesgo de colonización rápida de la bacteria (Barnes y Gross, 1997). Por otro lado, un factor a tener en cuenta es la sobrepoblación, los cambios bruscos que se dan en el momento de la apertura o comienzo de la producción de las aves, puesto que entran en contacto directo con los machos, si no se maneja bien su densidad por metro cuadrado, en estos casos hay un sobre-apareamiento de las gallinas causando laceraciones y aumentando el riesgo de celulitis que conllevan a la septicemia. Otros factores que deben tenerse en cuenta son la duración de la exposición, la virulencia propia de la cepa, la raza y el estado inmune del ave. (Poulsen *et al.*, 2017).

El consumo del agua en los animales es un factor crítico y esta debe cumplir con estándares de calidad aceptados, con un buen manejo para que las concentraciones de bacterias totales y de coliformes no excedan 100 y 500 UFC/100ml respectivamente. Las deficiencias severas de los nutrientes pueden deteriorar la inmunidad del hospedero y por ende disminuir resistencia a las enfermedades, es importante evaluar las condiciones de presentación e higiene en el alimento puesto que puede alterar la inmunidad del intestino y producir una entrada invasiva de bacterias patógenas que produzcan daño a las aves. El manejo que se le da a la recogida del huevo de piso es importante para disminuir el riesgo de contaminación y colonización bacteriana que posteriormente lleva a muertes embrionaria o contaminación de la máquina de nacimiento (Barnes y Gross, 1997).

Diferentes frentes deben ser abordados para lograr una eficaz prevención de las enfermedades, en primer lugar disminuir la contaminación ambiental para bajar el contacto con infecciones respiratorias, teniendo una adecuada infraestructura con zonas limpias y sucias, zona para cambio de ropa y lavado de manos, sin dejar de lado un buen manejo de las heces y el control de plaga; es de vital importancia

factores como la densidad, la humedad , la ventilación, el polvo y el amoniaco que deben ser controlados estrictamente (Dho y Fairbrother1997).

Tabla 3. Métodos de diagnósticos utilizados para determinar la *E. Coli*

Métodos	O	H	Relación con genes virulentos	SNPs
Serotipado de O/H inmunológico	X	X		
Tipificación de bacteriófago				X
Electroforesis con enzimas multilocus				X
MALDI-TOF		X		X
Polimorfismo de longitud de restricción (RFLP)	X	X	X	
Ensayo de suspensión basado en liminex	X			
Mapeo óptico			X	X
Ribotipificado				X
Análisis de repetición en tándem de números variables de multilocus (MLVA)				X
Electroforesis en gel de campo pulsado		X		X
Mecanografía de secuencia de multilocus				X
PCR de alto rendimiento en tiempo real	X	X	X	
PCR multiplex	X	X	X	
Secuenciación completa del genoma y análisis de SNP	X	X	X	X
Perfiles de genes de virulencia				X
Micrarray	X	X	X	X
NeoSEEK™ (PCR espectroscopia de masa)	X	X	X	X
CRISPRs				X

Adaptada de (Fratamico *et al.*, 2016). *(SNPs) Marcadores de polimorfismo de nucleótidos simples. *Antígenos "O" y "H. Métodos basados en fenotipo y genotipo.

VACUNAS

Las aves responden a las vacunas desarrollando respuestas humorales y celulares, la bolsa de Fabricio y el timo sirven como los principales órganos linfoides del sistema inmune, las células B usan inmunoglobulinas de superficie como receptores de antígenos y se diferencian en células plasmáticas para secretar anticuerpos, se producen tres clases de anticuerpos: IgM, IgG (también llamado IgY) e IgA, el éxito de la respuesta a la vacuna en una parvada a menudo se controla demostrando un aumento en el título de anticuerpos a los pocos días de la vacunación (Ghunaim *et al.*, 2014).

Los esfuerzos para encontrar una vacuna eficaz contra las APEC, se han centrado en el uso de bacterinas, luego se dieron las vacunas in vivo y posteriormente las de subunidades, varios obstáculos al intentar diseñar una vacuna es la de inducir protección cruzada contra varios serogrupos APEC además deben ser de uso en el agua potable, el alimento, in ovo o spray, por último, se debe administrar a aves jóvenes para que desarrolle una inmunidad protectora (Ghunaim *et al.*, 2014).

Otros estudios probaron la activación por ultrasonidos: K1 y O78: vacunas K80 en adyuvante de hidróxido de aluminio, estas vacunas inactivadas proporcionaron una mejor protección que las bacterinas preparadas con calor, formaldehído o radiación (Melamed *et al.*, 1991). Resume, que son varios los factores desempeñan un papel en la determinación de la eficacia de la vacuna como son: serogrupo o serotipo de *E. coli*, tipo de adyuvantes, el método utilizado para inactivar las bacterias, la ruta de administración (Ghunaim *et al.*, 2014).

Las vacunas de subunidades demuestran mayor resultado en la inducción de un sistema inmunitario protector, especialmente contra la exposición heteróloga en comparación con vacunas inactivadas, con la adición de nuevas secuencias genómicas de APEC añadidas, el descubrimiento de otros factores de virulencia busca el camino para el desarrollo de una nueva subunidad de vacunas (Tabla 4).

Tabla 4. Tipos de vacunas de subunidades

Antígeno	Vía	Edad 1 ^a Vacunación (Días)	Edad 2 ^a Vacunación (Días)	Ruta	Edad (Días)
Aerobactina	Im ^a	N/A	N/A	Aerosol	1
Iromps	Iv ^b	18	N/A	Saco Aéreo	18
O1, O2, O78 Pilli	SC	28	42	Saco Aéreo	56
Fimam ^d	Im ^d	N/A	N/A	Saco Aéreo	21
Recombinat Fimh	Im ^c	11	N/A	Saco Aéreo Aerosol	14
Recombinat Papg	IM	11	N/A	Saco Aéreo	14
Recombinat Iuat	Im ^c	11	N/A	Saco Aéreo	14
Recombinat Iss	IM	14	N/A	Saco Aéreo	28
Recombinat Papgii	IM	10	N/A	Saco Aéreo Aerosol	34

Fuente: Ghunaim *et al.*, (2014)

Estudios realizados con vacunas basadas en fimbrias en gallinas reproductoras, que vacunadas con la proteína, su progenie resistieron tanto cepas homologas (O78), como heterólogas (O1, O2 APEC), los anticuerpos anti pilus pueden prevenir la adhesión de *E. coli* patógena a las superficies de las células huésped, en consecuencia, Gyimah y Panigrahy, (1986) desarrollaron y probaron una vacuna de pilis de O coli O1: K1 emulsionada en aceite contra la colibacilosis en pollos , esta contenía 116 µg o 29 µg de proteína de fimbria y se aplicó subcutánea (SC) dos veces, a las 4 y 6 semanas de edad, a las 8 semanas de edad los pollos fueron infectados con *E. coli* con una inyección de saco intra-aéreo, los vacunados presentaban menor mortalidad, y lesiones después de ser infectadas que es un homólogo de APEC en comparación con los no vacunados (control) (Ghunaim *et al.*, 2014).

Las vacunas vivas atenuadas son de administración masiva por eso las hace más atractivas y adecuadas a la industria de pollos de engorde en lugar de vacunas que están disponibles solo para administración individual, los primeros estudios que se utilizaron en cepas avirulentas vivas, fue APEC O78 del serogrupo K1 se usó para inmunizar pavos a los 7 y 14 días de edad por vía intramuscular (IM) o intratraqueal (IT), luego fueron infectados con un homólogo de las bacterias por vía IV usando 108 UFC, 10 días después de la última vacunación dieron como resultado un 88% de disminución en la mortalidad 77% para el tratamiento IM en comparación con el control. Aunque la inmunización redujo la mortalidad, la mayoría de las aves que sobrevivieron a la enfermedad desarrollaron polisinovitis (Ghunaim *et al.*, 2014).

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Los mecanismos subyacentes a la evolución y aparición de nuevos patógenos bacterianos, no son suficientes, para explicar la evolución de las cepas patogénicas de *Escherichia coli* se ha determinado que es una bacteria con una gran diversidad hereditaria con genes polimórficos que presentan un ambiente muy diverso lo cual dificulta las investigaciones sobre el tema, este polimorfismo define los factores de virulencia y los genes responsables de la diferenciación que presenta cada cepa, que son los responsables de la supervivencia del patógeno dentro del hospedero, los estudios y revisiones presentados, dan a entender acerca de los tres tipos de contaminación que puede presentar el ave, ya sea por el ingreso por vía respiratoria, translocación bacteriana en el intestino, o por el ingreso ascendente de la cloaca al oviducto, conllevando a su muerte y dando hallazgos en necropsias como pericarditis, perihepatitis, ooforitis, salpingitis, o en general una poliserositis. Dado que la industria avícola invierte bastante capital es importante manejar los factores de riesgo que puedan llevar a producir brotes de *E. coli* por esas buenas prácticas, bioseguridad y control de higiene dentro de las instalaciones son las recomendaciones en las cuales que se enfocan los investigadores.

Al no evaluar los posibles riesgos de contaminación por las APEC, se presentan consecuencias que conllevan anormalidades en los nacimientos, baja tasa de natalidad, aumento de mortalidad en pollitos de un día, además de reclamos de los clientes. Otros métodos de prevención de la enfermedad es la vacunación, que forma parte integral de los protocolos de gestión de salud de los lotes, los sistemas de administración de vacunas incluyen inyección in ovo, aerosol, pulverización, agua potable, colirio e inyección en la membrana del ala, el intento por crear una vacuna ha sido el esfuerzo por muchos investigadores, al entender la genoma de la bacteria es complicado por las diferentes cepas que pueda presentar un animal, además es necesario utilizar una medio de aspersion que le brinde inmunidad a las aves y al entorno para que la vacuna tenga mayor efectividad.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Es de vital importancia manejar lo puntos de riesgo que presenta la granja, para disminuir la contaminación de las aves y de subproductos, manteniendo buenos protocolos de bioseguridad, sanitización y ventilación de galpones, buen manejo de desechos de aves, tiempos de retiros entre lotes, realizando microbiología del agua y materias primas, capacitaciones a los operarios que manejen las aves.

Realizar toma de muestras rutinaria a los elementos de los galpones, agua, alimento y mano de los operarios que manipulan las aves.

En el momento que se presenten altas mortalidades, las visitas a los galpones deben ser exhaustiva, realizar una buena anamnesis , desde la entrada al galpón, observando el manejo de los galponeros con el alimento y el entorno, revisar que se encuentre en orden y limpiezas de los implementos de trabajo del operario; después revisar el comportamiento de los animales en el momento de recibir el alimento, y desarrollar un análisis poblacional de las que estén lesionadas; si es posible se debe realizar un corral para separar las aves sanas de las que presentan signos de letargia y anorexia.

Llevar un reporte de los casos presentados en la granja a partir de la fecha del evento, edad del lote, etapa de producción, alimento, operarios y lo correspondiente a los hallazgos de necropsias, para evaluar en qué momento se presenta la enfermedad, que la pudo haber desencadenado y así evaluar qué puntos críticos se están fallando dentro de la granja.

Al momento de presentar signos de una posible contaminación, lo apropiado es realizar un buen diagnóstico, evaluando los puntos críticos de las necropsias y análisis microbiológicos, y realizar una genotipificación de la bacteria, no quedarse solo con el aislamiento y antibiograma, puesto que las nuevas tecnologías facilitan una mejor comprensión y secuenciación de ARN y los sistemas de análisis de células individuales utilizados junto con la biología de la infección tradicional, pueden ofrecer mayores posibilidades para el estudio de la patogénesis microbiana y la inmunidad a mayor escala, estos desarrollos informarán medidas de control de enfermedades, mejorarán el bienestar animal y producirán importantes conocimientos sobre la susceptibilidad de las aves de corral a la colibacilosis y las enfermedades asociadas. Se debe tener cuidado a la hora de administrar antibiótico a las aves, puesto que el polimorfismo y múltiples variables de los genes de la *E. coli*, pueden presentar una evolución y crear una bacteria altamente patógena con resistencia a antibióticos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Atul C., Kariyawasam S. An experimental infection model for *Escherichia coli* egg peritonitis in layer chickens. *Bioone*, 25-33. 2014.
2. Barnes J., Gross W. Colibacilosis. En: Calnek BM, (Ed). *Diseases of poultry*. 1997.
3. Barnes H., Nolan L., Vaillancourt J. Colibacilosis. *Disease poultry*. 2008.
4. Brand J., Nalvandov A. Role of sex hormones in albumen secretion by the oviduct of chickens. *Poult sci.*, 35 (3): 692-700. 1980.

5. Breland J., Eberly R., Hadjifrangiskou M. An overview of two-component signal transduction systems implicated in extra-intestinal pathogenic *E. coli* infections. *Frontiers in cellular and infection microbiology*, 7: 162. 2017. doi: <https://doi.org/10.3389/fcimb.2017.00162>
6. Clermont O., Christenson J., Denamur E., Gordon D. The clermont *Escherichia coli* phylo-typing method revisited: improvement of specificity and detection of new phylo- groups. *Environmental Microbiology Reports*, 58-65. 2013.
7. Collingwood C. Pathogenomic characterization of a novel, layer-associated avian pathogenic *Escherichia coli*. Doctor of philosophy Thesis, University of Liverpool. 2016.
8. Croxen M., Law R., Scholz R., Kenney K., Wlodarska M., Finlay B. Recent advances in understanding enteric pathogenic *Escherichia coli*. *Clinical Microbiology Review*, 822-880. 2013.
9. Dho-Moulin M., Morris-Fairbrother J. Avian pathogenic *Escherichia coli* (APEC). *Vet. Res*, 299-316. 1999.
10. Fratamico P., Debroy C., Liu Y., Needleman D., Baranzoni M., Feng P. Advances in molecular serotyping and subtyping of *Escherichia coli*. *frontiers in microbiology*. 2016. doi: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.00644>
11. Gantois I., Ducatelle R., Pasmans F., Haesebrouck F., Gast R., Humphrey J., Van Immerseel F. Mechanisms of egg contamination by *salmonella enteritidis*. *FEMS Microbiol Rev*. 2009.
12. Ghunaim H., Abu Madi, M., Kariyawasam, S. Advances in vaccination against avian pathogenic *Escherichia coli* respiratory disease: potentials and limitations. *Vet Microbiol*. 172 (1-2):13-22. 2014.
13. Gyimah, Panigraphy B. Adhesion receptor interaction mediating the attachment of pathogenic *Escherichia coli* to chicken tracheal epithelium. *Avian Disesease*, 1988.
14. Jordan F., Williams J., Wattret A., Jones T. Observations on salpingitis, peritonitis and salpingoperitonitis in a layer breeder flock. *Veterinary Record*, 573-577. 2005.

15. Kaas R., Friis C., Ussery D., Aarestrup F. Estimating variation within the genes and inferring the phylogeny of 186 sequenced diverse *Escherichia coli* genomes. *BMC Genomics*. 2012.
16. Kapper J., Nataro J., Mobley H. Pathogenic *Escherichia coli*. *Nat Rev Microbiol*, 123-140. 2004.
17. Kindt T., Goldsby R., Osborne B. Inmunorreacción de las enfermedades infecciosas. En: T. Kindt R. Goldsby & B. Osborne, *Inmunología de kuby mcgraw hillniteramericana*. 455. 2007.
18. Kolher C., Dobrindt U. What defines extraintestinal pathogenic *Escherichia coli*? *International Journal of Medical Microbiology*, 642-647. 2011.
19. Landman W., Feberwee A., Mekkes D., Veldman K., Mevius D. A study on the vertical transmission of arthropathic and amyloidogenic *Enterococcus faecalis*. *Avian Pathology*, 559-566. 1999.
20. Landman W., Cornelissen R. *Escherichia coli* salpingitis and peritonitis in layer chickens: an overview. *Tijdschrift voor Diergeneeskunde*, 814-822. 2006.
21. Lutful M., Sikder M., Jahanjier A., Sucharit N. Colibacillosis and its impact on egg production. En: P. hester, *Egg innovations and strategies for improvements*, 523 p. 2017.
22. Melamed, D., Leitner, G., Heller, E. A vaccine against avian colibacillosis based on ultrasonic inactivation of *Escherichia coli*. Department of Animal Sciences, Faculty of Agriculture, Hebrew University of Jerusalem, Rehovot, Israel. *Avian Dis.*, 35 (1): 17-22. 1991.
23. Monroy M., Knobl T., Bottino J., Astolfi C., Piantino A. Virulence characteristics of *Escherichia coli* isolates obtained from broiler breeders with salpingitis. *Comparative Immunology Microbiology Infectious Disease*, 1-15. 2005.
24. Olsen R. H., Frantzen C., Christensen H., Bisgard M. An investigation on first week mortality in layers. *Avian Diseases*, 51-57. 2012.
25. Ozaki H., Murase T. Multiple routes of entry for *Escherichia coli* causing colibacillosis in commercial layer chickens. *Journal Veterinary Medical Science*, 1685-1689. 2009.

26. Poulsen L., thofner I., bisgaard M., Cristensen P., Olsen R., Christensen H. Longitudinal study of transmission of *Escherichia coli* from broiler breeders to broilers. *Veterinary Microbiology*. 2017.
27. Reid S., Herbelin C., Bumbaugh A. *et al.*, Parallel evolution of virulence in pathogenic *Escherichia coli*. *Nature*. 406: 64-67. 2000. doi: <https://doi.org/10.1038/35017546>
28. Roberts, J. R. Avian diseases which affect egg production and quality. Inglaterra. Egg chemistry, production and consumption woodhead publishing series in food science, Technology and Nutrition, 376-393. 2011.
29. Russo T, Johnson R. Proposal for a New Inclusive designation for extraintestinal pathogenic isolates of *Escherichia coli*: *expec*, *The Journal of Infectious Diseases*, 181 (5): 1753–1754. 2000. doi: <https://doi.org/10.1086/315418>
30. Salton M., Shin Kim K. *Structure*. En: B.s, *Medical microbiology*. 4th Ed. Glavestone: University of Texas medical branch at galveston. 1996.
31. Touchon M., Hoede C., Tenailon O., Barbe V., Baeriswyl S., Bidet P., Denamur E. Organised genome dynamics in the *Escherichia coli* species results in highly diverse adaptive paths. *PLoS Genetics*, 5 (1): e1000344. 2009. doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pgen.1000344>
32. Vazques C. *Escherichia coli* patogénica Aviar. ENGOMIX. 2011. Disponible En: <https://www.engormix.com/avicultura/articulos/escherichia-coli-patogeno-aviar-t28854.htm>
33. Wirth T., Falush D., Lan R., Colles F., Mensa P., Wieler L., Achtman M. Sex and virulence in *Escherichia coli*: an evolutionary perspective. *Wiley Molecular Microbiology*, 1136-1151. 2006.
34. Zhuang Qy Wang, *et al.*, A clinical survey of common avian infectious diseases in China avian dis. *Avian Dis*, 58 (2): 297-302. 2014.
35. Yassin H., Velthuis G., Boerjan M., Van Riel J. Field study on broilers first week mortality. *Poult Sci.*, 798-804. 2009.

La inocuidad alimentaria para una planta de derivados cárnicos

Food safety for a meat derivatives plant

Segurança alimentar de uma fábrica de derivados de carne

Guzmán Cupaja Leidy Tatiana¹ y Urbina Angarita Ayza Yamir²

¹Ingeniera Agroindustrial, Universidad de los Llanos y

²Ing. Ind. Esp. MSc. Docente Universidad de los Llanos

aurbina@unillanos.edu.co

Recibido 30 de abril 2019, Aceptado 2 de octubre 2019

RESUMEN

A todo tipo de producto alimentario se le debe asegurar la inocuidad lo cual es difícil de garantizar teniendo en cuenta que los alimentos tienden a perecer. Para lograr un producto final inocuo, se debe direccionar a la prevención de cualquier tipo de contaminación que pueda afectarlo. Los programas prerrequisitos son necesarios para la implementación de un sistema de aseguramiento de la calidad, estos permiten garantizar el cumplimiento de las normas legales de inocuidad de los alimentos a través de procedimientos y sus condiciones básicas que permiten controlar el proceso al cual es sometido el producto, las materias primas, los equipos y utensilios, el personal y la infraestructura. Los productos cárnicos procesados son de alto riesgo para la salud pública de Colombia, según la clasificación dada en el anexo técnico de la Resolución 0719 de 2015. La carne es altamente perecedera por su alto contenido en agua, composición y pH, lo que favorece la alteración, su contaminación microbiana y su descomposición rápida. El tipo de metodología propuesta para este proyecto es fue de carácter descriptivo y cualitativo ya que se realizó el diseño de los programas prerrequisitos necesarios en la aplicación del sistema de aseguramiento de la inocuidad alimentaria para una planta de derivados cárnicos, como se describen las fases a realizar: Fase 1. Elaboración de la descripción general de los procesos productivos de la planta de derivados cárnicos: descripción de la planta, recolección de información (entrevista, lista de chequeo, e informes), elaboración del diagrama de flujo de los procesos productivos. Fase 2.

Evaluación de las condiciones higiénico- sanitarias de la empresa según la Resolución 2674 de 2013 y cumplimientos de los capítulos 1: edificaciones e instalaciones y equipos y utensilios, siendo este el punto de partida para conocer las necesidades de los programas prerrequisitos (PPRs), para determinar los aspectos obligatorios a intervenir en cada PPR. Fase 3. Aplicar la Normatividad vigente a cada uno de los programas prerrequisitos, teniendo en cuenta: revisión de la legislación Colombiana aplicable a la industria alimentaria por el Ministerio de Salud, Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (INVIMA); Ministerio de agricultura, Ministerio del medio ambiente, Secretaria del medio ambiente; organización de las normatividades alimentarias vigentes mediante matriz de requisitos legales. (comprende: año, documento legal, objetivo, cumple, no cumple, pendiente por aplicar, aplicación, tarea, frecuencia de evaluación del requisito legal, registros, responsable de la evaluación, activa o derogada), para esto se estableció un formato. Fase 4. Documentación de los programas prerrequisitos: diseño de la forma en que se realizarían los programas prerrequisitos; contenido de programas prerrequisitos (portada, encabezado, objetivo, definición, matriz legal, marco teórico, desarrollo del programa, Verificación, documentos adjuntos, documentos relacionados); el desarrollo del programa expone la situación actual y como se está llevando a cabo el control de este. Se utilizó el ciclo planear, hacer, verificar y ajustar (P.H.V.A) para la descripción del programa.

Palabras clave: Planta de cárnicos, procesos, normas de calidad.

ABSTRACT

All types of food products must be assured of safety, which is difficult to guarantee given that food tends to perish. To achieve a harmless final product, it must be directed to the prevention of any type of contamination that may affect it. The prerequisite programs are necessary for the implementation of a quality assurance system, these allow to guarantee compliance with the legal rules of food safety through procedures and their basic conditions that allow to control the process to which the product is subjected , raw materials, equipment and utensils, personnel

and infrastructure. Processed meat products are of high risk for public health in Colombia, according to the classification given in the technical annex of Resolution 0719 of 2015. Meat is highly perishable due to its high water content, composition and pH, which favors alteration, its microbial contamination and its rapid decomposition. The type of methodology proposed for this project is descriptive and qualitative in nature since the design of the necessary prerequisite programs in the application of the food safety assurance system for a meat by-products plant was carried out, as the phases to perform: Phase 1. Preparation of the general description of the production processes of the meat derivatives plant: description of the plant, information collection (interview, checklist, and reports), preparation of the flow chart of the production processes. Phase 2. Evaluation of the hygienic and sanitary conditions of the company according to Resolution 2674 of 2013 and compliance with chapters 1: buildings and facilities and equipment and utensils, this being the starting point to meet the needs of the prerequisite programs (PPRs), to determine the mandatory aspects to intervene in each PPR. Phase 3. Apply the current regulations to each of the prerequisite programs, taking into account: review of the Colombian legislation applicable to the food industry by the Ministry of Health, National Institute of Food and Drug Surveillance (INVIMA); Ministry of Agriculture, Ministry of the Environment, Secretary of the Environment; organization of current food regulations through a matrix of legal requirements. (Includes: year, legal document, objective, complies, does not comply, pending to apply, application, task, frequency of evaluation of the legal requirement, records, responsible for the evaluation, active or repealed), for this a format was established. Phase 4. Documentation of the prerequisite programs: design of the way in which the prerequisite programs would be carried out; content of prerequisite programs (cover, header, objective, definition, legal matrix, theoretical framework, program development, Verification, attached documents, related documents); The development of the program exposes the current situation and how it is being carried out. to plan, to do, to verify and to adjust (P.D.V.A) cycle was used for the description of the program.

Keywords: Meat plant, processes, quality standards.

RESUMO

Todos os tipos de produtos alimentícios devem ter segurança garantida, o que é difícil de garantir, uma vez que os alimentos tendem a perecer. Para obter um produto final inofensivo, ele deve ser direcionado à prevenção de qualquer tipo de contaminação que possa afetá-lo. Os programas de pré-requisito são necessários para a implementação de um sistema de garantia da qualidade, que permitem garantir o cumprimento das normas legais de segurança alimentar por meio de procedimentos e suas condições básicas que permitem controlar o processo ao qual o produto está sujeito. , matérias-primas, equipamentos e utensílios, pessoal e infraestrutura. Os produtos à base de carne processada apresentam alto risco à saúde pública na Colômbia, de acordo com a classificação dada no anexo técnico da Resolução 0719 de 2015. A carne é altamente perecível devido ao seu alto teor de água, composição e pH, o que favorece alteração, contaminação microbiana e decomposição rápida. O tipo de metodologia proposta para este projeto é de natureza descritiva e qualitativa, pois foi realizado o desenho dos programas de pré-requisito necessários para a aplicação do sistema de garantia de segurança de alimentos para uma fábrica de subprodutos da carne, conforme as fases a serem realizadas. realizar: Fase 1. Preparação da descrição geral dos processos de produção da fábrica de derivados de carne: descrição da fábrica, coleta de informações (entrevista, lista de verificação e relatórios), preparação do fluxograma dos processos de produção. Fase 2. Avaliação das condições higiênicas e sanitárias da empresa de acordo com a Resolução 2674 de 2013 e cumprimento dos capítulos 1: edifícios e instalações, equipamentos e utensílios, sendo este o ponto de partida para atender às necessidades dos programas de pré-requisito (PPRs)), para determinar os aspectos obrigatórios para intervir em cada PPR. Fase 3. Aplique os regulamentos atuais a cada um dos programas de pré-requisito, levando em consideração: revisão da legislação colombiana aplicável à indústria de alimentos pelo Ministério da Saúde, Instituto Nacional de Vigilância de Alimentos e Medicamentos (INVIMA); Ministério da Agricultura, Ministério do Meio Ambiente, Secretário do Meio Ambiente; organização dos regulamentos alimentares atuais por meio de uma matriz de requisitos legais. (inclui: ano, documento legal, objetivo,

conformidade, não cumpre, pendente de aplicação, aplicação, tarefa, frequência de avaliação do requisito legal, registros responsáveis pela avaliação, ativos ou revogados), para isso foi estabelecido um formato. Fase 4. Documentação dos programas de pré-requisito: design da maneira pela qual os programas de pré-requisito seriam executados; conteúdo dos programas de pré-requisito (capa, cabeçalho, objetivo, definição, matriz legal, arcabouço teórico, desenvolvimento do programa, verificação, documentos anexados, documentos relacionados); O desenvolvimento do programa expõe a situação atual e como está sendo realizada. O ciclo de planejar, executar, verificar e ajustar (P.H.V.A) foi usado para a descrição do programa.

Palavras-chave: Frigoríficos, processos, padrões de qualidade.

INTRODUCCIÓN

La inocuidad alimentaria es un atributo intangible de la calidad, por ende, se debe garantizar en las industrias que elaboran, procesan y comercializan alimentos, asegurando la salud del consumidor (Hernández y Medina 2014). A todo tipo de producto alimentario se le debe asegurar la inocuidad y esto suele ser un poco difícil teniendo en cuenta que los alimentos tienden a perecer, para lograr un producto final inocuo se debe direccionar a la prevención de cualquier tipo de contaminación, someter el producto a una inspección durante y al finalizar el proceso resulta difícil de aplicar por los altos costos que esto demanda; por ende la inocuidad del producto debe asegurarse durante todo el proceso de producción identificando todos los posibles riesgos y peligros físicos, químicos y biológicos, tomando acciones correctivas para eliminar o disminuir el problema y realizando un monitoreo mediante una validación de las acciones preventivas para garantizar que el objetivo se está cumpliendo, todo lo anteriormente mencionado se ha de encontrar en los programas prerrequisitos para tener un control de la calidad (*Codex Alimentarius*, 2005).

A todo tipo de producto alimentario se le debe asegurar la inocuidad lo cual es difícil de garantizar teniendo en cuenta que los alimentos tienden a perecer. Para lograr

un producto final inocuo, se debe direccionar a la prevención de cualquier tipo de contaminación que pueda afectarlo. El someter el producto a una inspección durante y al finalizar el proceso, puede resultar difícil de aplicar por los altos costos que esto demanda. La inocuidad del producto debe asegurarse durante todo el proceso de producción, identificando todos los posibles riesgos y peligros físicos, químicos y biológicos. De esta forma, se deben tomar acciones correctivas para eliminar o disminuir el problema, realizar un monitoreo constante, así como una validación de las acciones preventivas para garantizar que el objetivo se está cumpliendo. Todo lo anteriormente mencionado se ha de encontrar en los programas prerrequisitos para tener un control de la calidad (Minsalud, 2017).

Los programas prerrequisitos son necesarios para la implementación de un sistema de aseguramiento de la calidad, estos permiten garantizar el cumplimiento de las normas legales de inocuidad de los alimentos a través de procedimientos y sus condiciones básicas que permiten controlar el proceso al cual es sometido el producto, las materias primas, los equipos y utensilios, el personal y la infraestructura. La comisión del *Codex Alimentarius* expone como sistema de aseguramiento de la calidad el sistema de Análisis de Peligros y de Puntos Críticos de Control (HACCP) (ISO, 2009)

Las normas del *Codex* han adquirido una importancia sin precedentes respecto a la protección del consumidor y al comercio internacional de alimentos. Las cuales se ha convertido en referencia para los requerimientos internacionales sobre la inocuidad de los alimentos. Cada país debe determinar el tema de la aplicación del APPCC, de manera que su industria exportadora de alimentos pueda satisfacer los requerimientos que han adoptado recientemente ciertos países importadores con relación a la aplicación del APPCC a los productos alimentarios (*Codex Alimentarius*, 2005).

La norma ISO 22000:2005 Sistema de gestión de inocuidad de los alimentos. Especifica los requisitos para un sistema de aseguramiento de la inocuidad alimentaria alineada con la norma ISO 9001 con el objeto de ser compatible las dos normas. Esta normatividad combina la gestión del sistema, los programas

prerrequisitos y los principios del HACCP (ISO, 2009) El diseño apropiado de los programas prerrequisito y la puesta en marcha de estos, proporcionan un panorama preventivo y/o disminución a la posible presencia de riesgos físicos, químicos y /o biológicos en el producto (ISO, 2009)

Los productos cárnicos procesados son de alto riesgo para la salud pública según la clasificación dada en el anexo técnico de la Resolución 0719 de 2015. La carne es altamente perecedera por su alto contenido en agua, composición y pH, lo que favorece la alteración, su contaminación microbiana y su descomposición rápida. Dependiendo de la manipulación y otros factores externos como la temperatura y la humedad se pueden retardar su proceso de degradación alargando su vida útil, (Minsalud, 2013a; Minsalud 2015).

El presente trabajo tiene como fin el diseño de los siguientes programas prerrequisitos: calidad de agua potable, residuos sólidos peligrosos, residuos líquidos, capacitación, proveedores, muestreo, operaciones sanitarias, de procedimientos operativos estandarizado de sanitación, mantenimiento preventivo, e calibración de instrumentos y equipos de medición, control de plagas y de alérgenos, aplicados a la planta de derivados cárnicos.

Cada programa prerrequisito se desarrolló siguiendo el ciclo planear, hacer, verificar y ajustar (P.H.V.A) o ciclo de Deming, se tuvo en cuenta la infraestructura, los procedimientos, la materia prima, las buenas prácticas de manufactura, las maquinas empleadas, los materiales de empaque y los flujos del personal y del producto siguiendo lo establecido en la Resolución 2674 de 2013, artículo 21. Control de calidad e inocuidad y el Decreto 60 de 2002, Artículo 5, Prerrequisitos del plan HACCP, (Minsalud, 2013b).

Los alimentos son focos de transmisión de enfermedades por causa de bacterias, virus, toxinas, parásitos, metales y priones que afectan la salud pública. Según el manejo que se le dé a la materia prima en su fabricación y a otros aspectos como técnicas y prácticas de manufactura, ambiente y saneamiento su riesgo de

contaminación disminuirá asegurando un alimento que no afecte a la salud del cliente final (Olea *et al.*, 2012).

La carne porcina procesada es un alimento altamente perecedero que depende de factores intrínsecos como su contenido de agua, la carga microbiana inicial, el pH y de su composición y extrínsecos como su manipulación, la temperatura en su almacenamiento, humedad del ambiente y su empaque; el no tener un control en su procesamiento tanto en la manipulación como en el ambiente, proporciona las condiciones favorables para el crecimiento microbiano y su descomposición. Lo que conlleva a un producto inocuo y perjudicial para la salud de las personas (González *et al.*, 2014).

Las enfermedades gastrointestinales infecciosas son causadas por bacterias (principalmente *Escherichia coli*, *Salmonella* y *Shigella*), parásitos (*Giardia lamblia* y amebas), y virus (*Rotavirus* y *Norwalk*) al consumir alimentos y agua contaminados (Hernández *et al.*, 2011). La carne de cerdo puede verse contaminada con *Salmonella* una de las principales bacterias causante de estas enfermedades, aunque los casos generalmente son leves son causantes de cerca de 60000 muertos al año. A parte de bacterias también se encuentran enfermedades transmitidas por parásitos como son *Toxoplasma gondii* y *Tenia solium* principal causante de la epilepsia. El inadecuado procesamiento, manipulación, inspección, por esta razón el *Codex Alimentarius* presenta unas directrices sobre higiene alimentaria para proteger la salud del consumidor (*Codex Alimentarius*, 2005).

Ofrecer productos inocuos es una responsabilidad compartida entre el Gobierno, la Industria y sus consumidores. El gobierno proporciona el marco jurídico a través de normas según las necesidades internas y las internacionales, las cuales crean una base eficaz para el control de la inocuidad que los fabricantes deben cumplir para asegurar la salud de los consumidores.

Sin un sistema de aseguramiento de calidad no se puede garantizar la inocuidad del producto final, El sistema HACCP es recomendado por el *Codex Alimentarius* y

se ha convertido en punto de referencia con una importancia internacional con respecto a la protección del consumidor. En el Decreto 60 de 2002 se promueve la aplicación de este sistema de aseguramiento. El reconocimiento del Sistema HACCP a nivel mundial se ha posicionado por su eficacia para asegurar la inocuidad a través de la historia y por la aprobación de diferentes comisiones tales como la Comisión Internacional para la Definición de las Características Microbiológicas de los Alimentos (ICMSF) y la International Association of Milk, Food and Environmental Sanitarians (IAMFES) entre otras (*Codex Alimentarius*, 2005).

El objetivo de este trabajo fue el de diseñar los programas prerrequisitos necesarios para la aplicación del sistema de aseguramiento de la inocuidad alimentaria en una planta de derivados cárnicos aplicando la legislación colombiana vigente.

METODOLOGÍA

El tipo de metodología propuesta para este proyecto es fue de carácter descriptivo y cualitativo ya que se realizó el diseño de los programas prerrequisitos necesarios en la aplicación del sistema de aseguramiento de la inocuidad alimentaria para una planta de derivados cárnicos, como se describen las fases a realizar:

Fase 1. Elaboración de la descripción general de los procesos productivos de la planta de derivados cárnicos: descripción de la planta, recolección de información (entrevista, lista de chequeo, e informes), elaboración del diagrama de flujo de los procesos productivos.

Fase 2. Evaluación de las condiciones higiénico- sanitarias de la empresa según la Resolución 2674 de 2013 y cumplimientos de los capítulos 1: edificaciones e instalaciones y equipos y utensilios, siendo este el punto de partida para conocer las necesidades de los programas prerrequisitos (PPR), para determinar los aspectos obligatorios a intervenir en cada PPR.

Fase 3. Aplicar la normatividad vigente a cada uno de los programas prerrequisitos, teniendo en cuenta: revisión de la legislación colombiana aplicable a la industria alimentaria por el Ministerio de Salud, Instituto Nacional de Vigilancia de

Medicamentos y Alimentos INVIMA; Ministerio de Agricultura, Ministerio del Medio Ambiente, Secretaria del Medio Ambiente; organización de las normatividades alimentarias vigentes mediante matriz de requisitos legales (comprende: año, documento legal, objetivo, cumple, no cumple, pendiente por aplicar, aplicación, tarea, frecuencia de evaluación del requisito legal, registros, responsable de la evaluación, activa o derogada), para esto se estableció un formato (Figura 1).

AÑO	DOCUMENTO LEGAL	OBJETIVO	CAMPO DE APLICACIÓN	ESTADO	ARTÍCULOS

Figura 1. Formato para la realización de la matriz legal

Fase 4. Documentación de los programas prerrequisitos: diseño de la forma en que se realizarían los programas prerrequisitos; contenido de programas prerrequisitos (portada, encabezado, objetivo, definición, matriz legal, marco teórico, desarrollo del programa, Verificación, documentos adjuntos, documentos relacionados); el desarrollo del programa expone la situación actual y como se está llevando a cabo el control de este. Se utilizará el ciclo planear, hacer, verificar y ajustar (P.H.V.A) para la descripción del programa. Los programas diseñados fueron los siguientes: Saneamiento (comprende: calidad de agua potable, residuos sólidos peligrosos y de residuos líquidos), capacitación, proveedores, muestreo, operaciones sanitarias, procedimientos operativos estandarizado de sanitación, mantenimiento preventivo, e calibración de instrumentos y equipos de medición, control de plagas y de alérgenos.

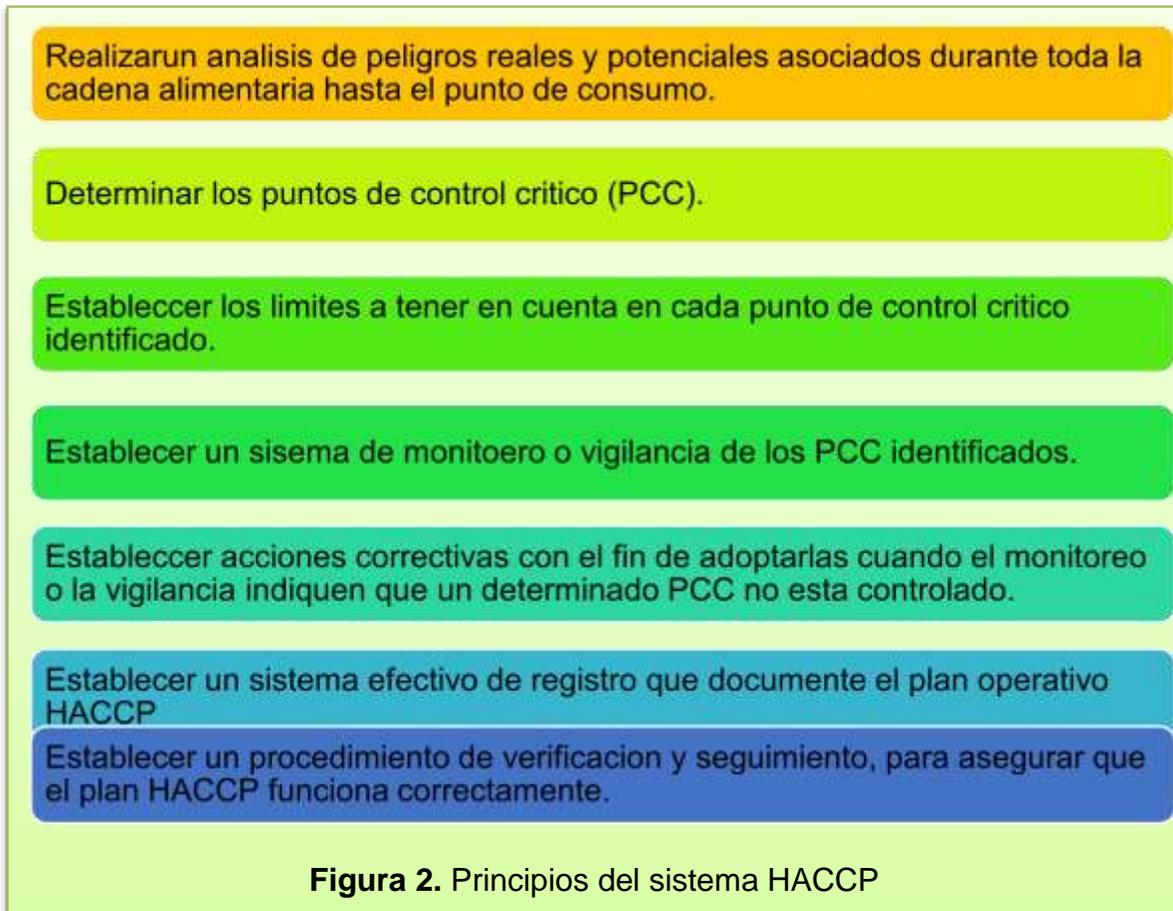
Los programas prerrequisitos exigidos por el Decreto 60 de 2002 del Ministerio de Protección Social para la aplicación del sistema de aseguramiento de la inocuidad - HACCP. Entre estos programas se encuentran las buenas prácticas de manufactura (Este programa no se incluirá en el presente trabajo porque la empresa ya contaba con el), un programa de capacitación, un programa de mantenimiento preventivo de

áreas, equipos e instalaciones, un programa de calibración de equipos e instrumentos de medición, un programa de saneamiento que incluya el control de plagas, limpieza y desinfección, abastecimiento de agua, manejo y disposición de desechos sólidos y líquidos, un programa de control de proveedores y materias primas incluyendo parámetros de aceptación y rechazo, planes de muestreo y un programa de trazabilidad de materias primas y producto terminado. Para el diseño de los programas en la planta de derivados cárnicos, se realizó una descripción de las condiciones higiénico-sanitarias de la empresa siguiendo lo estipulado en la Resolución 2674 de 2013. Cada programa contiene la normatividad legal vigente que se le aplica y el desarrollo de este, indicando lo pertinente para asegurar la inocuidad alimentaria del producto final, dentro del desarrollo del programa se encuentra el ciclo P.H.V.A que permite visualizar la situación desde el planear, hacer, verificar y ajustar (Figura 2).

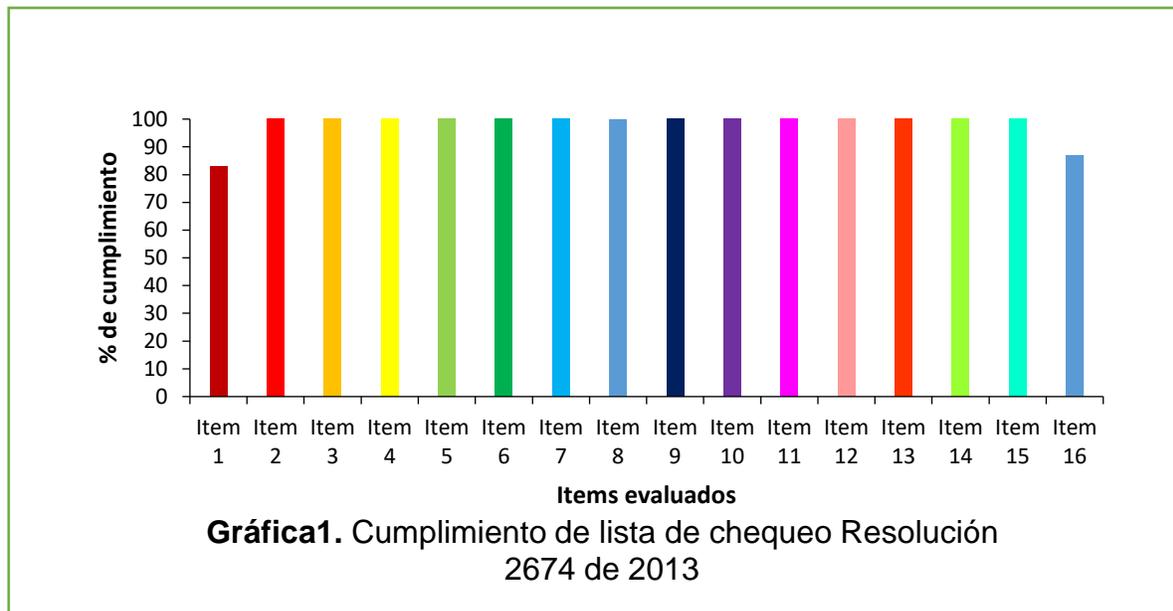
ANÁLISIS DE CONDICIONES GENERALES DE LA PLANTA

La producción de derivados cárnicos se realiza en un espacio apropiado donde las áreas están debidamente separadas por barreras físicas, la producción está planeada y direccionada y se cumplen con la participación de un jefe de producción quien cuenta con dos supervisores, para el área de preparaciones, embutido y horneado y el otro para el proceso de empaque. En esta planta se fabrica: salchichón, chorizo, salchicha y salchicha variedad salvaje.

El personal operativo involucrado en la producción está capacitado y cuenta con exámenes médicos y cursos de manipulación de alimentos que los hacen aptos para tener interacción directa con productos alimenticios, además de contar con las buenas prácticas de manufactura exigidas por la empresa. Siguen órdenes directas del jefe de producción y están guiados por los supervisores según el área que corresponda su actividad. El personal de calidad está pendiente de todas las etapas y áreas de producción para la prevención de posible contaminación y se entiende con el jefe de producción los supervisores y operarios.



A continuación, se realiza análisis de cada ítem evaluado en la lista de chequeo: La planta se encuentra ubicada en un lugar libre de posibles focos de contaminación, a sus alrededores se encuentran un lote, y otra fábrica de alimentos, también con casas de ciudadanos, pero hasta el momento no se han presentado quejas por parte de ellos, lo cual cumple con la normatividad al no representar riesgos de salud a la comunidad. Cuenta con un shut de basura para ordinarios, y la respectiva clasificación de los residuos reciclables, el funcionamiento de esto debe estar expuesto en el programa de manejo de residuos sólidos. Esto garantiza que las áreas de acceso y sus alrededores estén siempre limpios, su estructura es pavimentada lo cual impide acumulación de posibles contaminantes como agua estancada o tierra. El porcentaje de cumplimiento fue de un 83% ya que hace falta organización y limpieza de los lugares destinados para almacenar los residuos sólidos. ar para depositar residuos sólidos.



El cumplimiento del diseño y construcción de la planta fue de 100% que evidenciado verificando los espacios para la producción siguiendo lo estipulado en la normatividad vigente. La edificación está debidamente diseñada ya que impide el paso de polvo, lluvia y de otros contaminantes, así como también el refugio de plagas o el paso de estas a la planta de producción. Las áreas están debidamente separadas con barreras físicas como paredes evitando la contaminación cruzada y circulación del personal (Figura 3).



Los almacenes de materia prima están debidamente separados y con las características necesarias para la conservación del material, cuenta con el suficiente espacio para la movilidad del operario y del producto. El área del casino se encuentra debidamente separada de la planta de producción y por último se cuenta con pediluvios antes de las áreas de producción para garantizar las buenas prácticas de manufactura.

El cumplimiento de abastecimiento de agua fue del 100%, la planta cuenta con agua potable y 3 tanques de 5000 litros los cuales cubren con su abastecimiento de para un día de producción, el diseño de las tuberías garantiza la potabilidad y su material no desprende sustancias tóxicas o contaminantes, esto es comprobado con una verificación de potabilidad (Figura 4). Las áreas cuentan con agua caliente y a temperatura ambiente debidamente designadas e identificadas. El porcentaje de cumplimiento de la disposición de líquidos fue de un 100%, la planta cuenta con el diseño de trampa atrapa grasas, sifones y canalinas que llevan los residuos líquidos y posteriormente al alcantarillado, cumpliendo lo descrito en la Resolución 2674 de 2013. La planta cuenta con las áreas para el almacenamiento de los residuos sólidos y el personal capacitado para la recolección y disposición de estos. Los residuos son removidos frecuentemente para evitar contaminación y posible foco de plagas su porcentaje fue del 100 al cumplir con lo exigido por la normatividad.

La planta cuenta con baños para mujeres y baños para hombres separada debidamente de los vestieros para cada género, estos están dotados de los elementos necesarios para la limpieza y aseo del personal, las instalaciones se mantienen limpias por el personal encargado de los servicios generales. Los lavamanos están diseñados para ser accionados con el pie evitando la contaminación de las manos después del lavado, el área de preparación cuenta con su propio pediluvio, lo mismo que la zona de empaque con el suyo, para evitar la contaminación cruzada. Dentro de las áreas de producción se encuentran lavamanos con dispensador de jabón y desinfectante para garantizar las buenas prácticas durante el proceso de elaboración, lo cual corresponde a un 100% de cumplimiento, los pisos no son porosos, permiten su fácil limpieza y son resistentes

como se muestra, cada área cuenta con la cantidad suficiente de canalinas y sifones para el debido drenaje de residuos líquidos, (para las áreas húmedas, cada 40 m² y con una pendiente de 2%). Las paredes son blancas y de un material que no absorbe agua ni permite la acumulación de esta, lo que facilita su limpieza y desinfección, las esquinas son redondeadas para evitar focos de contaminación.



Figura 4. Verificación de la potabilidad del agua

Las ventanas que comunican a los exteriores tienen anjeo para impedir el paso de insectos, están son de fácil limpieza y permiten la entrada de luz. La planta cuenta con ventanas en las puertas, lo que ilumina el interior de las áreas, pero no se pueden abrir y su material es de plástico grueso protegido para que sea difícil de romper y evitar contaminación y riesgos al operario. Las puertas son de un material impermeable blancas de fácil limpieza y seguras, cuentan con caucho en la parte inferior para asegurar que no quede ningún espacio con el suelo, evitando le entrada de roedores y plagas. Son de tamaño apropiado para permitir la entra de carros para el horno y el mezclado, de utensilios de aseo y de personal. Las puertas de las áreas de producción son autocerrables. Los techos son de un material que no permite la acumulación de humedad son blancos y de fácil limpieza, no se forma condensación (Figura 5). Las escaleras se encuentran separadas por un pediluvio que evita la posible contaminación a la planta, son de fácil limpieza y están diseñadas para ser antiadherente evitando accidentes al personal.



Figura 5. Los pisos no son porosos, las paredes son blancas, puertas con ventanas y maquinas en acero inoxidable, todos estos factores facilitan la limpieza y permite la iluminación de instalaciones internas

El inventario fijo como son máquinas apropiadas en acero inoxidable para las operaciones que se realizan evitando ser un foco de contaminación, estos equipos cuentan con su proceso de limpieza y desinfección apropiados.

PRODUCTOS DE LA PLANTA DE DERIVADOS CÁRNICOS

Salchichón

El proceso de producción del salchichón consiste en la recepción de la materia prima (recortes de carne magra, cabeza despostada, tejido graso, tocineta sin piel), luego sigue el almacenamiento de esta a una temperatura entre 0 y 4°C, la materia prima se pesa y después se realiza un premezclado exceptuando la adición de la carne separada puesto que esta se agrega después.

El premezclado dura 16 horas en el equipo “tumbler”, seguidamente se realiza el molido para continuar con el mezclado en donde se adiciona la carne separada y el agua esta etapa dura 10 minutos. Cuando se obtiene la mezcla se procede a embutir en fibrosa según la referencia del producto, se maneja salchichón de 500 y de 1200 g.

En la etapa del horneado se adiciona humo líquido, la temperatura a la que sale el producto debe ser entre 72 y 74°C y tiene una duración de 2 horas y 46 minutos. La siguiente etapa es el duchado, se baja la temperatura a 50-54°C, se continua el choque térmico donde se baja la temperatura hasta los 10°C y se procede almacenar 1.8 y 2°C. El salchichón pasa a ser fechado o tajado según la planeación de la producción y se procede a entregar como producto terminado a logística.

Chorizo

El proceso de producción del chorizo consiste en la recepción de la materia prima (recortes carne magra y tocineta), luego sigue el almacenamiento una temperatura entre 0 y 4°C, luego se pesa según lo formulado y después se realiza un premezclado de por 7 minutos, seguidamente se realiza el molido y se somete a tombleado por 5 minutos. Cuando se obtiene la mezcla se procede a embutir teniendo en cuenta la referencia del producto, se maneja chorizo coctel y chorizo por 1000 y por 500 g. En la etapa del horneado se adiciona humo líquido, la temperatura a la que sale el producto debe estar entre 72 y 76°C y tiene una duración de 2 horas y 46 minutos. La siguiente etapa es el duchado donde se baja la temperatura a 48-52°C después se continua el choque térmico hasta los 10°C y se procede almacenar a una temperatura entre 1.8 y 2°C. El producto pasa a ser picado para el empaque y ser enviado a logística.

Salchicha

Para la elaboración de la salchicha se requiere de recortes de carne magra, recorte tejido graso, papada, emulsión (la cual se prepara con anterioridad), solo el recorte 2 más la adición de condimentos pasan a la etapa de cutedado la cual se realiza a 3200 rpm hasta llegar a una temperatura de 6°C. Luego se continúa con el emulsionado el cual también es a 3200 rpm, se agregan el resto de materias primas y se deja de emulsificar hasta alcanzar una temperatura de 12°C, seguidamente se pasa a la etapa de embutido con celulosa calibre 24.

El siguiente paso es el horneado por un tiempo de 1 hora y 55 minutos consiguiendo tener una temperatura entre 72 y 76°C el producto, seguidamente se somete a duchado consiguiendo bajarles la temperatura a las salchichas a 48-52°C, en la etapa del choque térmico el producto baja a una temperatura de 10°C. Luego pasa al cuarto de almacenamiento de producto en proceso el cual mantiene una temperatura de 1.8 a 2°C, después del picado sigue el empacado y se manejan referencias de 500, 250, 300, 400 y 2400 g, el producto ya terminado se entrega a logística.

Salchicha variedad salvaje

La elaboración de esta variación consiste en el siguiente procedimiento. Se recibe la materia prima (recortes de carne, cabeza despostada y agua). La carne y los condimentos pasan a ser premezclados en el equipo tomblor por 16 horas luego se pasa a moler para después ser mezclado con la cabeza despostada y el agua el tiempo de la etapa es de 10 minutos, una vez obtenida la mezcla se procede a embutir en celulosa calibre 24.

El producto se pasa por un horneado con humo natural con un tiempo de duración de 1 hora y 25 minutos, a temperaturas entre 72 y 76°C, sigue el duchado que dura 10, continuamente el producto se somete a un choque térmico bajándola a 10°C, para luego almacenarse en el cuarto de producto en proceso y después ser picado y empacado, en presentaciones de 500 y 150g, el producto terminado pasa a logística.

DOCUMENTACIÓN DE PROGRAMAS PRERREQUISITOS

Los programas prerrequisitos como todo procedimiento de calidad están basados en un proceso que sigue los pasos definidos en el ciclo PHVA (planear, hacer, verificar y actuar) en la Figura 6 se muestra el esquema del ciclo.



Planear: Se determinan las metas y lo que se quiere conseguir con el programa prerrequisito teniendo en cuenta el diagnóstico y la situación actual de la planta.

Hacer: Se pone en marcha lo planeado, ejecutando cada acción pertinente para el cumplimiento de los objetivos establecidos del programa.

Verificar: Seguimiento y medición a la efectividad de la aplicación de los prerrequisitos

Actuar: Toma de acciones que resuelven el problema diagnosticado en la verificación, permitiendo la mejora continua.

Se realizaron los siguientes programas prerrequisitos de acuerdo a las necesidades de la empresa y lo establecido en el Decreto 60 de 2012 y la Resolución 2674 de 2013, documento que tiene en cuenta los programas de: saneamiento, capacitación, proveedores, muestreo, operaciones sanitarias, procedimientos operativos estandarizado de sanitación, mantenimiento preventivo, calibración de instrumentos y equipos de medición, control de plagas y de alérgenos. Cada programa prerrequisito contó con un encabezado que incluye la denominación fecha de emisión, versión y paginación, siguiendo el formato de la Figura 7.

	NOMBRE DEL PROGRAMA PRERREQUISITO	Versión: 1
		Fecha de Emisión:
		Página:
Figura 7. Encabezado del programa prerrequisito		

La estructura de los programas responde a: objetivo, alcance, definiciones, responsables, marcos teórico y legal, desarrollo del programa, ciclo PHVA y

documentos de referencias, esto con el fin de responder a lo solicitado en el decreto 60 de 2002.

Objetivo: Es la meta que se quiere cumplir con el programa prerequisite.

Alcance: Hasta donde se debe cumplir con el programa prerequisite.

Definiciones: Son los conceptos de las palabras que se utilizaran en el documento y que se requiere tener una idea concreta para entender y facilitar la aplicación del programa.

Responsables: Todas las personas de la organización que tienen una responsabilidad concreta para poder aplicar el programa de manera eficaz.

Marco teórico: Información necesaria para el entendimiento del documento.

Marco legal: Normatividad aplicada al programa prerequisite.

Desarrollo del programa: Es la descripción detallada del programa para poder cumplir con el objetivo, dependerá de la necesidad de cada programa para garantizar la inocuidad del producto final, se establecen actividades y cuando se deben realizar, de acuerdo a las condiciones higiénicas sanitarias con las que cuenta la empresa para poder aprovechar las ventajas y cubrir las desventajas garantizando el cumplimiento de los programas que se exige en la normatividad.

Ciclo PHVA: Se expone la manera como se realizaron los programas desde la parte de la planeación, la ejecución, verificación y los debidos ajustes que se deberán realizar para el cumplimiento de los programas.

Documentos de referencias: Son los documentos que se tienen en cuenta para la documentación de los programas.

Anexos: Cada programa contiene sus debidos anexos, los cuales pueden ser formatos necesarios para el cumplimiento del programa.

A continuación se realiza una breve descripción de los programas anteriormente mencionados:

Programa de saneamiento

Este documento es indispensable para garantizar la inocuidad de los alimentos y debe ser responsabilidad la dirección de la empresa. Este plan de saneamiento debe estar a plena disposición de las autoridades sanitarias competentes y deben incluir los siguientes programas de:

- Limpieza y desinfección

Los procedimientos de limpieza y desinfección deben satisfacer las necesidades particulares del proceso y del producto. Cada establecimiento debe tener por escrito todos los procedimientos, incluyendo los agentes y sustancias utilizadas especificando sus concentraciones, formas de uso, técnicas del producto y los equipos e implementos requeridos para efectuar las operaciones y periodicidad de limpieza y desinfección.

- Residuos sólidos

El programa de desechos sólidos contempla todo lo pertinente como áreas, almacenamiento, condiciones generales que garantizan una eficiente labor de recolección, conducción, manejo, almacenamiento interno, clasificación, transporte y disposición.

- Residuos líquidos

El programa de desechos líquidos (vertimientos) contempla los equipos para sistemas de tratamiento según las necesidades de la empresa, como trampas atrapa grasas y su manejo.

- Control de plagas

Se debe contar con un control específico de plagas, el cual prevendrá la posible contaminación del producto procesado, mediante un desarrollo integral en el cual estratégicamente se utilizarán trampas físicas o químicos y mecánicos según la necesidad.

- Control de agua potable

El abastecimiento de agua para toda la planta es de vital importancia a la hora de la producción de un alimento inocuo y debe estar de mano con la normatividad exigida donde los parámetros de calidad deben ser cumplidos.

Programa de plan de muestreo

Es un programa que busca controlar los peligros que pueden incidir en el aseguramiento de la inocuidad del producto y la conservación del medio ambiente. También es una herramienta fundamental en el proceso de verificación, seguimiento y mejoramiento de cada uno de los elementos que intervienen en el proceso.

Programa de calibración de equipos e instrumentos de medición

Busca generar confiabilidad en cada medición para que el producto elaborado cumpla con los estándares establecidos por la empresa y la normatividad vigente.

Programa de control de proveedores

El control de los proveedores es importante para garantizar la inocuidad del producto, así se asegurará y vigilará las materias primas y los empaques siguiendo los estándares que la empresa necesite y que exige la normatividad vigente.

Programa de formación y desarrollo

Este programa busca la formación constante de los conocimientos pertinentes para la elaboración de un producto inocuo, es de importancia asegurar la debida manipulación y la información necesaria para este fin al personal que intervenga en la producción.

Programa de mantenimiento preventivo

Este programa busca prevenir fallas en el procesamiento que puede incidir en la inocuidad del producto, esto se realiza con acciones planeadas y actividades controladas mediante personal, recurso físico y técnicos.

Programa de alérgenos

Este programa busca la prevención de posible riesgo de contaminación y mala rotulación de productos que puedan contener alérgenos en su preparación.

CONCLUSIONES

El sistema de aseguramiento de la inocuidad HACCP cuenta con reconocimiento e interés gubernamental siendo promovido en las industrias alimentarias del país, por ser requisito en el mercado internacional para asegurar la calidad. De igual forma, impulsa el desarrollo del sector agroindustrial, mejorando la calidad de los productos ofrecidos y asegurando la salud de los consumidores.

La planta de derivados cárnicos, analizada cumple en un 98% en las condiciones higiénico- sanitarias exigidas en la Resolución 2674 de 2013 presentando una base sólida para la puesta en marcha de los programas prerrequisitos solicitados por la empresa, el 2% faltante es controlable mediante organización y buena distribución de espacio.

La principal materia prima de la planta de derivados cárnicos es altamente perecedera lo que representa un producto de alto riesgo, lo cual requiere un sistema de programas prerrequisitos debidamente documentados que controle debidamente todo los posibles contaminantes y agentes que promuevan la proliferación de microorganismos que afectan la inocuidad del producto final ofrecido.

Se elaboraron los programas prerrequisitos en respuesta a las necesidades de esta empresa de derivados cárnicos, siguiendo lo expuesto en la Resolución 2674 de 2013 y el Decreto 60 de 2012. Con la documentación de los programas prerrequisitos se alcanza un paso para la implementación a un futuro cercano del sistema HACCP como lo planea la alta dirección. Se hace necesario mantener actualizando los programas prerrequisitos por el equipo de calidad de la empresa siempre que haya cambios que afecten la posible calidad de los productos proceso que debe estar acompañado por el apoyo de la dirección.

Con los programas prerequisites documentados la planta puede contar con una producción más organizada, limpia y segura, previendo la contaminación del producto durante su elaboración y consiguiendo asegurar su inocuidad. Así mismo, la producción tiene menos pérdidas durante el proceso pues se evitan reprocesos innecesarios, pérdidas por almacenamiento y mejoras en el ambiente laboral.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Baudi, S. Química de los alimentos. 5ª ed. México, Pearson Educación, 744 p. 2013.
2. *Codex Alimentarius*. Código Internacional Recomendado de Prácticas – Principios Generales de Higiene de los Alimentos. En: Sistemas de calidad e inocuidad de los alimentos – Manual de capacitación. Publicado por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación y el Ministerio de Sanidad y Consumo de España, p 55-57. 2005.
3. González, M, Mesa, C, Quintero, O. Estimación de la vida útil de almacenamiento de carne de res y de cerdo con diferente contenido graso. *Vitae, Revista de la Facultad de Química Farmacéutica*, 21 (3): 201-210. 2014.
4. Hernández, C, Aguilera, M, Castro, G. Situación de las enfermedades gastrointestinales en México. *Rev, Enfermedades Infecciosas y Microbiología*, 31 (4): 137-151. 2011.
5. Hernández M, Medina A. La calidad en el sistema agroalimentario globalizado. *Rev. Mex. Sociol*, 76 (4): 557-582. 2014.
6. INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). Programas de Prerequisites de la Inocuidad Alimentaria. ISO 22002-1. 2009 ISO. 19 p. 2009. Disponible En: <https://es.scribd.com/document/372402392/ISO-TS-22002-1-2009>
7. Ministerio de Salud de Colombia (Minsalud). ABCÉ de la inocuidad de los alimentos. Bogotá, 7 p. 2017. Disponible En: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/SNA/abc-inocuidad.pdf>
8. Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia. (Minsalud), Anexo técnico. Resolución 0719 (11 Marzo 2015). Por la cual se establece la clasificación de alimentos para consumo humano de acuerdo con el riesgo en salud pública. Bogotá D.C. 2015.
9. Ministerio de Salud de Colombia (Minsalud). Plan Decenal de Salud Pública, PDSP, 2012 – 2021. Bogotá 237 p. 2013a. Disponible En: <https://www.minsalud.gov.co/Documentos%20y%20Publicaciones/Plan%20Decenal%20-%20Documento%20en%20consulta%20para%20aprobaci%C3%B3n.pdf>
10. Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia. (Minsalud) Resolución 2674 de 2013 (julio 22) Por la cual se reglamenta el artículo 126 del Decreto-ley 019 de 2012 y se dictan otras disposiciones, Bogotá, 41 p. 2013b. Disponible En: <https://www.funcionpublica.gov.co/documents/418537/604808/1962.pdf/abe38fb4-e74d-4dcc-b812-52776a9787f6>
11. Olea A, Díaz, Fuentes J, Vaquero R, & García, M. Vigilancia de brotes de enfermedades transmitidas por alimentos en Chile. *Revista Chilena de Infectología*, 29 (5): 504-510. 2012. <https://dx.doi.org/10.4067/S0716-10182012000600004>.

**MEMORIAS SEGUNDO ENCUENTRO DE INVESTIGADORES FACULTAD DE
CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES UNIVERSIDAD DE
LOS LLANOS**

**PROCEEDINGS FIRST MEETING OF RESEARCHERS FACULTY OF
AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURCES LLANOS
UNIVERSITY**

agroforesteria@unillanos.edu.co

Septiembre 26 y 27 de 2019

PRESENTACIÓN

La Universidad de los Llanos y la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, invitaron a la comunidad académica: Docentes, Egresados y otros profesionales a participar en el segundo Encuentro de Investigadores mediante la presentación de sus trabajos de investigación realizados en los últimos tres 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 hicieron en forma de ponencia y posters.

Los temas tratados fueron: Ponencias magistrales, Ciencias Animales, Ciencias Agrícolas, Procesos Agroindustriales y Desarrollo Rural.

El evento fue organizado por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Centro de investigaciones y proyección social, Coordinado por el grupo de Investigación en Agroforesteria.

COMITÉ ORGANIZADOR DEL SEGUNDO ENCUENTRO DE INVESTIGADORES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES DE UNILLANOS

Coordinadora General del Evento **MARIA LIGIA ROA VEGA**, Docente Universidad de los Llanos y directora del Grupo de Investigación en Agroforestería.

CAMILO ANDRÉS DÍAZ ARIAS, MVZ, Joven investigador del Grupo de Investigación en Agroforestería.

IVAN ESTEBAN MARIÑO GUERRERO, MVZ, Técnico pecuario del Departamento de Producción Animal.

YORMAN DAVEY VELAZQUEZ PIÑEROS, monitor y estudiante del programa de Medicina Veterinaria y Zootecnia

COMITÉ CIENTIFICO**Camilo Hernando Plazas Borrero**

Profesor de la Universidad de los Llanos

Pregrado/Universitario Universidad de Caldas – Médico Veterinario y Zootecnia

Especialización Universidad de los Llanos, Producción Agrícola Tropical sostenible

Maestría/Magister Universidad de los Llanos, Producción Tropical Sostenible

Álvaro Ocampo Durán

Profesor de la Universidad de los Llanos

Pregrado/Universitario Universidad Nacional de Colombia - Sede Palmira Zootecnia

Maestría/Magister Pontificia Universidad Javeriana - Puj - Sede Bogotá, Magister En Desarrollo Sostenible de Sistemas Agra

Doctorado University Of London, Animal Science

Pedro Rene Eslava Mocha

Profesor de la Universidad de los Llanos

Pregrado/Universitario Universidad Nacional de Colombia – Sede Bogotá Médico Veterinario

Maestría/Magister Universidad Nacional de Colombia – Sede Bogotá, Maestría en Sanidad Animal

Candidato a Doctorado

Yohana María Velasco Santamaría

Profesora de la Universidad de los Llanos

Pregrado/Universitario Universidad Nacional de Colombia - Sede Bogotá, Medicina Veterinaria

Maestría/Magister University Of Plymouth, MRes in Applied Fish Biology

Doctorado University of Shouthern Denmark, PhD in Biology - Research area in Ecotoxicology

Edgar Edilberto Fuentes Reyes

Pregrado/Universitario Universidad de Los Llanos – Unillanos, Medicina Veterinaria Y Zootecnia

Especialización Universidad El Bosque, Docencia universitaria

Maestría/Magister Universidad De Sao Paulo, Medicina Veterinária (Reprodução Animal)

Doctorado Universidad De Sao Paulo, Medicina Veterinaria (Cirugia)

PONENCIAS MAGISTRALES

Avances en el desarrollo de alternativas forrajeras de uso múltiple. Opciones sostenibles para ganaderías en el trópico

**Advances in the development of forage alternatives for multiple use.
Sustainable options for livestock in the tropics**

Camilo Hernando Plazas B¹

¹MVZ. Esp. Ms. Docente de la Universidad de los Llanos, Grupo de Investigación de Agroforestería
cplazasb@unillanos.edu.co

RESUMEN

Los principales problemas para aumentar la productividad en los sistemas de producción de rumiantes son: 1. Limitada cantidad y calidad del forraje en oferta, particularmente en la época seca, lo que se refleja en un deficiente aporte de nutrientes digestibles totales generando, una baja fermentación microbiana con poco flujo y absorción de los mismos en el tracto posterior del animal, especialmente la proteína, la cual afecta de forma negativa la conversión alimenticia; 2. Falta potencial genética para producir leche y 3. Manejo deficiente de los hatos. Algunas gramíneas utilizadas en la dieta de rumiantes en esta zona, no tiene la capacidad de suministrar los niveles apropiados de amonio para los microorganismos en el rumen, que permitan una actividad adecuada, teniendo como prioridad la optimización de la fermentación y digestión de forrajes, la cual se puede lograr con la introducción de especies forrajeras arbóreas y arbustivas, especialmente leguminosas para suplementar los animales, considerando cuidadosamente la disposición suficiente de los nutrientes para suplir los requerimientos del animal. **OBJETIVO.** Determinar el potencial de uso integral de las especies forrajeras arbustivas: *Tithonia diversifolia* (botón de oro) **(Td)** *Cratylia argentea* (veranera) **(Ca)**, *Acalypha diversifolia* **(Ad)** y *macrostachia* (varejuana) **(Am)** y arbóreas:

Gmelina arbórea (melina) (**Ga**) y *Moringa oleífera* (moringa) (**Mo**), en aplicaciones de Agroforestería. **MATERIALES Y MÉTODOS.** Estas especies se establecieron en el Piedemonte Llanero, vereda Barcelona, Departamento del Meta, para lo cual se hicieron parcelas con cinco (5) surcos separados, un metro con plantas sembradas a una distancia de 0,5 metros, con 25 plantas por parcela, donde se realizó la evaluación y análisis de sus características fenotípicas y agronómicas, de su adaptabilidad, su producción de biomasa, sus análisis bromatológicos y contenido de minerales, durante los primeros 45, 60 y 100 días de establecidas y bajo condiciones de corte a los 30, 45 y 60 días, una vez realizada la poda de estandarización. Por otra parte, se evaluaron los cambios en las propiedades químicas, físicas y biológicas del suelo, un año después de su establecimiento. Se corrió un modelo de diseño completamente al azar y en razón de que existieron diferencias significativas, se aplicó la prueba de Tukey para comparación de medias, utilizando el paquete de análisis estadístico SPSS. *Statistical Package for the Social Sciences* (V. 19). **RESULTADOS.** Por sus condiciones de adaptabilidad, características fenotípicas, agronómicas y facilidad para su establecimiento (100 días) sobresalieron las especies (Td), (Ca) y (Ga) presentando sobrevivencia del 99.5%, vigores mayores de 3 sobre 5, coberturas de 86.6%, número de hojas de 132, relación hoja/tallo del 33% y mínimo daño por insectos evaluado en 1.1. Una vez se inició el proceso de cortes, estas mismas especies continuaron destacándose obteniendo sobrevivencia del 99%, vigores mayores a 4 sobre 5, manteniendo su cobertura inicial, aumentando el número de hojas a 149, la relación hoja/tallo a 31.5 y disminuyendo el daño por insectos a 0.8. Las especies (Ad) y (Am) presentaron un establecimiento inicial lento e irregular, con sobrevivencia de tan solo 55.3%, vigores menores a 3 sobre 5, coberturas muy densas del 18%, número mínimo de hojas de 43, relación hoja / tallo del 13.5 y un daño de insectos también inapreciable de 1,5. Una vez sometidas a los diferentes cortes, su respuesta a estos fue mantenerse con las características iniciales., inclusive tendieron a desaparecer en el ecosistema estudiado. En cuanto a la producción de biomasa, la especie (Td) se destacó de las demás con promedio de 13.12 Ton /ha / materia fresca, equivalente a 2.48

Ton/ha/materia seca y de 1.2 Ton /ha de hoja seca, cada 60 días, pudiéndose realizar por lo menos cuatro cortes al año bajo las condiciones del agro ecosistema evaluado. La especie (Ga) le siguió con promedio de 5.17 Ton /ha / materia fresca, equivalente a 1.51 Ton/ha/materia seca y de 0.83 Ton /ha de hoja seca. Las especies (Ca) y (Ad) obtuvieron promedios de 1.7 Ton /ha / materia fresca, equivalente a 0.66 Ton/ha/materia seca y de 0.43 Ton /ha de hoja seca, siendo estas muy inferiores en la especie (Am). Los forrajes evaluados presentan contenidos bromatológicos que permitirían su utilización en la alimentación de animales, especialmente rumiantes. Su alto contenido proteico y alta digestibilidad supera a los forrajes comúnmente utilizados en el trópico llegando a ser comparables incluso con los concentrados utilizados comúnmente. Las especies (Ad) y (Am) obtuvieron el mayor porcentaje de materia seca, 40.32% y la mayor relación Carbono / Nitrógeno 41.76%, mientras que las especies (Ca), (Ga) y (Td) obtuvieron 33.8, 29.9 y 19.5 % de materia seca respectivamente y relaciones del 26.8, 30 y 25.3 correspondientemente. Es de anotar como (Td), (Ca) y (Ga) obtuvieron proteínas mayores del 20%, con promedios de 22.10, digestibilidades 62.6%. Las especies (Ad) y (Am) no obtuvieron proteínas tan altas, 15%, pero sus digestibilidades fueron del orden del 75.7%, sobresaliendo también con tan solo 26.9% de FDN y 20.1 de FDA. Los demás forrajes evaluados obtuvieron de 42.6% de FDN y de 32.2 de FDA. En cuanto al contenido de grasa sobresale (Am) con 4.7%, mientras que las demás contienen en promedio de 2.4%. % respectivamente. (Ga), (Am) y (Ad) sobresalen en el aporte de ENN y NDT con el 58.4 y 76.1 % respectivamente, mientras que las demás aportan 42,4 de ENN y 67.8 de NDT. Los aportes de nutrientes no digestibles fueron menores en las especies (Am) y (Ad). Estas forrajeras contribuyen con 3.58 Megacal/Kg/MS de EB, 3.2 de ED y 2.65 de EM. Las especies evaluadas favorecerían en gran parte a suplir la falta de minerales aportados por las gramíneas en pastoreo utilizadas en los sistemas de producción animal del medio, aumentando los índices productivos y reproductivos del sistema, ya que estas tendrían la capacidad de convertirse en parte fundamental de la dieta de los animales sobretodo en épocas de crisis. Las especies analizadas nos aportaran un alto nivel de calcio que va desde 3.69 a

1.26 %, promedio de 2.8 y de magnesio que va desde 0.42 a 0.72, media de 0.49%. En cuanto al fósforo, (Ga) ofrecería el más alto valor, 0.88%. En cuanto al potasio por parte de estas especies es relativamente bajo, promedio de 1.5%. Dentro de los microminerales, se destaca el del hierro de (Am), 468 ppm y de boro en todas las especies, que va de 25.6 a 47.4 ppm. En cuanto a cobre y azufre es bajo en todas. Los demás microminerales están dentro de los rangos aceptables. Las especies (Td), (Ca) y (Ga) toleraron las condiciones de baja fertilidad natural y la alta concentración de aluminio de los suelos ácidos del ecosistema evaluado, además contribuyeron, a pesar del poco tiempo evaluado, de manera efectiva a que en los suelos donde se establecieron se presentaran cambios benéficos tanto químicos, físicos y biológicos que aumentaron la disponibilidad de los nutrientes y por ende su fertilidad. Los suelos establecidos con (Ga), aumentaron el contenido de fósforo de 12.5 a 16.7 ppm. Los suelos con (Ca), presentaron los mayores cambios así, disminuyeron el contenido de aluminio de 1.2 a 0.95 meq/100 gr, por ende la saturación de 32.7 a 26.2%, aumentaron el contenido de calcio de 1.78 a 2.25 meq/100gr y la saturación de bases de 67.3 a 73.8%. Es importante anotar como todos los suelos implantados con estas especies ampliaron su porosidad pasando de 20.9% a un promedio de 32.7%, provocando que estos suelos se produjera un efecto de descompactación, siendo mayor en el suelo con (Ca), seguida de (Ga), y (Td). Además, estos suelos presentaron mayor producción de necromasa pasando de 0.2 T/ha a 1 con (Td), a 5.2 con (Ca) y a 4.4 con (Ga), sin presentarse, probablemente por el corto tiempo evaluado, cambios en el contenido de materia orgánica, nitrógeno y carbono. De igual manera se estimuló la disminución de la temperatura en los suelos establecidos con las especies, así: a nivel 0 cm disminuyó de 28.6 a 26.4°C, a los 10 cm de profundidad de 26.3 a 25.6 °C y a los 20 cm de 28.6 a 26°C. Bajo las condiciones del estudio, la especie moringa (*Moringa oleífera*), no pudo ser evaluada debido a que fue imposible establecerla. **CONCLUSIONES:** Las especies analizadas en el presente estudio, tienen un gran potencial para ser usadas como componentes del sistema en Agroforestería, es así como, contribuirían en los sistemas agrosilvopastoriles ya que podrían ser utilizadas unas como cercas vivas, otras como bancos de proteína

bajo pastoreo o en sistemas de conservación de forraje e inclusive bajo pastoreos directos. Se demostró que pueden llegar a favorecer la conservación de los recursos naturales mejorando las propiedades físicas y biológicas del suelo, conservando la vegetación, el agua y proporcionando gran beneficio para la conservación de la biodiversidad. Por otra parte, darían la posibilidad a los pequeños productores de percibir otros ingresos, ya que son alternativas económicas y ecológicas viables. Se debe dar continuidad a los procesos de identificación, caracterización y potencial de uso integral de especies arbóreas y arbustivas con potencial forrajero, no solo en la región del estudio, sino para los diferentes agro ecosistemas de la Orinoquia colombiana (altillanura plana, serranía y altillanura inundable). Aprovechar el conocimiento tradicional de las comunidades rurales que tienen sobre los recursos naturales forrajeros de cada región que con un manejo adecuado y técnico, podrían ser aprovechados en la nutrición animal.

Palabra clave: *Tithonia diversifolia*; *Cratylia argentea*; *Acalypha diversifolia* y *macrostachia*; *Gmelina arbórea*; *Moringa oleífera*.

ABSTRACT

The main problems to increase productivity in ruminant production systems are: 1. Limited quantity and quality of the forage on offer, particularly in the dry season, which is reflected in a poor contribution of total digestible nutrients generating, low fermentation microbial with little flow and absorption of them in the animal's posterior tract, especially the protein, which negatively affects food conversion; 2. Lack of genetic potential to produce milk and 3. Poor management of herds. Some grasses used in the diet of ruminants in this area, do not have the ability to provide the appropriate levels of ammonium for microorganisms in the rumen, which allow adequate activity, with priority being the optimization of fermentation and digestion of forages, the which can be achieved with the introduction of tree and shrub

fodder species, especially legumes to supplement the animals, carefully considering the sufficient disposition of nutrients to meet the animal's requirements.

OBJECTIVE. Determine the potential for integral use of shrub fodder species: *Tithonia diversifolia* (golden button) (Td) *Cratylia argentea* (veranera) (Ca), *Acalypha diversifolia* (Ad) and *macrostachia* (varejuana) (Am) and arboreal: *Tree Gmelina* (melina) (Ga) and *Moringa oleifera* (moringa) (Mo), in Agroforestry applications. **MATERIALS AND METHODS.** These species were established in the Piedemonte Llanero, Barcelona sidewalk, Department of Meta, for which plots were made with five (5) separate rows, one meter with plants planted at a distance of 0.5 meters, with 25 plants per plot, where the evaluation and analysis of its phenotypic and agronomic characteristics, its adaptability, its biomass production, its bromatological analyzes and mineral content, during the first 45, 60 and 100 days established and under cutting conditions at 30 , 45 and 60 days, once the pruning of standardization. On the other hand, changes in the chemical, physical and biological properties of the soil were evaluated, one year after its establishment. A completely randomized design model was run and because there were significant differences, the Tukey test was applied to compare means, using the SPSS statistical analysis package. Statistical Package for the Social Sciences (V. 19). **RESULTS** Due to its adaptability conditions, phenotypic, agronomic characteristics and ease of establishment (100 days), the species (Td), (Ca) and (Ga) stood out, presenting survival of 99.5%, vigores greater than 3 out of 5, coverage of 86.6% , number of leaves of 132, leaf / stem ratio of 33% and minimum insect damage evaluated in 1.1. Once the cutting process began, these same species continued to stand out, obtaining survival of 99%, vigores greater than 4 out of 5, maintaining their initial coverage, increasing the number of leaves to 149, the leaf / stem ratio to 31.5 and decreasing the insect damage at 0.8. The species (Ad) and (Am) presented a slow and irregular initial establishment, with survival of only 55.3%, vigores less than 3 out of 5, very dense coverage of 18%, minimum number of leaves of 43, leaf / stem ratio of 13.5 and an insect damage also negligible of 1.5. Once submitted to the different cuts, their response to these was to maintain the initial characteristics. They even tended to disappear in the

ecosystem studied. Regarding biomass production, the species (Td) stood out from the others with an average of 13.12 Ton / ha / fresh matter, equivalent to 2.48 Ton / ha / dry matter and 1.2 Ton / ha of dry leaf, every 60 days, being able to make at least four cuts a year under the conditions of the agro ecosystem evaluated. The species (Ga) followed with an average of 5.17 Ton / ha / fresh matter, equivalent to 1.51 Ton / ha / dry matter and 0.83 Ton / ha of dry leaf. The species (Ca) and (Ad) obtained averages of 1.7 Ton / ha / fresh matter, equivalent to 0.66 Ton / ha / dry matter and 0.43 Ton / ha of dry leaf, being these much lower in the species (Am). The forages evaluated have bromatological contents that would allow their use in the feeding of animals, especially ruminants. Its high protein content and high digestibility exceed the forages commonly used in the tropics, becoming comparable even with the commonly used concentrates. Species (Ad) and (Am) obtained the highest percentage of dry matter, 40.32% and the highest Carbon / Nitrogen ratio 41.76%, while species (Ca), (Ga) and (Td) obtained 33.8, 29.9 and 19.5 % of dry matter respectively and ratios of 26.8, 30 and 25.3 correspondingly. It should be noted that (Td), (Ca) and (Ga) obtained proteins greater than 20%, with averages of 22.10, digestibility 62.6%. The species (Ad) and (Am) did not obtain such high proteins, 15%, but their digestibilities were of the order of 75.7%, also excelling with only 26.9% of FDN and 20.1 of FDA. The other evaluated forages obtained 42.6% of FDN and 32.2 of FDA. As for the fat content, it stands out (Am) with 4.7%, while the others contain an average of 2.4%. % respectively. (Ga), (Am) and (Ad) stand out in the contribution of ENN and NDT with 58.4 and 76.1% respectively, while the others contribute 42.4 of ENN and 67.8 of NDT. The contributions of non-digestible nutrients were lower in species (Am) and (Ad). These forage plants contribute 3.58 Megacal / Kg / MS of EB, 3.2 of ED and 2.65 of EM. The species evaluated would greatly favor the lack of minerals provided by grazing grasses used in animal production systems of the environment, increasing the productive and reproductive rates of the system, since these would have the ability to become a fundamental part of The diet of animals especially in times of crisis. The analyzed species will provide us with a high level of calcium that goes from 3.69 to 1.26%, average of 2.8 and magnesium that goes from 0.42 to 0.72,

average of 0.49%. As for phosphorus, (Ga) would offer the highest value, 0.88%. As for potassium by these species, it is relatively low, an average of 1.5%. Within the microminerals, the iron of (Am), 468 ppm and boron in all species, ranging from 25.6 to 47.4 ppm. As for copper and sulfur it is low in all. The other microminerals are within the acceptable ranges. The species (Td), (Ca) and (Ga) tolerated the conditions of low natural fertility and the high concentration of aluminum in the acidic soils of the ecosystem evaluated, also contributed, despite the short time evaluated, effectively so that in Soils where they were established will be beneficial changes both chemical, physical and biological that increased the availability of nutrients and therefore their fertility. The soils established with (Ga), increased the phosphorus content from 12.5 to 16.7 ppm. Soils with (Ca), presented the greatest changes as well, decreased the aluminum content from 1.2 to 0.95 meq / 100 gr, therefore saturation from 32.7 to 26.2%, increased the calcium content from 1.78 to 2.25 meq / 100gr and base saturation from 67.3 to 73.8%. It is important to note how all soils implanted with these species expanded their porosity from 20.9% to an average of 32.7%, causing these soils to produce a decompaction effect, being greater in the soil with (Ca), followed by (Ga), and (Td). In addition, these soils showed greater production of necromass, going from 0.2 T / ha to 1 with (Td), 5.2 with (Ca) and 4.4 with (Ga), without presenting, probably for the short time evaluated, changes in the content of organic matter, nitrogen and carbon. Similarly, the temperature decrease in the soils established with the species was stimulated, as follows: at a level of 0 cm it decreased from 28.6 to 26.4 ° C, at a depth of 10 cm from 26.3 to 25.6 ° C and at 20 cm from 28.6 at 26 ° C. Under the conditions of the study, the moringa species (*Moringa oleifera*) could not be evaluated because it was impossible to establish it. **CONCLUSIONS:** The species analyzed in the present study have great potential to be used as components of the Agroforestry system, which is how they would contribute to agrosilvopastoral systems since they could be used as live fences, others as grazing protein banks or in forage conservation systems and even under direct grazing. It was shown that they can favor the conservation of natural resources by improving the physical and biological properties of the soil, conserving vegetation, water and providing great

benefits for the conservation of biodiversity. On the other hand, they would give small producers the possibility of receiving other income, since they are viable economic and ecological alternatives. The processes of identification, characterization and potential of integral use of tree and shrub species with forage potential should be given continuity, not only in the study region, but also for the different agro ecosystems of the Colombian Orinoquia (flat loft, mountain range and loft) flooded) To take advantage of the traditional knowledge of the rural communities that they have about the natural fodder resources of each region that with an adequate and technical management, could be used in animal nutrition.

Keyword: *Tithonia diversifolia*; *Cratylia argentea*; *Acalypha diversifolia* and *macrostachia*; Tree *Gmelina*; *Moringa oleífera*

Respuesta de peces nativos a la interacción del Glifosato y el surfactante POEA con CaCO₃: ¿Efectos indeseables del encalado + herbicidas sobre ecosistemas acuáticos en la Orinoquia?

Response of native fish to the interaction of glyphosate and POEA surfactant with CaCO₃: Undesirable effects of liming + herbicides on aquatic ecosystems in the Orinoquia?

Pedro René Eslava-Mocha¹; Anyi Liset Vargas Pulido²; Yohana María Velasco-Santamaría³; & Bernardo Baldiserrotto⁴

¹MV, M Sc. Doctorado en Ciencias Agropecuarias, Universidad de los Llanos, Grupo de investigación GSOA, IALL.

²Bióloga, egresada Universidad de los Llanos.

³MV, MSc, PhD, profesora Asociada, Grupo de investigación BioTox, Universidad de los Llanos.

⁴Department of Physiology and Pharmacology, Universidade Federal de Santa Maria, Brasil, RGS.

pedro.eslava@unillanos.edu.co

RESUMEN

En los últimos años en los Llanos Orientales de Colombia se está incrementado la superficie de monocultivos como soya, maíz, arroz, caña de azúcar y palma de aceite que aplican mezclas de herbicidas con base en Glifosato (HBG), aunado al hecho de que en tales sistemas de producción se utiliza con alta frecuencia encalado (ya sea con CaCO₃ o Ca(OH)) para corregir la acidez y mejorar la fertilidad de los suelos como recomendación agronómica; siendo muy importante efectuar indagaciones sobre los efectos de los cambios en la dureza de las aguas tropicales que puedan recibir residuos de cal y de las mezclas herbicidas, especialmente en cuanto a la interacción con polioxi-etilen-aminas / talowaminas etoxiladas (POEA) que son los principales surfactantes acompañantes de las HBG. Se efectuaron dos ensayos en donde se observó la interacción de HBG con CaCO₃, determinando la toxicidad de POEA y Glifosato en cachama blanca *Piaractus brachypomus*; en el primero, mediante **exposición aguda (96 horas)**

con 4 tratamientos y dos réplicas de cada uno: Control (0 mg/L); CaCO₃ (60 mg/L); POEA TA-15 (2,1 mg/L) y POEA – TA15 (2,1 mg/L) + CaCO₃ (60 mg/L), alevinos de cachama blanca (n=56) con peso de 5±1g en contenedores de 60 L, 7 individuos por contenedor, los peces fueron mantenidos en un sistema semi-estático con recambio diario del 20% del volumen de agua. Un segundo ensayo se efectuó mediante **exposición crónica por 21 días** a dosis sub-letales también bajo un sistema semi-estático en el Laboratorio de Bioensayos del Instituto de Acuicultura de los Llanos; en ese caso se establecieron dos experimentos con 6 tratamientos cada uno: - **experimento No. 1.** POEA (TA-15) / CaCO₃: peces con Longitud estándar 10 ± 0.9 cm, Peso 38.2 ± 6.0 g. (n = 96): 4 animales por acuario, 4 repeticiones, 16 animales por tratamiento: Exposición 21 días, observación hasta 50 días. (Muestreo a las 7; 14; 21 y 50 días): Control -sin sustancias experimentales-; CaCO₃ 60mg/L; POEA 0.8mg/L; POEA 1.6mg/L; POEA 0.8 mg/L / CaCO₃ 60 mg/L & POEA 1.6 mg/L / CaCO₃ 60 mg/L. y, un **experimento No.2.** GP / CaCO₃: 5 animales por acuario, 4 repeticiones, 20 animales por tratamiento (Longitud estándar 8.0 ± 0.31 cm. Peso: 35,2 ± 5,1 (n = 120)) Exposición 21 días, observación hasta 50 días. (muestreo a los 7; 14; 21 y 49 días) así: Control; CaCO₃ 60mg/L; Glifosato (grado analítico) 10 mg/Glifosato 20 mg/L; Glifosato 10 mg/L + CaCO₃ 60 mg/L & Glifosato 20 mg/L + CaCO₃ 60 mg/L. Tanto en el ensayo agudo como en el ensayo crónico la mortalidad, los signos clínicos y las lesiones macro y microscópicas fueron rigurosamente registradas. En la exposición aguda se encontró mayor mortalidad ante el POEA – TA15 (2,1 mg/L) + CaCO₃ (60 mg/L) con un 65% de mortalidad, frente a 50% en el tratamiento de solo POEA – TA15 (2,1 mg/L) y, ninguna mortalidad en el Control y en la exposición ante solo CaCO₃ (60 mg/L). Peces de la exposición aguda a POEA TA15 presentaron letargo a partir de las primeras 4 horas de exposición, pérdida de comportamiento de cardumen y cambio del patrón de nado después de 8 horas, aumento de la frecuencia opercular y prolapso del labio inferior después de 10 horas, pérdida del eje de nado y posición de los individuos en la columna de agua a partir de las 11 horas. En la interacción (CaCO₃ 60mg/L + POEA 2,1 mg/L) se presentó letargo a partir de las 6 horas, pérdida de la formación en cardumen

después de 7 horas, cambio del patrón de nado y ascenso de la mitad de los individuos en la posición de la columna de agua con signos de angustia respiratoria a las 9 horas, pérdida del eje de nado, nado errático y prolapso del labio inferior a las 11 horas, concluyendo que la interacción entre el POEA-TA15 y CaCO_3 no es favorable para evitar la mortalidad, verificando también lesiones más severas en piel, branquias, hígado y encéfalo de los peces expuestos ante el surfactante en presencia de carbonato de calcio que los expuestos únicamente ante POEA TA15. En los ensayos de exposición crónica se corroboraron las observaciones de la exposición aguda; en este caso hubo mayor mortalidad en los tratamientos de POEA TA-15 en presencia de CaCO_3 que en los expuestos solo al surfactante, hallando 10% de mortalidad a los 21 días en expuestos a 1.6 mg/L de POEA TA15, en tanto que se encontró un 35% de mortalidad en los sometidos a POEA 1.6mg/L + CaCO_3 60 mg/L y ninguna mortalidad en los controles. En este caso también las lesiones de piel, branquias, hígado y encéfalo fueron más severas en los sometidos ante la combinación del surfactante y carbonato de calcio. En los ensayos de exposición crónica ante el Glifosato grado técnico y en interacción con carbonato de calcio, no hubo mortalidad en ningún tratamiento; sin embargo, se evidenciaron signos clínicos y lesiones con un mayor grado de severidad bajo los tratamientos combinados de glifosato + CaCO_3 . De otra parte, en todos los casos ocurrió un aumento de la actividad de células de alarma en el sistema nervioso (Mast) tanto en los tratamientos de CaCO_3 solo, o bajo interacción con POEA o con GP con respecto los controles sin ningún compuesto experimental. Los anteriores hallazgos nos llevan a analizar el factor de riesgo que implicaría el aumento de la dureza del agua como componente que puede aumentar la hidrofobicidad y reducir la repulsión electrostática del POEA como se ha descrito en el caso del tensoactivo alquilbenceno-sulfonato lineal en trucha arcoíris hasta tal punto que se aumentó la absorción de este tensoactivo principalmente a través de las branquias (Tolls et al., 2000). En nuestro caso, aparentemente, la mayor toxicidad de POEA observada en la cachama blanca mantenida a una mayor dureza del agua se debería a su mayor absorción provocada por el aumento de la hidrofobicidad y la reducción de la repulsión

electrostática de POEA. Sin embargo, no se puede descartar que una mayor dureza pueda ser también un factor estresante para esta especie, que es nativa de aguas muy blandas. El estrés causado por una alta dureza del agua podría aumentar la ventilación branquial, aumentando la absorción de POEA y, en consecuencia, su toxicidad. A la luz de estos hallazgos experimentales deberá profundizarse sobre la asociación de CaCO_3 y HBG teniendo en cuenta el encalado y el uso de herbicidas como factores estresores y tóxicos en aguas de cuerpos naturales de la Orinoquia, en este acaso el CaCO_3 estaría aumentando el efecto toxico del POEA de las mezclas herbicidas principalmente, aunque ante la exposición de peces ante glifosato solo, también se observaron efectos clínicos y patológicos ante la interacción estudiada.

Palabras clave: Eco-toxicología, Mezclas herbicidas, Glifosato, surfactantes no-iónicos, dureza, Interacciones en cuerpos de agua.

ABSTRACT

In recent years in the Eastern Plains of Colombia, the area of monocultures such as soybeans, corn, rice, sugar cane and palm oil that apply mixtures of glyphosate-based herbicides (GBH) has been increased, coupled with the fact that in Such production systems are used with high frequency liming (either with CaCO_3 or $\text{Ca}(\text{OH})$) to correct acidity and improve soil fertility as an agronomic recommendation; it is very important to make inquiries about the effects of changes in hardness of tropical waters that may receive residues of lime and herbicidal mixtures, especially in terms of interaction with ethoxylated polyoxy-ethylene amines / talowamines (POEA), which are the main surfactants that accompany GBH. Two trials were conducted in which observed the interaction of HBG with CaCO_3 , determining the toxicity of POEA and glyphosate in white cachama *Piaractus brachypomus*; in the first, by acute exposure a (96 hours) trial with 4 treatments and two replicates of each: Control (0 mg / L); CaCO_3 (60 mg / L); POEA TA-15 (2.1 mg / L) and POEA - TA15 (2.1 mg / L) + CaCO_3 (60 mg / L), white cachama fry

(n = 56) weighing 5 ± 1 g in containers of 60 L, 7 individuals per container, the fish were kept in a semi-static system with daily replacement of 20% of the volume of water. A second trial was carried out by chronic exposure for 21 days at sub-lethal doses also under a semi-static system in the Bioassay Laboratory of the Institute of Aquaculture of Los Llanos; in that case two experiments were established with 6 treatments each: - experiment No. 1. POEA (TA-15) / CaCO_3 : fish with standard Length 10 ± 0.9 cm, Weight 38.2 ± 6.0 g. (n = 96): 4 animals per aquarium, 4 repetitions, 16 animals per treatment: Exposure 21 days, observation up to 50 days. (sampling at 7; 14; 21 and 50 days): Control -without experimental substances-; CaCO_3 60mg / L; POEA 0.8mg / L; POEA 1.6mg / L; POEA 0.8 mg / L / CaCO_3 60 mg / L & POEA 1.6 mg / L / CaCO_3 60 mg / L. and, an experiment No.2. GP / CaCO_3 : 5 animals per aquarium, 4 repetitions, 20 animals per treatment (Standard length 8.0 ± 0.31 cm. Weight: 35.2 ± 5.1 (n = 120)) Exposure 21 days, observation up to 50 days. (Sampling at 7; 14; 21 and 49 days) as follows: Control; CaCO_3 60mg / L; Glyphosate (analytical grade) 10 mg / L; Glyphosate 20 mg / L; Glyphosate 10 mg / L + CaCO_3 60 mg / L & Glyphosate 20 mg / L + CaCO_3 60 mg / L. Both in the acute trial and in the chronic trial, mortality, clinical signs, and macro and microscopic lesions were rigorously recorded. In acute exposure, higher mortality was found before the POEA - TA15 (2.1 mg / L) + CaCO_3 (60 mg / L) with 65% mortality, compared to 50% in the treatment of only POEA - TA15 (2, 1 mg / L) and, no mortality in the Control and in exposure to only CaCO_3 (60 mg / L). Fish from acute exposure to POEA TA15 showed lethargy from the first 4 hours of exposure, loss of school behavior and change of swimming pattern after 8 hours, increased opercular frequency and lower lip prolapse after 10 hours, loss of the swimming axis and position of the individuals in the water column after 11 hours. In the interaction (CaCO_3 60mg / L + POEA 2.1 mg / L) lethargy was presented after 6 hours, loss of the formation in school after 7 hours, change of the swimming pattern and ascent of half of the individuals in the position of the water column with signs of respiratory distress at 9 o'clock, loss of the swim axis, erratic swim and lower lip prolapse at 11 o'clock, concluding that the interaction between the POEA-TA15 and CaCO_3 is not favorable to avoid mortality, also verifying more severe

lesions in skin, gills, liver and brain of the fish exposed to the surfactant in the presence of calcium carbonate than those exposed only to POEA TA15. In chronic exposure trials, observations of acute exposure were corroborated; in this case there was a higher mortality in the treatments of POEA TA-15 in the presence of CaCO_3 than in those exposed only to the surfactant, finding 10% mortality at 21 days in those exposed to 1.6 mg / L of POEA TA15, while found a 35% mortality in those under POEA 1.6mg / L + CaCO_3 60 mg / L and no mortality in the controls. In this case also the skin, gill, liver and brain lesions were more severe in those submitted to the combination of the surfactant and calcium carbonate. In the trials of chronic exposure to glyphosate technical grade and in interaction with calcium carbonate, there was no mortality in any treatment; however, clinical signs and lesions with a greater degree of severity were evidenced under the combined treatments of glyphosate + CaCO_3 . On the other hand, in all cases there was an increase in the activity of alarm cells in the nervous system (Mast) both in CaCO_3 treatments alone, or under interaction with POEA or with GP regarding controls without any experimental compound. The previous findings lead us to analyze the risk factor that would imply the increase in water hardness as a component that could increase the hydrophobicity and reduced the electrostatic repulsion of the POEA as described in the case of the linear alkylbenzene sulphonate surfactant up to that point that the absorption of this surfactant was increased mainly through the gills) in rainbow trout (Tolls et al., 2000). In our case, apparently, the greater toxicity of POEA observed in the white cachama maintained at a greater hardness of the water would be due to its greater absorption caused by the increase in hydrophobicity and the reduction of the electrostatic repulsion of POEA. However, it cannot be ruled out that greater hardness can also be a stressful factor for this species, which is native to very soft waters. Stress caused by high water hardness could increase gill ventilation, increasing the absorption of POEA and, consequently, its toxicity. In light of these experimental findings, the association of CaCO_3 and GBH should be deepened taking into account liming and the use of herbicides as stressors and toxic factors in waters of natural bodies of the Orinoquia, in this case the CaCO_3 would be increasing the toxic effect of the POEA

of the herbicidal mixtures mainly, although in the presence of fish only with glyphosate clinical and pathological effects were observed under the interaction studied.

Keyword: Ecotoxicology, Herbicidal mixtures, Glyphosate, Non-ionic surfactants, hardness, Interactions in natural water bodies.

CIENCIAS ANIMALES

Crioconservación seminal de cachama negra *Colossoma macropomum* como estrategia de producción y conservación de recursos genéticos

Seminal cryopreservation of black cachama *Colossoma macropomum* as a strategy for production and conservation of genetic resources

Víctor Mauricio Medina-Robles, Leydy Yasmin. Sandoval-Vargas, Diana Nathalie Guaje-Ramírez, Laura Cristina Marin-Cossio; Pablo Emilio Cruz-Casallas
Grupo de Investigación sobre Reproducción y Toxicología de Organismos Acuáticos - GRITOX, Instituto de Acuicultura de los Llanos – IALL, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Universidad de los Llanos, Villavicencio, Meta - Colombia
vmmedinarobles@unillanos.edu.co

RESUMEN

INTRODUCCIÓN La Cachama negra (*Colossoma macropomum*) es un pez nativo de Sur América. En Colombia, no hay estudios sobre protocolos estandarizados para su crioconservación seminal. La implementación de estas biotecnologías permitirían su producción comercial continua e introducción en bancos de recursos genéticos. **OBJETIVO** El objetivo del presente estudio fue evaluar los efectos de la crioconservación sobre el semen de *C. macropomum* sometido a diferentes crioprotectores y sistemas de empaque con miras a consolidar un protocolo eficiente de crioconservación para la especie. **MATERIALES Y MÉTODOS** Se utilizó semen de tres machos sexualmente maduros (4.6 ± 1.6 kg). El semen fue diluido en una proporción 1:4 usando tres diferentes agentes crioprotectores (Dimetilsulfoxido 10% [DMSO], Metanol 10% [MET], Etilenglicol 5% [ETG]) con o sin la inclusión de yema de huevo 12% (YH); a su vez a cada diluyente fue adicionada glucosa 5.5%. Además, fueron evaluados dos sistemas de empaque

(pajillas de 0.5ml y macrotubos de 2.0ml). Las pajillas y macrotubos fueron expuestas a vapores de nitrógeno líquido (NL) y luego almacenadas durante 8 meses. El semen fue descongelado en baño de agua a 37°C por 60 seg y determinada la motilidad masal (%) [MM], duración de la motilidad (seg) [DM], integridad de membrana plasmática (%) [IMP] y fertilidad (%). **RESULTADOS** La motilidad postdescongelación en todos los tratamientos fue significativamente diferente ($P < 0,05$) al control siendo MET 2.0ml el mejor ($53 \pm 5.8\%$). La DM tuvo un comportamiento similar para todos los tratamientos siendo solo diferente significativamente para ETG+YH 0.5ml comparado con el control. La IMP se mantuvo sin diferencias significativas con respecto al control en MET 2.0ml. La fertilidad fue significativamente menor en la mayoría de tratamientos con YH, siendo MET 2.0ml el mejor ($94.7 \pm 0.6\%$). **CONCLUSIÓN** El semen de *Colossoma macropomum* es susceptible de crioconservación no siendo necesaria la utilización de YH en los diluyentes.

AGRADECIMIENTOS. El presente trabajo es apoyado por el Fondo Social de Educación Superior de la Gobernación del Meta a través de la beca de doctorado otorgada al autor Víctor Mauricio Medina-Robles.

Palabras clave: crioconservación, peces nativos, semen, tambaqui.

ABSTRACT

INTRODUCTION Cachama Negra (*Colossoma Macropomum*) it's a native fish of South America. In Colombia, there are still no studies on standardized protocols about their seminal cryopreservation. The implementation of these biotechnologies would allow their continuous commercial production and introduction in genetic resources banks. **OBJECTIVE** The objective of the present study is to evaluate the effects of cryopreservation on *C. Macropomum* sperm subjected to different cryoprotectants and packaging systems, in order to consolidate an efficient cryopreservation protocol for this species. **MATERIALS AND METHODS** Semen from three sexually mature males ($4.6 \pm 1.6\text{kg}$) was used. The semen was diluted

in a 1:4 ratio using three different cryoprotective agents (Dimethylsulfoxide 10% [DMSO], Methanol 10% [MET], Ethylene glycol 5% [ETG]); with or without 12% egg yolk (YH), to each diluent was added 5.5% glucose. In addition, two packing systems were evaluated (0.5 ml straws and 2.0 ml macrotubes). The straws and macrotubes were exposed to vapors of liquid nitrogen (NL) and then stored for 8 months. The semen was thawed in a water bath at 37° C for 60 sec and determined mass motility (%) [MM], motility duration (sec) [DM], plasma membrane integrity (%) [IMP] and fertility (%). **RESULTS** Post-thaw motility in all treatments was significantly different ($p < 0.05$) to control, being MET 2.0ml the best ($53 \pm 5.8\%$). The DM had a similar behavior for all treatments being only significantly different for ETG+YH 0.5ml compared to the control. The IMP remained without significant differences in respect to the control in MET 2.0ml. Fertility was significantly lower in the majority of treatments based on YH, being MET 2.0ml the best ($94.7 \pm 0.6\%$). **CONCLUSION** Semen of *Colossoma macropomum* is susceptible to cryopreservation and the use of YH in diluents is not necessary.

ACKNOWLEDGMENT. The present work is supported by the Social Fund of Higher Education of the Government of Meta through the doctorate scholarship granted to the author Víctor Mauricio Medina-Robles.

Key words: cryopreservation, native fish, semen, tambaqui.

Efecto del grado de herencia de vacas sanmartinero sobre el intervalo entre partos y edad al primer parto

Effect of the degree of inheritance of cows sanmartinero on the interval between births and age at first birth

Marín Rincón Yelixa Katerine¹, Rincón Huérfano Luisa Fernanda¹, Cárdenas García Dario², Lopera-Vásquez Ricaurte³, Martínez Correal Germán⁴.

¹ Estudiante de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Cooperativa de Colombia – Sede Villavicencio.

² MVZ MSc PhD. Docente de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Cooperativa de Colombia.

³ MVZ MSc PhD. Docente de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Cooperativa de Colombia. Grupo de investigación IMPRONTA.

⁴ MV MSc PhD. Presidente Asocriollanos.

yelixa.marin@campusucc.edu.co

luisa.rinconh@campusucc.edu.co

dario.cardenas@campusucc.edu.co

ricaurte.lopera@campusucc.edu.co

germanmartinez@ganadocriollo-colombiano.com

RESUMEN

INTRODUCCIÓN. El ganado bovino criollo Sanmartinero al igual que todas las razas criollas colombianas se encuentra en riesgo de extinción y dados sus extraordinarios rasgos de adaptación, producción sostenible y competitiva, no debemos ahorrar esfuerzos en su conservación, uso racional y sostenible con miras a hacer más eficiente y competitiva la cría comercial de carne, especialmente en la región de la Orinoquía Colombiana. **OBJETIVO.** Medir el efecto del grado de herencia de la raza Sanmartinero (SM), en un hato comercial Cebuino (Brahman) sometido a cruzamiento absorbente con toros criollos SM, en el municipio de Vistahermosa (Meta), sobre parámetros reproductivos de intervalo entre partos (IEP) y edad al primer parto (EPP). **MATERIALES Y MÉTODOS.** Se utilizaron 399 registros productivos de hembras bovinas con diferentes grados de herencia de SM (0, 25, 50, 63 y 75%), tomados en la finca Cachicamos,

correspondientes a los años 2004 a 2018, a los cuales se les evaluó la EPP y el IEP (días). Se utilizó un Análisis de varianza de una vía con ayuda de paquete InfoStat®. **RESULTADOS:** Los valores para IEP presentaron un promedio de $436,7 \pm 7,58$ días, en donde los mas altos correspondieron al 25% (458.5 ± 26.4) y los mas bajos a 50% (428.8 ± 12.6), sin presentar diferencias entre grupos ($p > 0.05$). El promedio de EPP fue de $1128,7 \pm 28,3$ días, en donde los valores más altos fueron 0% y 25% de SM ($1350,8 \pm 57,9$ y $1293,9 \pm 136,3$; $p = 0.98$ respectivamente), y al compararles con los mas bajos 50% y 63% ($1083,4 \pm 40,1$ y $970 \pm 38,4$; $p = 0.0095$ y 0.0007 respectivamente), al igual existió diferencia entre el 0 y 75% ($1094,8 \pm 61.0$ $p = 0.0416$). **CONCLUSIONES.** Las diferencias altamente significativas a valores más bajos EPP, reflejan las ventajas del SM en términos de precocidad y fertilidad en estadios iniciales de producción en hembras, lo que confirma su competitividad y adaptación al medio, que le confieren ventajas en sostenibilidad y rentabilidad en términos económicos al compararlo con otras razas introducidas.

Palabra clave: hembras, genética, cruzamiento, Sanmartinero, parámetros, reproductivos.

ABSTRACT

INTRODUCTION. Sanmartinero Creole cattle, like as all Colombian Creole breeds, are at risk of extinction and given their extraordinary characteristics of adaptation, sustainable and competitive production, we should not save efforts in their conservation, rational and sustainable use with a view to making them more efficient and competitive commercial beef farming, especially in the region of the Colombian Orinoquía. **OBJECTIVE.** To Measure the effect of the degree of inheritance of the Sanmartinero (SM) breed, in a Cebu commercial herd (Brahman) undergoing absorbent crossing with SM Creole bulls, in the municipality of Vistahermosa-Meta, on reproductive parameters of interval between births (IEP by its acronym in Spanish) and age at first birth (EPP acronym in Spanish). **MATERIALS AND METHODS.** 399 productive records of bovine females with

different degrees of inheritance of SM (0, 25, 50, 63 and 75%) were used, which were taken at the Cachicamos farm corresponding to the years 2004 to 2018, of which they were evaluated EPP and IEP (days). A one-way analysis of variance was used with the help of an InfoStat® package. RESULTS: The values for IEP presented an average of 436.7 ± 7.58 days, where the highest corresponded to 25% SM (458.5 ± 26.4) and the lowest to 50% (428.8 ± 12.6), without presenting differences between groups ($p > 0.05$). The average EPP was 1128.7 ± 28.3 days, where the highest values were 0% and 25% of SM (1350.8 ± 57.9 and 1293.9 ± 136.3 ; $p = 0.98$ respectively), and at compare them with the lowest 50% and 63% (1083.4 ± 40.1 and 970 ± 38.4 ; $p = 0.0095$ and 0.0007 respectively), likewise there was a difference between 0 and 75% (1094.8 ± 61.0 $p = 0.0416$).

CONCLUSIONS. The highly significant differences at lower EPP values reflect the advantages of SM in terms of precocity and fertility in initial stages of production in females, which confirms its competitiveness and adaptation to the environment, which give it advantages in sustainability and profitability in economic terms when compared to other introduced breeds.

Key Words: Males, genetics, Crossbreeds, Sanmartinero, reproductive parameters

Cerdos a campo abierto: efectos sobre las características de un suelo del piedemonte llanero

Pigs in the open field: effects on the characteristics of a flatland

Suescún Ospina Sandra Tatiana¹, Ocampo Duran Álvaro² & Bolívar Sierra Andrés Felipe³

¹ Médico Veterinario y Zootecnista Esp. MSc Docente de la Universidad de los Llanos, Grupo de Investigación en Producción Tropical Sostenible.

² Zootecnista MSc, PhD Docente de la Universidad de los Llanos, Grupo de Investigación en Producción Tropical Sostenible.

³ Médico Veterinario y Zootecnista. Universidad de los Llanos, Grupo de Investigación en Producción Tropical Sostenible.

stsuescun@unillanos.edu.co

aocampo@unillanos.edu.co

andres.bolivar@unillanos.edu.co

RESUMEN

INTRODUCCIÓN. El sistema de producción de cerdos a campo abierto es una alternativa a la producción intensiva orientado a la producción orgánica, o como sistema de bajo costo para pequeños y medianos productores. Este sistema tiene efectos positivos sobre la fertilidad del suelo como producto de la deposición natural de nutrientes por las excretas porcinas, una ventaja potencial que ha sido poco explorada. **OBJETIVO.** Evaluar los efectos de un sistema de cría de cerdos a campo abierto sobre las condiciones fisicoquímicas y biológicas de un suelo de terraza alta en el piedemonte del Meta. **MATERIALES Y MÉTODOS.** Este proyecto se realizó en Villavicencio, Meta, se utilizaron 6 cerdas de cría, fueron mantenidas a campo en lotes de 450 m² y 150 m² por hembra, (T1, 22 cerdas/ha y T2, 66 cerdas/ha, respectivamente). Se uso como testigo un lote dedicado a la ganadería bovina, bajo manejo tradicional (T3). El ensayo se extendió desde mayo de 2011 hasta abril de 2013. Las cerdas fueron alimentadas con recursos de alta disponibilidad local, siendo el aceite crudo de palma la base energética y torta de

soya la base proteica, según Ocampo (2002). Los lotes fueron manejados de forma alternada con 30 días de ocupación y 30 días de descanso. Se monitoreó los cambios de las condiciones fisicoquímicas y biológicas de los suelos y los cambios en la composición florística de los lotes antes, durante y después de la ocupación (muestreos repetidos en intervalos de 6 meses en cada uno de los lotes). Se evaluó materia orgánica, contenido de carbono, pH, nitrógeno, fósforo, aluminio, capacidad de intercambio catiónico, compactación y producción de biomasa. El análisis estadístico incluyó pruebas de normalidad y homoscedasticidad, así como pruebas de Levene para homogeneidad de varianzas y *t-Student* para variables independientes. **RESULTADOS.** Se observaron diferencias significativas ($P < 0,005$) en los porcentajes de materia orgánica (MO), contenidos de nitrógeno (N) y carbono del suelo (C) según tratamiento. El tratamiento 1 (450 m²/animal) generó mayores efectos sobre el porcentaje de materia orgánica (6,91±2,16), nitrógeno (138,25±43,23) y carbono del suelo (2,45±1,08), en comparación con los tratamientos 2 (150 m²/animal) y 3 (ganadería). De la misma forma, el tiempo de ocupación generó resultados en las variables MO, N, C, P y producción de biomasa, siendo superiores en los lotes bajo T1 en el segundo año de ocupación. **CONCLUSIONES.** La ocupación del suelo con cerdas de cría a densidades de 450 m²/cerda generó aportes significativos de nutrientes, sobre todo nitrógeno (160 Kg/ha); condición que podría ser aprovechada para la producción de forraje para la alimentación cerdos, otras especies animales o cultivos agrícolas.

Palabra clave: Cerdas a campo, cría de cerdos, suelo.

ABSTRACT

INTRODUCTION The outdoor pig production is an alternative to intensive production system lead to the organic production, or as a low-cost system for small and medium producers. This system has positive effects on soil fertility as a result

of the natural deposition of nutrients by pig excreta, a potential advantage that has been little explored. **OBJECTIVE** To evaluate the effects of an outdoor pig production system on the physicochemical and biological conditions of a high terrace soil in the Piedemonte landscape of Meta. **MATERIALS AND METHODS** This project was carried out in Villavicencio, Meta, 6 breeding sows were used, they were kept in outdoor in lots of 450 m² and 150 m² per female, (T1, 22 sows/ha and T2, 66 sows/ha, respectively). An area for cattle raising, under traditional management was used as control (T3). The trial last from May 2011 to April 2013. Changes in the physicochemical and biological conditions of the soils and changes in the floristic composition of the lots were monitored before, during and after the occupation (repeated sampling at intervals 6 months in each of the lots). Organic matter, carbon content, pH, nitrogen, phosphorus, aluminum, cation exchange capacity, compaction and biomass production were evaluated. These variables were evaluated for normal distribution, Levene tests for homogeneity of variances and t-Student test for independent variables. The sows were fed with resources of high local availability, with crude palm oil being the energy base and soy cake the protein base, according to Ocampo (2002). The lots were handled alternately with 30 days of occupation and 30 days of rest. **RESULTS** The treatment applied indicated highly significant differences ($P < 0.005$) in the percentages of organic matter (MO), nitrogen content (N) and soil carbon (C). Treatment 1 (450 m² / animal) generated greater effects on the percentage of organic matter (6.91 ± 2.16), nitrogen (138.25 ± 43.23) and soil carbon (2.45 ± 1.08), compared with treatments 2 (150 m² / animal) and 3 (livestock). The lots submitted to treatment 1, in the variables MO, N, C, P and biomass production had superior results in the second year of occupation. **CONCLUSIONS** The occupation of the soil with breeding sows at densities of 450 m² / sow generated significant contributions of nutrients, especially nitrogen (160 Kg / ha); condition that could be used for the production of fodder for feeding pigs, other animal species or agricultural crops.

Keyword: Field sows, pig farming, soil.

Evaluación de la calidad nutricional del ensilaje de forraje de quinua (*Chenopodium quinoa willd*) con inoculación de microorganismos eficientes em®

Evaluation of the nutritional quality of quinoa forage silage (*Chenopodium quinoa willd*) with inoculation of em® efficient microorganisms

Rodríguez Molano Carlos Eduardo ¹, Pulido Suárez Néstor Julián ², Flórez Gómez Lina María³, Niño Monroy Laura Estefanía⁴

¹Zootecnista Esp. MSc, Docente de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Grupo de investigación de Bioquímica y Nutrición Animal (GIBNA).

²Médico Veterinario Zootecnista, Msc. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Grupo de investigación de Bioquímica y Nutrición Animal (GIBNA).

³Médico Veterinario Zootecnista, Esp. Msc. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Grupo de investigación de Bioquímica y Nutrición Animal (GIBNA).

⁴Médico Veterinario Zootecnista, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Grupo de investigación de Bioquímica y Nutrición Animal (GIBNA).

carlos.rodriguez@uptc.edu.co

nestor.pulido@uptc.edu.co

bionutria@gmail.com

estefaniamonroy1994@gmail.com

RESUMEN

INTRODUCCIÓN. El cultivo de leguminosas, gramíneas y pseudo-cereales que aportan los requerimientos nutricionales de los animales son una alternativa para disminuir los costos de producción en los periodos prolongados de sequía. La quinua es un cultivo caracterizado por poseer cualidades nutricionales para el consumo humano y de animales como aves, cerdos y rumiantes, por ser una buena fuente de aminoácidos esenciales, lisina y azufrados, y poseer un alto contenido de vitamina E, B2, B6, ácido fólico y minerales como calcio, zinc, potasio, fósforo y hierro. **OBJETIVO.** Caracterizar la calidad nutricional del ensilaje de forraje de quinua (*Chenopodium quinoa willd*) variedad amarilla de marangani con adición de microorganismos eficientes. **MATERIALES Y MÉTODOS.** El proyecto se realizó en el municipio de Nuevo Colón, Boyacá, se seleccionó la

planta completa de quinoa variedad amarilla de Maranganí (*Chenonopodium quinoa w*) recogida a los 60, 90 y 120 días después del rebrote de la quinoa, el forraje fue sometido a un proceso de pre marchitamiento bajo condiciones ambientales por 1 hora y picado a un tamaño entre 2 y 2,5cm para la elaboración de los microsillos de 1kg. El material muestreado se analizó en periodos de fermentación de 7, 14, 21 y 30 días con inóculos de microorganismos eficientes (EM®) preparados a razón de 2 Litros activados por tonelada, adicionando aproximadamente 2mL por microsilio, se realizaron tres repeticiones para cada tratamiento. Las muestras recolectadas antes y después del proceso fermentativo se les determino la composición química en el Laboratorio de Nutrición animal de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia: Materia seca (MS), humedad (H), proteína cruda (PC), Cenizas (CZ), fibra detergente neutra (FDN) y pH de las muestras obtenidas después del proceso fermentativo. Se empleó un diseño de parcelas divididas en el tiempo, la distribución de los tratamientos en campo se realizó bajo un diseño completamente al azar y las sub-parcelas fueron las edades del proceso del ensilado con adición de microorganismos eficientes (EM®). Todas las variables fueron sometidas a análisis de varianza, prueba de Tukey ($P < 0,05$). **RESULTADOS.** Se observaron diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$) entre las diferentes edades del follaje de quinua para los valores de PC, CZ y FDN entre edades de fermentación, evidenciándose que el mayor contenido de proteína cruda se obtuvo a los 60 días de edad de la planta y el mayor porcentaje de CZ se obtuvo a los 21 días de fermentación del ensilaje. En relación con el pH se observó un aumento de forma gradual para cada tratamiento y en cada periodo de muestreo, presentándose diferencias estadísticas significativas. **CONCLUSIONES.** Los valores bromatológicos de la planta completa y a sus diferentes edades de rebrote y micro silos con adición de microorganismos eficientes en la mayoría de sus principales componentes incrementaron su valor nutricional. Por tal motivo el uso de la quinua como materia prima para la elaboración de ensilajes permitiría el uso multipropósito del cultivo de la quinua, generando grano para el consumo humano y follaje para el consumo animal.

Palabra clave: Microorganismos eficientes, ensilaje, composición química.

ABSTRACT

INTRODUCTION. The cultivation of legumes, grasses and pseudo-cereals that provide the nutritional requirements of animals are an alternative to reduce production costs in prolonged periods of drought. Quinoa is a crop characterized by having nutritional qualities for human consumption and animals such as birds, pigs and ruminants, for being a good source of essential amino acids, lysine and sulfur, and having a high content of vitamin E, B2, B6, folic acid and minerals such as calcium, zinc, potassium, phosphorus and iron. **OBJECTIVE.** Characterize the nutritional quality of the quinoa silage (*Chenopodium quinoa willd*) yellow variety of Marangani with the addition of efficient microorganisms. **MATERIALS AND METHODS.** The project was carried out in the municipality of Nuevo Colón, Boyacá, the complete yellow variety quinoa plant of Maranganí (*Chenonopodium quinoa w*) was collected at 60, 90 and 120 days after the quinoa regrowth, the forage was subjected to a process of pre-wilting under environmental conditions for 1 hour and chopped to a size between 2 and 2.5cm for the preparation of 1kg microsilt. The sampled material was analyzed in fermentation periods of 7, 14, 21 and 30 days with efficient microorganism inoculums (EM®) prepared at the rate of 2 Liters activated per ton, adding approximately 2mL per microsilt, three repetitions were performed for each treatment. The samples collected before and after the fermentation process were determined the chemical composition in the Animal Nutrition Laboratory of the Pedagogical and Technological University of Colombia: Dry matter (MS), moisture (H), crude protein (PC), Ashes (CZ), neutral detergent fiber (NDF) and pH of the samples obtained after the fermentation process. A time-divided plot design was used, the distribution of the field treatments was carried out under a completely randomized design and the sub-plots were the ages of the silage process with the addition of efficient microorganisms (EM®). All variables were subjected to analysis of variance, Tukey test ($P < 0.05$). **RESULTS.** Statistically significant differences ($P < 0.05$) were

observed between the different ages of quinoa foliage for PC, CZ and NDF values between fermentation ages, evidencing that the highest crude protein content was obtained at 60 days of age of the plant and the highest percentage of CZ was obtained after 21 days of silage fermentation. In relation to pH, an increase is observed gradually for each treatment and in each sampling period, presenting significant statistical differences. **CONCLUSIONS.** The bromatological values of the whole plant and at its different ages of regrowth and microsyls with the addition of efficient microorganisms in most of its main components increased its nutritional value. For this reason, the use of quinoa as a raw material for silage production would allow the multi-purpose use of quinoa cultivation, generating grain for human consumption and foliage for animal consumption.

Key words: Efficient microorganisms, silage, chemical composition.

Producción de pollos de engorde utilizando Cayeno (*Hibiscus rosa-sinensis*) y probiótico

Broiler production using Cayenne (*Hibiscus rosa-sinensis*) and probiotic.

Mariño Guerrero Iván Estebán¹ & Roa Vega Maria Ligia²

¹Estudiante de Medicina Veterinaria y Zootecnia Universidad de los Llanos,

²Zootecnista Esp. MSc, Docente de la Universidad de los Llanos, Grupo de Investigación de Agroforestería.

ivan.marino@unillanos.edu.co

ligiaroa2607@gmail.com

RESUMEN

INTRODUCCIÓN. El crecimiento de la producción de aves ha sido determinante en la economía, siendo uno de los sectores para impulsar el desarrollo económico del campo colombiano. El uso de probióticos que contienen bacterias productoras de ácido láctico en la alimentación de las aves, contribuye a la integridad y estabilidad de la flora intestinal, dificultando proliferación de patógenos, lo cual ayuda a prevenir enfermedades y mejorar el rendimiento productivo. **OBJETIVO.** Evaluar digestibilidad de nutrientes y parámetros productivos en pollos de engorde incluyendo harina Cayeno (*Hibiscus rosa sinensis*, L) sin y con probiótico (*Lactobacillus acidophilus*) más pectina como reemplazo del concentrado. **MATERIALES Y MÉTODOS.** Este proyecto se realizó en Villavicencio, Meta, se utilizaron 90 pollos de engorde, durante 15 días se alimentaron con concentrado de iniciación. Los tratamientos fueron: T1 concentrado comercial molido (CC), T2 CC y 6% de harina de Cayeno (HC) y T3 CC y 12% de HC, comparando estos tratamientos sin (SP) y con probiótico más pectina (CP). Para la elaboración de HC se cosecharon tallos verdes y hojas de Cayeno con 60 días después de realizado el último corte, se deshidrataron durante 72 horas a 60 grados centígrados y se molieron. El peso promedio de los pollos fue de 675,1±50g g, siendo distribuidos en un diseño en bloques completamente al azar y se aplicó la

prueba de comparación múltiple de Tukey. Para estimar los coeficientes de digestibilidad (COD) se colectaron excretas durante cinco días. A las dietas y excretas se les analizó: materia seca (MS), proteína, fibra, grasa, extracto no nitrogenado (ENN) y fibra detergente neutro (FDN). Se estimaron % nutrientes digestibles totales (NDT), valor biológico (VB) de la proteína. También se evaluaron variables productivas como: consumo de alimento, aumento de peso, conversión alimenticia y rendimiento en canal. **RESULTADOS.** El COD de MS más alto ($P < 0,05$) fue para T2 SP y CP: 0,91 y 0,93 VS T1 0,71 y 0,72, lo mismo sucedió con los COD de proteína y fibra de T2 siendo mayores ($P < 0,05$) con relación a T3: 0,88 y 0,92 VS 0,72 y 0,81; 0,82 y 0,84 VS 0,56 y 0,57, respectivamente. El mayor valor de NDT fue para T2: 92,83% VS T3: 77,56%. El consumo de materia seca fue similar para todos los tratamientos. El aumento de peso diario fue superior ($P < 0,05$) en T1 CP y SP 93,74 y 89,78 gr comparándolo con T3 84,08 y 81,95 gr, no se observaron diferencias con T2. Las menores conversiones de alimento a peso fueron para T2 SP (2,0) y T3 CP (1,95), observándose un efecto del probiótico porque T2 CP (1,74) fue similar a T1 SP y CP (1,81 y 1,86). El rendimiento en canal muestra un comportamiento a favor T1 CP y SP; T2 CP: 66,12, 65,49 y 64,92%, con relación a los otros tratamientos. **CONCLUSIONES.** En la mayoría de las variables evaluadas T2 no presentó diferencia con T1, lo cual significa que en las dietas para aves en fase de engorde el concentrado comercial puede ser reemplazado por el 6% de harina de Cayeno.

Palabra clave: Microorganismos eficientes, digestibilidad, aves, arbustivas

ABSTRACT

INTRODUCTION. The growth production of broiler chickens has been a determining factor to promote the economic development of the Colombian countryside. It has been a determining factor in the economy, being one of the sectors to promote the economic development of the Colombian countryside. The use of probiotics that contain bacteria producing lactic acid in the diet of the broiler,

contributes to the integrity and stability of the intestinal flora, making difficult the proliferation of pathogens, which helps to prevent diseases and improve the productive performance. **OBJECTIVE.** Evaluate nutrient digestibility and productive parameters in broilers including cayenne flour (*Hibiscus rosa sinensis*, L.) without and with probiotic (*Lactobacillus acidophilus*) plus pectin as replacement for concentrated food. **MATERIALS AND METHODS.** This project was carried out in Villavicencio, Meta, 90 broilers were used, for 15 days they were fed with initiation concentrate. The treatments were: T1 concentrated commercial milled (CC), T2 CC and 6% of Cayenne flour (CF) and T3 CC and 12% of CF, comparing these treatments without (WoP) and with probiotic plus pectin (WP). For CF production, green stems and leaves of cayenne were harvested 60 days after the last cut, they were dehydrated for 72 hours at 60 degrees Celsius and then they were ground ground. The average weight of the chickens was 675.1 ± 50 g, being distributed in a completely randomized block design and Tukey's multiple comparison test was applied. To estimate the digestibility coefficients (COD), excreta were collected during five days. Diets and excreta were analyzed: dry matter (DM), protein, fiber, and fat, non-nitrogenous extract (NNE) and neutral detergent fiber (NDF). Percentage Total digestible nutrients (TND), biological value (BV) of the protein were estimated. Productive variables were also evaluated such as food consumption, weight gain, feed conversion and carcass yield. **RESULTS.** The highest COD of DM ($P < 0,05$) was for T2 WoP and WP: 0,91 and 0,93 VS T1 0,71 and 0,72, the same happened with the protein COD and T2 fiber being greater ($P < 0,05$) with relationship at T3: 0,88 and 0,92 vs 0,72 and 0,81; 0,82 and 0,84 VS 0,56 and 0,57, respectively. The highest value of TND was for T2: 92, 83% VS T3: 77, 56%. DM consumption was similar for all treatments. The daily weight gain was higher ($P < 0,05$) in T1 WoP and WP 93,74 and 89, 78 g, compared with T3 84,08 and 81,95 g, no differences were observed with T2. The lowest conversions of food to weight were for T2 WoP (2,0) and T3 WP (1.95), observing an effect of the probiotic because T2 WP (1.74) was similar to T1 WoP and WP (1,81). 1, 86). The channel yield shows a favorable behavior for T1 WP and WoP; T2 WP: 66, 12, 65, 49 and 64, 92%), in relation to the other treatments. **CONCLUSIONS** In most of

the evaluated variables, T2 did not present a difference with T1, which means that in the diets for broiler in the fattening phase the commercial concentrate can be replaced by 6% of cayenne flour.

Key words: Efficient microorganisms, digestibility, broiler, shrubs

Digestibilidad total de dietas reemplazando el maíz por glicerina cruda en cerdos en crecimiento

Total digestibility of diets replacing corn with raw glycerin in growing pigs.

Freddy Alexander Toro Baquero¹; *Daniel Alexander Céspedes Sanabria*²; *María Ligia Roa Vega*³; *Edgar Edilberto Fuentes Reyes*⁴

¹ZOOTECNISTA, MSc, Docente Departamento de Producción animal, FCARN, Universidad de los Llanos, Villavicencio, Colombia. Semillero de Investigación METABOLISMO.

²MVZ, Esp. cMSc, Docente Departamento de Producción animal, FCARN, Universidad de los Llanos, Villavicencio, Colombia. Semillero de Investigación METABOLISMO.

³Zootecnista, MSc, Docente Departamento de Producción animal, FCARN, Universidad de los Llanos, Villavicencio, Colombia. Grupo de Investigación AGROFORESTERIA.

⁴MVZ, MSc, PhD, Docente Departamento de Producción animal, FCARN, Universidad de los Llanos, Villavicencio, Colombia. Semillero de Investigación METABOLISMO.

efuentes@unillanos.edu.co

RESUMEN

INTRODUCCION. La glicerina, por sus características energéticas y por su alta palatabilidad, es una materia prima prometedora para sustituir al maíz en dietas para cerdos, además, contribuye en la disminución en costos de alimentación maximizando la utilidad. **OBJETIVO.** Determinar la digestibilidad total aparente de dietas para cerdos en fase de crecimiento, con diferentes inclusiones de glicerina cruda con el fin de reemplazar las fuentes de energía tradicionales, como el maíz.

MATERIALES Y METODOS. El experimento se realizó en la unidad de cerdos de la granja Barcelona y laboratorio de nutrición animal de la Universidad de los Llanos, a 465 msnm, temperatura 26°C, humedad relativa 85% y precipitación anual 3568 mm. Se utilizaron 25 cerdos mestizos, peso promedio 25 ± 2.2 kg. Fueron distribuidos en un diseño experimental completamente al azar con cinco tratamientos y cinco repeticiones, cinco cerdos por unidad experimental, alojados individualmente en jaulas metabólicas. Los tratamientos fueron en niveles de

glicerina de 0, 5, 10, 15 y 20%, El periodo experimental fue 15 días: doce de adaptación a la jaula metabólica y raciones experimentales, y tres días para la colecta de muestras. Las variables a evaluar fueron coeficiente de digestibilidad: materia seca, proteína, grasa, extracto no nitrogenado, fibra cruda, y % NDT; y cálculos de: Energía digestible, energía metabolizable, energía neta de mantenimiento y energía neta de producción. Para el análisis de resultados se utilizó el paquete estadístico SPSS v19, se efectuó un análisis de varianza (ANOVA) con su análisis de TUKEY como prueba pos hoc con un nivel de significancia ($P > 0,05$), y análisis de correlación.

RESULTADOS. Energía metabolizable Mcal / kg de materia seca de la glicerina $3,6 \pm 0,5$. Coeficientes de digestibilidad de la materia seca con diferentes inclusiones de glicerina: T1 (0%,) 0,87, T2 (5%) 0,88, T3 (10%) 0,89, T4 (15%) 0,89, T5 (20%) 0,90. Coeficientes de digestibilidad de la proteína con diferentes inclusiones de glicerina: T1 (0%) 0,91, T2 (5%) 0,91, T3 (10%) 0,92, T4 (15%) 0,83, T5 (20%) 0,93. Coeficientes de digestibilidad de la fibra cruda con diferentes inclusiones de glicerina: T1 (0%,) 0,71, T2 (5%) 0,72, T3 (10%) 0,78, T4 (15%) 0,78, T5 (20%) 0,80. Conversión alimenticia (kg) con diferentes inclusiones de glicerina: T1 (0%,) 2,94, T2 (5%) 2,97, T3 (10%) 2,94, T4 (15%) 2,94, T5 (20%) 2,91. Ganancia de peso día (kg) con diferentes inclusiones de glicerina: T1 (0%,) 0,68, T2 (5%) 0,67, T3 (10%) 0,68, T4 (15%) 0,68, T5 (20%) 0,68.

CONCLUSIONES. Por los resultados se puede concluir que la inclusión de glicerina de palma africana sustituye parcialmente al maíz, en dietas balanceadas para cerdos en fase de crecimiento se puede llevar hasta el 20% en la dieta, sin detrimento del aprovechamiento de energía metabolizable y ganancia de peso (0,68 kg/día) y conversión alimenticia, kg (2,9).

Palabra clave: cerdos, análisis bromatológico, digestibilidad aparente, glicerina cruda.

ABSTRACT

OBJECTIVE. Determine the total apparent digestibility of diets for pigs in the growth phase, with different inclusions of crude glycerin in order to replace traditional energy sources, such as corn. **MATERIALS AND METHODS.** The experiment was carried out in the pig unit of the Barcelona farm and animal nutrition laboratory of the University of Los Llanos, at 465 meters above sea level, temperature 26 ° C, relative humidity 85% and annual rainfall 3568 mm. 25 mongrel pigs were used, average weight 25 ± 2.2 kg. They were distributed in a completely randomized experimental design with five treatments and five repetitions, five pigs per experimental unit, housed individually in metabolic cages. The treatments were in glycerin levels of 0, 5, 10, 15 and 20%. The experimental period was 15 days: twelve of adaptation to the metabolic cage and experimental rations, and three days for the collection of samples. The variables to evaluate were digestibility coefficient: dry matter, protein, fat, non-nitrogen extract, crude fiber, and % NDT; and calculations of: digestible energy, metabolizable energy, net maintenance energy and net production energy. For the analysis of results, the statistical package SPSS v19 was used, an analysis of variance (ANOVA) was performed with its TUKEY analysis as a post hoc test with a level of significance ($P > 0.05$), and correlation analysis. **RESULTS.** Mcal / kg metabolizable energy of glycerin dry matter 3.6 ± 0.5 . Digestibility coefficients of dry matter with different glycerin inclusions: T1 (0%,) 0.87, T2 (5%) 0.88, T3 (10%) 0.89, T4 (15%) 0.89, T5 (20%) 0.90. Protein digestibility coefficients with different glycerin inclusions: T1 (0%) 0.91, T2 (5%) 0.91, T3 (10%) 0.92, T4 (15%) 0.83, T5 (20%) 0.93. Digestibility coefficients of crude fiber with different glycerin inclusions: T1 (0%,) 0.71, T2 (5%) 0.72, T3 (10%) 0.78, T4 (15%) 0.78, T5 (20%) 0.80. Food conversion (kg) with different glycerin inclusions: T1 (0%,) 2.94, T2 (5%) 2.97, T3 (10%) 2.94, T4 (15%) 2.94, T5 (20%) 2.91. Day weight gain (kg) with different glycerin inclusions: T1 (0%,) 0.68, T2 (5%) 0.67, T3 (10%) 0.68, T4 (15%) 0.68, T5 (20%) 0.68. **CONCLUSIONS.** From the results it can be concluded that the inclusion of African palm glycerin partially replaces corn, in balanced diets for growing pigs, up to 20% can be taken in the diet, without detriment to the use of

metabolizable energy and weight gain (0.68 kg / day) and feed conversion, kg (2.9).

Key word: Pigs, bromatological analysis, apparent digestibility, crude glycerin

Degradabilidad *in vitro* de ensilajes de *Brachiaria decumbes* en asociación con otras especies

In vitro degradability of *Brachiaria decumbes* silages in association with other species

Edwin Jeovanny Murcia Rodriguez¹ Mónica Liseth Silva Quintero² & Roa Vega Maria Ligia³

¹ Medico Veterinario y Zootecnista Universidad de los Llanos

² Medico Veterinario y Zootecnista Universidad de los Llanos

³ Zootecnista Esp. MSc, Docente de la Universidad de los Llanos, Grupo de Investigación de Agroforesteria

edwin.murcia@unillanos.edu.co

monica.liseth.silva@unillanos.edu.co

ligiaroa2607@gmail.com

RESUMEN

INTRODUCCIÓN. La sequía intensa del piedemonte llanero, trae limitantes en la nutrición animal, causando pérdidas económicas a los productores sumado a los incrementos de costos de mantenimiento de los animales; los ensilajes son una forma de preservar alimentos de buena calidad, en donde las especies herbáceas y arbustivas toman fuerza por su rápida implementación y aporte nutricional, ayudando a un mantenimiento de la producción en esta época crítica, mejorando el rendimiento productivo de los animales. **OBJETIVO.** valorar la degradabilidad *in vitro* de ensilajes: *Brachiaria decumbes* (T1), y sus mezclas con: botón de oro (*Tithonia diversifolia*) (T2), veranera (*Cratylia argentea*) (T3) matarratón (*Gliricidia sepium*) (T4) y bore (*Alocasia macrorrhiza*) (T5), en una proporción 60:40 (gramínea: arbustiva). **MATERIALES Y MÉTODOS.** Esta investigación se realizó en el municipio de Villavicencio, en la granja de Universidad de los Llanos, sede Barcelona ubicada en el Km 12 vía Puerto López, Se recolectaron hojas, tallos y hojas juntos de algunas especies, de los forrajes en las áreas de la Universidad de los Llanos, como la gramínea *Brachiaria decumbens*, Botón de oro (*Tithonia diversifolia*), Veranera (*Cratylia argéntea*) Matarratón (*Gliricidia sepium*) y Bore

(*Alocasia macrorrhiza*), estas estaban en un estado de rebrote de 45 días, previamente podados por igual, para homogenizar las muestras, se picó el material en una pica pasto y una vez realizada la asociación de las especies, se ensilaron durante 30 días hojas y tallos de estas especies, a las muestras se les realizó: análisis nutricional y degradabilidad in vitro de: materia seca (DMS), fibra detergente neutro (DFDN), fibra detergente ácido (DFDA) y proteína total (DPT). La incubación (38°C) con líquido ruminal, solución tampón (Mc Dougall, 1948) aplicando CO₂ para simular condiciones anaeróbicas del rumen, utilizando dos equipos: ANKOM 200 y DK 20 digester. Los horarios de incubación fueron: 0, 6, 10, 24, 48 y 72 horas y posteriormente se realizó análisis nutricional. Comité de ética CO4-F01-007-2016. **RESULTADOS.** A las 72 horas la DMS y DPT fueron mayores ($p>0,05$) para T2: 78,0 y 83,0 % vs T5: 63,3 y 67,6 %, siendo superiores la DFDN y DFDA para T4: 59,8 y 59,5 % vs T5: 46,9 y 44,3 %). T2 demostró una alta fermentabilidad de MS y PT incrementándose la disponibilidad de nutrientes. Gonzales et al., 2014, argumentan que el botón de oro (*Tithonia diversifolia*) presenta una alta fermentabilidad de la materia seca y por tanto una rápida disponibilidad de nutrientes, Por lo cual es común asociarlo con gramíneas, para obtener mejores resultados. **CONCLUSIONES.** DMS y DPT degradación in vitro de la MS y PT registrada en T2 sugieren que mezclar *Brachiaria decumbens* con botón de oro 78,0 y 83,0 % en proporción 60:40, puede ser viable para periodos críticos.

Palabra clave: *Brachiaria decumbes*, microsilos, degradabilidad In vitro, herbáceas, arbustivas.

ABSTRACT

INTRODUCTION. The intense drought of the piedmont piedmont, brings limitations in animal nutrition, causing economic losses to the producers added to the increases in animal maintenance costs; Silages are a way of preserving good quality food, where herbaceous and shrub species take strength due to their rapid implementation and nutritional contribution, helping to maintain production at this critical time, improving the productive performance of animals. **OBJECTIVE.**

assess the in vitro degradability of silages: *Brachiaria decumbes* (T1), and mixtures with: gold button (*Tithonia diversifolia*) (T2), Veranera (*Cratylia argentea*) (T3) mataratón (*Gliricidia sepium*) (T4) and bore (*Alocasia macrorrhiza*) (T5), in a 60:40 ratio (grass: shrub). **MATERIALS AND METHODS.** This research was carried out in the municipality of Villavicencio, in the farm of Universidad de los Llanos, Barcelona headquarters located at Km 12 via Puerto López, leaves, stems and leaves were collected together of some species, from forages in the areas of the University of the plains, such as the *Brachiaria decumbens* grass, the Golden Button (*Tithonia diversifolia*), Veranera (*Cratylia argentea*) Matarratón (*Gliricidia sepium*) and Bore (*Alocasia macrorrhiza*), these were in a 45-day regrowth state, previously pruned by Likewise, to homogenize the samples, the material was chopped in a grass pit and once the species association was made, leaves and stems of these species were silaged for 30 days, the samples were performed: nutritional analysis and degradability in vitro of: dry matter (DMS), neutral detergent fiber (DFDN), acid detergent fiber (DFDA) and total protein (DPT). Incubation (38 ° C) with ruminal fluid, buffer solution (Mc Dougall, 1948) applying CO₂ to simulate anaerobic rumen conditions, using two devices: ANKOM 200 and DK 20 digester. The incubation schedules were: 0, 6, 10, 24, 48 and 72 hours and subsequently a nutritional analysis was performed. Ethics Committee CO4-F01-007-2016. **RESULTS:** At 72 hours the DMS and DPT were higher ($p > 0.05$) for T2: 78.0 and 83.0% vs. T5: 63.3 and 67.6%, the DFDN and DFDA being higher for T4: 59 , 8 and 59.5% vs. T5: 46.9 and 44.3%). T2 demonstrated a high fermentability of MS and PT increasing nutrient availability. Gonzales et al., 2014, argue that the gold button (*Tithonia diversifolia*) has a high fermentability of dry matter and therefore a quick availability of nutrients, so it is common to associate it with grasses, to obtain better results. **CONCLUSIONS:** DMS and DPT degradation in vitro of the MS and PT recorded in T2 suggest that mixing *Brachiaria decumbens* with gold button 78.0 and 83.0% in 60:40 ratio, may be viable for critical periods.

Keywords: *Brachiaria decumbes*, microsilos, degradability *In vitro*, herbaceous, shrubs.

Química sanguínea en pollos de engorde alimentados con harina de botón de oro (*Thitonia diversifolia*) en fase de finalización

Blood chemistry in broilers fed with gold button flour (*Thitonia diversifolia*) in completion

Litsy L. Gutiérrez-Castro ¹; Jose R Corredor-Matus ²; Maria Ligia Roa³

¹MVZ MSc Universidad de los Llanos, Grupo de Investigación de Agroforestería

²MVZ MSc y Z MSc Docente Universidad de los Llanos, Grupo de Investigación de Agroforestería

³Zootecnista, MSc, Docente Universidad de los Llanos, Grupo de Investigación de Agroforestería

litsy.gutierrez@unillanos.edu.co

jcorredor@unillanos.edu.co

mroa@unillanos.edu.co

RESUMEN

Introducción: La incorporación de fuentes de proteína de origen vegetal en la formulación de dietas para pollos de engorde, en los últimos años ha surgido como una alternativa nutricional que se establece como una necesidad para el desarrollo sostenible de la industria avícola a mediana y pequeña escala. Existe un amplio rango de especies arbóreas y arbustivas útiles para la alimentación animal, para diferentes propósitos productivos, como el botón de oro (*Thitonia diversifolia*), *utilizado en forma de harina*. El efecto de la dieta puede evaluarse a través de la homeostasis sanguínea que permite conocer el estado fisiológico del animal y comportamiento nutricional. **Objetivo:** Evaluar el efecto de 3 niveles dietéticos de Harina de Botón de Oro (HBO) 5,10 y 15%, sobre la química sanguínea como expresión fisiológica de la ración suministrada, en pollos de engorde en fase de finalización. **Métodos:** Un total de 300 pollos de engorde de 21 días de edad, ubicados en galpon de la granja Barcelona de la Universidad de los Llanos en Villavicencio, se distribuyeron en jaulas metabólicas de acuerdo a un diseño experimental completamente al azar en 4 tratamientos: control (T0), con harina de

botón de oro (5%, T1); (10%, T2), (15%, T3) y 5 repeticiones de 15 aves cada uno. Se evaluaron los parámetros sanguíneos a través de las concentraciones plasmáticas de glucosa (G), colesterol (C), triglicéridos (TGC), proteínas totales (PT), albúmina plasmática (AP), alanina amino transferasa (ALT), ácido úrico (AU), nitrógeno ureico (BUN), globulina (GLO), sodio (Na), potasio (K) y calcio (Ca).

Resultados: No se encontraron diferencias significativas entre tratamientos para las siguientes variables, cuyos valores de los controles fueron en promedio así: G: 145.9 ± 43.4 mg/dl; C: 138.7 ± 18.2 mg/dl; ALT : 17.8 ± 2.9 UI/L; AST: 223.3 ± 45.9 UI/L; BUN: 3.4 ± 2.0 mg/dl; PT: 3.2 ± 0.4 g/dl; AP : 1.9 ± 0.4 g/dl; GLO : 1.7 ± 0.5 g/dl; K⁺ : 4.9 ± 0.6 mEq/L y Ca²⁺: 7.8 ± 0.9 mEq/L. Se encontraron diferencias significativas en los parámetros de TGC (15% Vs Control): 70.8 ± 26.0^b vs 50.7 ± 9.1^a mg/dl; AU (15%): 2.9 ± 0.8^b vs 2.2 ± 0.4^a mg/dl y Na⁺ (10%) : 143.9 ± 2.0^b vs 141.5 ± 2.6^a mEq/L. La utilización de HBO en la alimentación de pollos de engorde a niveles de hasta el 15%, no ocasionó modificaciones en el 77% de las variables estudiadas. Las variaciones en las variables TGC, AU y Na⁺ pueden atribuirse a los porcentajes más elevados de HBO utilizados. **Conclusiones:** Este estudio indica la factibilidad de incluir este recurso vegetal como una fuente adecuada de proteína vegetal en raciones balanceadas para pollo de engorde.

Palabras Clave: Bioquímica plasmática; aves de corral; botón de oro; nutrición animal; proteína vegetal.

ABSTRACT

Introduction: The incorporation of sources of protein of vegetable origin in the formulation of diets for broilers, in recent years has emerged as a nutritional alternative that is established as a necessity for the sustainable development of the poultry industry at medium and small scale. There is a wide range of tree and shrub species useful for animal feed, for different productive purposes, such as the golden button (*Thitonia diversifolia*), used in the form of flour. The effect of the diet can be evaluated through blood homeostasis that allows to know the physiological

state of the animal and nutritional behavior. **Objective:** To evaluate the effect of 3 dietary levels of Golden Button Flour (HBO) 5.10 and 15%, on blood chemistry as a physiological expression of the ration supplied, in broilers in the final phase. **Methods:** A total of 300 21-day-old broilers, located in a barn of the Barcelona farm of the University of Los Llanos in Villavicencio, were distributed in metabolic cages according to a completely randomized experimental design in 4 treatments: control (T0), with gold button flour (5%, T1); (10%, T2), (15%, T3) and 5 repetitions of 15 birds each. Blood parameters were evaluated through plasma concentrations of glucose (G), cholesterol (C), triglycerides (TGC), total proteins (PT), plasma albumin (AP), alanine amino transferase (ALT), uric acid (AU), urea nitrogen (BUN), globulin (GLO), sodium (Na), potassium (K) and calcium (Ca). **Results:** No significant differences were found between treatments for the following variables, whose control values were on average as follows: G: 145.9 ± 43.4 mg / dl; C: 138.7 ± 18.2 mg / dl; ALT: 17.8 ± 2.9 IU / L; AST: 223.3 ± 45.9 IU / L; BUN: 3.4 ± 2.0 mg / dl; PT: 3.2 ± 0.4 g / dl; AP: 1.9 ± 0.4 g / dl; GLO: 1.7 ± 0.5 g / dl; K +: 4.9 ± 0.6 mEq / L and Ca + 2: 7.8 ± 0.9 mEq / L. Significant differences were found in the TGC parameters (15% Vs Control): $70.8 \pm 26.0b$ vs $50.7 \pm 9.1a$ mg / dl; AU (15%): $2.9 \pm 0.8b$ vs $2.2 \pm 0.4a$ mg / dl and Na + (10%): $143.9 \pm 2.0b$ vs $141.5 \pm 2.6a$ mEq / L. The use of HBO in the feeding of broilers at levels of up to 15%, did not cause changes in 77% of the variables studied. Variations in the TGC, AU and Na + variables can be attributed to the highest percentages of HBO used. **Conclusions:** This study indicates the feasibility of including this vegetable resource as an adequate source of vegetable protein in balanced rations for broilers.

Keywords: Plasma biochemistry; poultry; gold button; animal nutrition; vegetal protein.

Linfoma multicéntrico con presencia de células multinucleadas en un felino de la ciudad de Villavicencio: Reporte de caso

Multicentric lymphoma with the presence of multinucleated cells in a feline in the city of Villavicencio: Case report

Torres Hernandez Alexander¹, Salgado Ruiz Stiven¹ & Eslava Mocha Pedro Rene²

¹Estudiante de Medicina Veterinaria y Zootecnia Universidad de los Llanos,

²MV; M.Sc. Profesor Asociado, Universidad de los Llanos, IALL, Villavicencio, Meta.

brayan.torres@unillanos.edu.co

jefersson.salgado@unillanos.edu.co

pedro.eslava@unillanos.edu.co

RESUMEN

Se describe un caso clínico de un felino con linfoma multicéntrico y presencia de células multinucleadas; El paciente de 4 años presentó: vómito con vocalizaciones, linfadenomegalia submandibular, dolor abdominal a la palpación, dificultad respiratoria , se tomó muestra de sangre para cuadro hemático y bioquímica sanguínea, se instauró un protocolo de Dipirona: 20 mg/kg, Tramadol: 2mg/kg fluidoterapia: 60 ml/kg/día, Ranitidina: 2 mg/kg .Y se realizó una ecografía en la cual se evidenció una masa a nivel del intestino delgado. Murió 3 horas después de iniciado el tratamiento. Tratándose de un ejercicio de indagación del aula de Patología Sistémica del programa de MVZ de la Unillanos, en este caso se discuten los hallazgos anatomopatológicos macro y micro, los posibles agentes causales de la presentación de linfomas en felinos, la necesidad de efectuar biopsias confirmatorias y marcadores inmunohistoquímicos , con el propósito de acertar en el pronóstico y establecer las correctas formas de manejo de pacientes con linfoma.

Palabras claves: Linfoma felino, células multinucleadas, multicéntrico, neoplasias en felinos.

ABSTRACT

A clinical case of a feline with multicentric lymphoma and presence of multinucleated cells is described; The 4-year-old patient presented: vomiting with vocalizations, submandibular lymphadenomegaly, abdominal pain on palpation, respiratory difficulty, blood samples were taken for blood count and blood biochemistry, a Dipirone protocol was established: 20 mg / kg, Tramadol: 2 mg / kg of fluid therapy: 60 ml / kg / day, Ranitidine: 2 mg / kg. And an ultrasound was performed that showed a mass at the level of the small intestine. He died 3 hours after starting treatment. In the case of a research exercise in the systemic pathology classroom of the Unillanos MVZ program, in this case the macro and micropathological findings, the possible causative agents of the presentation of lymphomas in felines, the need for confirmatory biopsies and immunohistochemical markers, with in order to correct the prognosis and establish the correct ways to manage patients with lymphoma.

Keywords: feline lymphoma, multinucleated cells, multicentric feline neoplasms.

Descripción Histológica del Sistema Reproductor de la Hembra de Chucha Común (*Didelphis marsupialis*)

Histological Description of the Reproductive System of the Common Chucha Female (*Didelphis marsupialis*)

Javier G Cadena B¹, MVZ; Gustavo G González P², MV, Esp; Maritza Medina R³, MVZ, Esp; Nury Trujillo C⁴, Lic. Bio, MV, Esp, MSc.
Escuela de Ciencias Animales; Programa de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Universidad de los Llanos, Villavicencio, Colombia).
javier.cadena@unillanos.edu.co

RESUMEN

INTRODUCCIÓN La *Didelphis marsupialis*, es conocida como chucha común o fara, es un mamífero del orden *Didelphimorphia* que comprende la mayoría de los marsupiales americanos, estos animales son considerados fundamentales en la dinámica de ecosistemas por su papel como controlador de poblaciones de roedores e insectos, en cuanto a sus características poblacionales pueden ser reservorio de patógenos zoonóticos lo que implica su participación como factor epidemiológico clave en el ciclo de transmisión de la enfermedad de Chagas y la Leishmaniasis. Actualmente, la información disponible sobre esta especie es escasa, especialmente en áreas como la morfología microscópica del sistema reproductivo. **OBJETIVO** aportar información científica básica de la histología del sistema reproductor de la hembra de la chucha común (*D. marsupialis*), que servirá como base para futuros estudios en otras áreas como reproducción, patología y la medicina interna de este marsupial. **MATERIALES Y MÉTODOS** El estudio se llevó a cabo en la Universidad de los Llanos, ubicada en el kilómetro 12 vía a Puerto López, en el Departamento del Meta (Colombia), en el Laboratorio de Histopatología de la Escuela de Ciencias Animales de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales. Se utilizaron tejidos previamente fijados en

formalina bufferada al 10% de un ejemplar adulto, hembra de la especie *Didelphis marsupialis* que fueron procesadas en el Laboratorio de Histopatología Veterinaria de la Universidad de los Llanos por los métodos de rutina para tinción de hematoxilina y eosina, como se reportó por Carvajal en 1970. **RESULTADOS** El ovario de la chucha común (*D. marsupialis*) presenta forma ovoide, con una corteza y médula, en la superficie externa está recubierto por un epitelio simple plano; la médula contiene numerosos vasos sanguíneos y linfáticos con tejido conectivo laxo y algunas fibras de músculo liso. La mucosa de cérvix está formada por múltiples pliegues de diferente tamaño, tapizado por un epitelio psuedoestratificado cilíndrico con presencia de cilias y vacuolas. La mucosa de la vagina de la *D. marsupialis* forma pliegues grandes tapizados por un epitelio escamoso estratificado queratinizado, seguida por la túnica muscular y la adventicia. El seno urogenital de la chucha común consta de mucosa, submucosa y túnica muscular. La cloaca de la *D. marsupialis* está recubierta por un epitelio escamoso estratificado queratinizado, la dermis superficial contiene anexos como folículos pilosos y las glándulas sebáceas, de estas últimas es importante recalcar que se distribuye incluso desde la dermis profunda. **CONCLUSIONES.** El ovario de la *D. Marsupialis* presento la misma organización y estructura descrita en mamíferos y otros marsupiales. Histologicamente el oviducto presento estructura y características similares como son pliegues en la mucosa, tunica muscular y serosa descritos en roedores y otros mamíferos. En el utero a diferencia de otras especies los pliegues de la mucosa son de mayor tamaño y más evidentes, las otras estructuras histológicas son similares al compararlas con otros mamíferos domésticos. En los genitales externos de la chucha comun la característica mas relevante fue la ubicación mas profunda de las glandulas sudoriparas en la dermis al compararla con otras especies de didelphidos.

Palabras clave: marsupial, histología, reproductivo.

ABSTRACT

INTRODUCTION *Didelphis marsupialis*, known as common chucha or fara, is a mammal of the order Didelphimorphia comprising most American marsupials, these animals are considered fundamental in the dynamics of ecosystems for their role as controlling populations of rodents and insects, in terms of their population characteristics can be reservoir of zoonotic pathogens implying their participation as an epidemiological factor key to the cycle of transmission of Chagas disease and Leishmaniasis. Currently, the information available on this species is scarce, especially in areas such as the microscopic morphology of the reproductive system. **OBJECTIVE** to provide basic scientific information on the histology of the reproductive system of the female of the common chucha (*D. marsupialis*), which will serve as the basis for future studies in other areas such as reproduction, pathology and internal medicine of this marsupial. **MATERIALS AND METHODS** The study was carried out at the University of the Llanos, located at kilometer 12 via Puerto López, in the Department of Meta (Colombia), in the Laboratory of Histopathology of the School of Animal Sciences of the Faculty of Sciences Agriculture and Natural Resources. Previously fixed tissues in formol buffered to 10% of an adult specimen, female of the species *Didelphis marsupialis* that were processed in the Histopathology Laboratory Veterinary histopathology of the University of the Plains by routine methods for tintion of hematoxylin and eosin, as reported by Carvajal in 1970. **RESULTS** The ovary of the common chucha (*D. marsupialis*) has an ovoid shape, with a cortex and marrow, on the outer surface is coated by a simple flat epithelium; the marrow contains numerous blood and lymph vessels with lax connective tissue and some smooth muscle fibers. The mucosa of cervix is formed by multiple folds of different size, covered by a cylindrical psuedoesttified epithelium with presence of cilia and vacuolas. The mucosa of the vagina of *D. marsupialis* forms large folds upholstered by a keratinized stratified stratified epithelium, followed by the muscular tunic and adventity. The urogenital sinus of the common sucker consists of mucosa, submucosa and muscular tunic. The sewer of *D. marsupialis* is coated by a keratinized stratified squamosque epithelium, the surface dermis contains annexes as hair follicles and the

sebaceous glands, of the latter it is important to emphasize that it is distributed even from the dermis deep. **CONCLUSIONS** The ovary of *D. Marsupialis* presented the same organization and structure described in mammals and other marsupials. Historically the oviduct presented similar structure and characteristics such as folds in the mucosa, muscular tunica and weed described in rodents and other mammals. In the utero unlike other species the mucous membrane folds are larger and more evident, the other histological structures are similar when compared to other domestic mammals. In the external genitalia of the chucha the most relevant feature was the deeper location of the sweat glands in the dermis when compared to other species of didelphidos.

Key words: marsupial, histology, reproductive.

Efecto de los probióticos en la producción de moco y área de la cripta intestinal en pollos de engorde

Effect of probiotics on the production of mucus and intestinal crypt area in broilers

Julieta Esperanza Ochoa Amaya¹, José Ricardo Corredor Matus², María Ligia Roa Vega³ ¹MVZ, MSc, PhD, Docente Universidad de los Llanos, Grupo de Investigación GRIPADS

²MVZ, MSc, Docente Universidad de los Llanos, Grupo de Investigación GRIPADS

³Zootecnista, MSc, Docente Universidad de los Llanos, Grupo de investigación AGROFORESTERIA

jcorredor@unillanos.edu.co

RESUMEN

Introducción: Existe una clara necesidad de alternativas seguras para promotores de crecimiento en la industria avícola diferentes a los antibióticos. Una de estas alternativas eficaces en la producción animal son los probióticos. Tienen el potencial de reducir las enfermedades entéricas, mejorar el desempeño de pollos y disminuir la contaminación de productos avícolas. También permiten establecer y controlar la microflora benéfica y disminuir paulatinamente la patógena.

Objetivo: Evaluar el efecto de los probióticos sobre la densidad de la capa de mucina intestinal mediante marcación de las células caliciformes, utilizando tinción de ácido peryódico de Shiff (PAS) y sobre el área de las criptas en pollos de engorde suplementados con probióticos. **Metodos:** Se obtuvieron muestras intestinales de pollos de engorde que fueron suplementados con los probióticos *Saccharomyces cerevisiae* (SC); *Lactobacillus acidophilus* (LA), *Bacillus subtilis* (BS) y mezcla de SC+LA+BS. Las muestras intestinales fueron procesadas por los métodos de rutina para microscopía de luz y secciones histológicas (3-4 µm de grosor) fueron utilizadas para evaluar la densidad de la capa de mucina intestinal mediante marcación de las células caliciformes, utilizando tinción de PAS para detectar la producción de moco. La medición del área de la cripta se determinó

con el cálculo del diámetro transverso y longitudinal de la cripta. Se realizaron pruebas paramétricas y no paramétricas de “t” para muestras no pareadas. **Resultados:** Los grupos probióticos presentaron una mayor producción de moco en duodeno ($p= 0,0480$) ($14,48 \pm 1,642$) % vs control ($8,674 \pm 0,9708$) %, en yeyuno ($p= 0,0480$) ($18,02 \pm 1,482$) % vs control ($11,50 \pm 1,681$)% y una mayor área de la cripta en duodeno ($p=0,0189$) ($3239 \pm 209,9$) μm^2 vs control ($2140 \pm 340,2$) μm^2 ; y en yeyuno ($p=0,0068$) ($3738 \pm 350,5$) μm^2 vs control ($2243 \pm 202,4$) μm^2 . No se encontraron diferencias estadísticas en el íleon con relación a la producción de moco y al área de la cripta. El tratamiento con los probióticos aumentó la producción de moco y el área de la cripta de las vellosidades intestinales del duodeno y yeyuno. No se generaron efectos en estas variables en el íleon. La mayor área intestinal y actividad de las criptas duodenales y del yeyuno con el uso de los probióticos aseguraría a la vez una mayor acción enzimática y área de absorción de nutrientes, lo que deberá reflejarse en un mayor rendimiento en canal. **Conclusiones:** El uso de probióticos como suplemento en la dieta de pollos de engorde, generó modificaciones en la producción de moco y el área de la cripta intestinal, lo que favorece el proceso digestivo en pollos de engorde.

Palabras clave: Caliciformes, mucina, duodeno, yeyuno, *Saccharomyces cerevisiae*, *Lactobacillus acidophilus*

ABSTRACT

Introduction: There is a clear need for safe alternatives for growth promoters in the poultry industry other than antibiotics. One of these effective alternatives in animal production are probiotics. They have the potential to reduce enteric diseases, improve chicken performance and decrease contamination of poultry products. They also allow to establish and control the beneficial microflora and gradually reduce the pathogen. **Objective:** To evaluate the effect of probiotics on the density of the intestinal mucin layer by marking the goblet cells, using Schiff's periodic acid staining (PAS) and on the area of the crypts in broilers supplemented

with probiotics. **Methods:** Intestinal samples were obtained from broilers that were supplemented with the *Saccharomyces cerevisiae* (SC) probiotics; *Lactobacillus acidophilus* (LA), *Bacillus subtilis* (BS) and mixture of SC + LA + BS. Intestinal samples were processed by routine methods for light microscopy and histological sections (3-4 μm thick) were used to assess the density of the intestinal mucin layer by marking goblet cells, using PAS staining to detect Mucus production. The measurement of the area of the crypt was determined by calculating the transverse and longitudinal diameter of the crypt. Parametric and non-parametric "t" tests were performed for unpaired samples. **Results:** The probiotic groups had a greater production of mucus in the duodenum ($p = 0.0480$) (14.48 ± 1.642)% vs. control (8.674 ± 0.9708)%, in jejunum ($p = 0.0480$) ($18,02 \pm 1,482$)% vs. control ($11.50 \pm 1,681$)% and a larger area of the crypt in the duodenum ($p = 0.0189$) (3239 ± 209.9) μm^2 vs control (2140 ± 340.2) μm^2 ; and in jejunum ($p = 0.0068$) (3738 ± 350.5) μm^2 vs control (2243 ± 202.4) μm^2 . No statistical differences were found in the ileum in relation to mucus production and the area of the crypt. Treatment with probiotics increased mucus production and the crypt area of the intestinal villi of the duodenum and jejunum. No effects were generated on these variables in the ileum. The greater intestinal area and activity of the duodenal and jejunal crypts with the use of probiotics would ensure both greater enzymatic action and nutrient absorption area, which should be reflected in a greater carcass yield. **Conclusions:** The use of probiotics as a supplement in the diet of broilers, generated changes in the production of mucus and the area of the intestinal crypt, which favors the digestive process in broilers.

Keywords: Goblet, mucin, duodenum, jejunum, *Saccharomyces cerevisiae*, *Lactobacillus acidoph*

Estudio serológico de *Neospora caninum* en perros del área urbana y rural del municipio de cumaral, meta.

Serological study of *Neospora caninum* in dogs from the urban and rural area of the municipality of Cumaral, meta.

Paula Sofía Méndez Ramírez¹ & Julián Alberto Marín Henao²

¹Médico Veterinario y Zootecnista de la Universidad de los Llanos.

²Médico Veterinario y Zootecnista de la Universidad de los Llanos.

paula.mendez.ramirez@unillanos.edu.co

julian.marin@unillanos.edu.co

RESUMEN

Actualmente la neosporosis es una enfermedad de gran importancia en el contexto mundial de la Medicina Veterinaria. Es responsable de grandes pérdidas económicas en las ganaderías debido a las patologías reproductivas que ocasiona, y puede llegar a ser mortal en perros principalmente jóvenes. En Colombia se han realizado pocos estudios especialmente de tipo serológico en caninos. Por lo anterior el presente estudio tuvo como objetivo obtener evidencia serológica de la prevalencia de *Neospora caninum* en caninos del área urbana y rural del municipio de Cumaral, en el departamento del Meta, donde las condiciones climáticas como temperatura y alta humedad, genera un medio ambiente propicio para incrementar el riesgo de infección a *Neospora caninum*. Con tal propósito, se colectaron de manera sectorizada y aleatoria (n=222) sueros caninos de diferente edad, sexo, raza y estado reproductivo, se analizaron mediante la técnica de Inmunofluorescencia Indirecta, considerada la técnica de referencia para la detección de *Neospora caninum* (Palavicini; 2007). Junto al muestreo se realizó una encuesta epidemiológica para determinar los factores de riesgo (raza edad, sexo, manejo, estado general de salud, etc.). La relación entre la seroprevalencia y las variables evaluadas se determinó mediante una prueba de chi cuadrado. El 36,9% (82/222) presentó anticuerpos contra el parásito. En la

zona urbana el 38,4% (43/112) y en la zona rural 25,5% (39/110). La prueba de chi cuadrado no demostró estadística significativa para ningún factor evaluado ($p > 0,05$). Con los resultados obtenidos se concluye la presencia del parásito *Neospora caninum* en el municipio de Cumaral, y se sugiere una transmisión del parásito entre el perro y el ganado de acuerdo con una mayor exposición a las fuentes ambientales de infección.

Palabras claves: *Neospora caninum*, Inmunofluorescencia indirecta, caninos, situación epidemiológica.

ABSTRACT

Currently, neosporosis is a disease of great importance in the global context of Veterinary Medicine. It is responsible for large economic losses in livestock because the reproductive pathologies that it produces in the other hand it can be fatal in mainly young dogs. In Colombia, few serological studies have been carried out in canines. Therefore, the goal to the present study aimed to obtain serological evidence of the prevalence of *Neospora caninum* in canines from the urban and rural areas of the municipality of Cumaral, in the department of Meta, where climatic conditions such as temperature and high humidity generate an environment that to increase the risk of infection to *Neospora caninum*. For this purpose, they were collected in a sectorized and random sampling (n=222) canine serum of different age, sex, race and reproductive status were analyzed using the Indirect Immunofluorescence technique, considered the reference technique for the detection of *Neospora caninum* (Palavicini, 2007). Associated with the sampling we carry out an epidemiological survey to determine the risk factor (breed, age, sex, management, general health status, etc.). The relationship between seroprevalence and the evaluated variables are determined by a chi-squared test. The 36.9% (82/222) presented antibodies against the parasite. In the urban area, 38.4% (43/112) and in the rural area 25.5% (39/110). The chi-squared test did not show significant statistics for any factor evaluated ($p > 0.05$). The results obtained conclude the presence of the parasite *Neospora caninum* in the municipality of

Cumaral and suggests a transmission of the parasite between the dog and the cattle according to a greater exposure to environmental sources of infection.

Key words: *Neospora caninum*, indirect immunofluorescence, canines, epidemiological situation.

Circovirus porcino tipo 2 (PCV 2) y factores de riesgo en granjas de pequeños productores en municipios del Meta, Colombia

Swine circovirus type 2 (PCV 2) and risk factors in smallholder farms in municipalities of Meta and Casanare, Colombia

Sefair Anzola Rozo¹ Jorge Luis Parra Arango², Agustín Góngora Orjuela³

¹Magister en Sistemas Sostenibles de Salud-Producción Animal Tropical ²MV, MSc, Docente Universidad de los Llanos, Grupo de Investigación en Reproducción y Genética Animal.

³MV, MSc, Dr.Sci Docente Universidad de los Llanos, Grupo de Investigación en Reproducción y Genética Animal.

sefamvz76@gmail.com

jlparra@unillanos.edu.co

agongora@unillanos.edu.co

RESUMEN

INTRODUCCIÓN. Circovirus porcino-2 (PCV-2) es un virus DNA desnudo, asociado a síndrome de desgaste multisistémico posdesdete, dermatitis, nefropatía, neumonía y desórdenes digestivos y reproductivos e inmunodepresión.

OBJETIVO. Identificar mediante pruebas serológicas la presencia de PCV2 e identificar factores de riesgo asociados a la infección en municipios del Meta, Colombia.

MATERIALES Y MÉTODOS. Se hizo estudio epidemiológico transversal a PCV-2 en pequeñas piaras del municipio de Acacías y Guamal, departamento del Meta, Colombia, para cuantificar magnitud y distribución. Se seleccionaron 10 piaras por conveniencia, con dos niveles de muestreo en predios, por población y por grupos etarios. Además se analizaron otro grupo de muestras de animales a nivel de frigorífico. Los sueros se congelaron a -70 °C, hasta correrles dos pruebas de Elisa de bloqueo, para IgM e IgG a PCV-2. Se levantó una encuesta breve sobre infraestructura, manejo, salud y producción por piara. La seroprevalencia se determinó con los reactores a IgG por encima del

punto de corte, de acuerdo a instrucciones del fabricante. El contraste entre las densidades ópticas (DO) de IgG e IgM, clasificó los animales con: infección activa, infección reciente, infección antigua y seronegativos. La asociación entre, seroprevalencia con predio, sexo, grupos etáreos y clasificación serológica, se hizo por χ^2 de independencia. Los factores asociados a la seroprevalencia y de ésta con variables de salud y reproducción, se determinó por razón de prevalencias (RP) e intervalos de confianza de RP (ICRP) mediante el software epidat 3.1. **RESULTADOS.** La seroprevalencia a IgM e IgG contra PCV-2 fue: 14,8 y 69,6%, siendo significativamente diferentes ($p < 0,01$). El sexo no influyó La seroprevalencia, siendo: machos 5,4% y hembras 25% ($p > 0,05$); el grupo etáreo fue independiente de la seroprevalencia ($p > 0,05$) siendo: Lactantes 61,1%, destetos: 72,7, cerdas en lactancia 85,7%, Cerdas gestantes 72,7%, cerdo(a)s en ceba 70,6% y reproductores 50% ($p > 0,05$). La piara influyó significativamente la respuesta serológica a PCV-2 ($p < 0,01$) con un rango de seropositivos entre 15,4% y 100%. La clasificación serológica fue: infección activa 2/135 = 1,5 %; Infección reciente 18/135= 13,3%, Infección antigua 75/135= 55,6 y seronegativos 40/135= 29,6%, esta distribución fue independiente del grupo etáreo ($p > 0,05$). La población del predio: (≥ 95 cerdos), la no colecta sistemática de estiércol ($p < 0,01$), la presencia de otras especies pecuarias como: Bovinos y equinos ($p < 0,01$), animales de compañía: felinos ($p < 0,01$) y la aplicación de vacunas contra mycoplasmosis y *E. coli* ($p < 0,01$), fueron factores causales asociados a la seroprevalencia en piaras, así: Población del predio: RP= 1,51 Li= 1,14 Ls= 2,01; la no colecta sistemática de estiércol: RP= 1,39 Li= 1,13 Ls= 1,71; presencia de ganadería bovina: RP= 1,4 Li= 1,18 Ls = 1,68 ; presencia de equinos: 1,4 Li= 1,14; Ls = 1,67; presencia de gatos domésticos: RP= 3,4 Li= 1,67; Ls = 6,81; aplicación de vacuna contra micoplasma: RP= 1,4 Li= 1,12 Ls = 1,85 y la aplicación de vacuna contra *E. coli*: RP= 1,3 Li= 1,01 Ls = 1,72. La seropositividad a PCV-2, no se encontró asociada a enflaquecimiento, diarreas, abortos y momias, ($p > 0,05$), pero si a la repetición de servicios, descarte por repetición de servicios y por bajo número de lechones ($p < 0,01$). La seroprevalencia fue factor causal asociado a: Repetición de servicios: RP= 11,26 Li= 1,58; Ls = 80,26; descarte por repetición

de servicios: RP= 1,18 Li= 0,99; Ls = 1,41 y descarte por bajo número de lechones: RP= 4,7 Li= 2,22; Ls = 9,94. **CONCLUSIONES.** PCV-2, es entidad patológica, establecida en piaras de pequeños productores del Piedemonte Llanero con efectos en salud y producción.

Palabra clave: factores de riesgo, Circovirus porcino 2, estudio transversal, epidemiología.

ABSTRACT

INTRODUCTION. Porcine-2 circovirus (PCV-2) is a naked DNA virus, associated with post-weaning multisystemic wear syndrome, dermatitis, nephropathy, pneumonia and digestive and reproductive disorders and immunosuppression.

OBJECTIVE. Identify the presence of PCV2 through serological tests and identify risk factors associated with infection in municipalities of Meta. **MATERIALS AND**

METHODS. A cross-sectional epidemiological study of PCV-2 was carried out in small piaras in the municipality of Acacías and Guamal, department of Meta, Colombia, to quantify magnitude and distribution. Ten piaras were selected for convenience, with two levels of sampling on land, by population and by age groups. In addition, another group of animal samples was analyzed at the refrigerator level. The sera were frozen at -70 °C, until they were run two tests of Elisa blocking, for IgM and IgG to PCV-2. A brief survey on infrastructure, management, health and production by piara was carried out. Seroprevalence was determined with the IgG reactors above the cut-off point, according to the manufacturer's instructions. The contrast between the optical densities (OD) of IgG and IgM, classified the animals with: active infection, recent infection, old infection and seronegative. The association between seroprevalence with land, sex, age groups and serological classification was made by χ^2 of independence. The factors associated with seroprevalence and the latter with health and reproduction variables, were determined by prevalence (RP) and RP confidence intervals (ICRP) using epidat 3.1 software **RESULTS.** The seroprevalence to IgM and IgG

against PCV-2 was: 14.8 and 69.6%, being significantly different ($p < 0.01$). Sex did not influence seroprevalence, being: males 5.4% and females 25% ($p > 0.05$); the age group was independent of seroprevalence ($p > 0.05$) being: Infants 61.1%, weaning: 72.7, sows in lactation 85.7%, pregnant sows 72.7%, pig (s) in baits 70.6% and breeders 50% ($p > 0.05$). The piara significantly influenced the serological response to PCV-2 ($p < 0.01$) with a seropositive range between 15.4% and 100%. The serological classification was: active infection 2/135 = 1.5%; Recent infection 18/135 = 13.3%, Old infection 75/135 = 55.6 and seronegative 40/135 = 29.6%, this distribution was independent of the age group ($p > 0.05$). The population of the farm: (≥ 95 pigs), the systematic non-collection of manure ($p < 0.01$), the presence of other livestock species such as: Bovines and horses ($p < 0.01$), pets: felines ($p < 0.01$) and the application of vaccines against mycoplasmosis and *E. coli* ($p < 0.01$), were causal factors associated with seroprevalence in herds, as follows: Population of the property: RP = 1.51 Li = 1, 14 Ls = 2.01; non-systematic collection of manure: RP = 1.39 Li = 1.13 Ls = 1.71; presence of cattle: RP = 1.4 Li = 1.18 Ls = 1.68; presence of horses: 1.4 Li = 1.14; Ls = 1.67; presence of domestic cats: RP = 3.4 Li = 1.67; Ls = 6.81; Mycoplasma vaccine application: RP = 1.4 Li = 1.12 Ls = 1.85 and the *E. coli* vaccine application: RP = 1.3 Li = 1.01 Ls = 1.72. The seropositivity to PCV-2 was not found associated with thinning, diarrhea, abortions and mummies, ($p > 0.05$), but if the repetition of services, discard by repetition of services and by low number of piglets ($p < 0.01$). Seroprevalence was a causal factor associated with: Repetition of services: RP = 11.26 Li = 1.58; Ls = 80.26; discard by repetition of services: RP = 1.18 Li = 0.99; Ls = 1.41 and discard by low number of piglets: RP = 4.7 Li = 2.22; Ls = 9.94. **CONCLUSIONS** PCV-2, is a pathological entity, established in piaras of small producers of Piedemonte Llanero with effects on health and production.

Key words: **Palabra clave:** risk factors, PCV2, cross-sectional study, epidemiology.

Efectos de la adición de probióticos en la morfología intestinal en pollos de engorde

Effects of addition of probiotics in intestinal morphology in broilers

Owens J Barros Barrios¹, Est Med Vet Zoo; Julieta E Ochoa Amaya¹, Med Vet Zoot, MsC, PhD; José R Corredor Matus¹, Med Vet Zoot, MSc; Gustavo González Paya¹, Med Vet , Esp; Maria L Roa Vega², Zoot, MSc

*Proyecto “Efectos de la adición de probióticos de la morfología intestinal en pollos de engorde” financiado por DGI Universidad de los Llanos. ¹Grupo de Investigación en Patología en Animales domésticos y silvestres (GRIPADS), Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Universidad de los Llanos, Villavicencio, Colombia. ²Grupo de investigación en Agroforestería, Universidad de los Llanos, Villavicencio, Colombia.

owens.barros@unillanos.edu.co

RESUMEN

INTRODUCCIÓN: Existe una clara necesidad de alternativas seguras para promotores de crecimiento en la industria avícola diferentes a los antibióticos. Una de estas alternativas eficaces en la producción animal son los probióticos. Tienen el potencial de reducir las enfermedades entéricas, mejorar el desempeño de pollos y disminuir la contaminación de productos avícolas. **OBJETIVOS:** Se estudió el efecto de probióticos sobre la morfometría intestinal. Fue cuantificada en porcentaje (%) la capa de mucina intestinal y las áreas de las criptas en el intestino delgado, en pollos de engorde suplementados con probióticos y sus controles. **MATERIALES Y MÉTODOS:** Se trabajaron dos grupos experimentales, el Grupo Control (GC) correspondiente al tratamiento 1 (T1) sin probióticos y Grupo Probióticos (GP) que agrupa los tratamientos: T2 con *Saccharomyces cerevisiae* (SC), T3 con *Lactobacillus acidophilus* (LA), T4 con *Bacillus subtilis* (BS) y T5 con una mezcla de SC+LA+BS. Las muestras intestinales fueron procesadas por los métodos de rutina para microscopía de luz y se realizaron secciones histológicas. La longitud de la vellosidad en las diferentes porciones del intestino delgado fue calculada midiendo la distancia entre la punta de la

vellosidad y su base, excluyendo la cripta. Por cada sección intestinal se realizaron cinco mediciones, se promediaron y el área de la vellosidad se calculó así: Área de vellosidad = (Ancho basal + ancho apical) x altura de la vellosidad. Para evaluar la capa de mucina intestinal mediante marcación de células caliciformes, fue utilizada tinción de PAS para la producción de moco (%). La medición del área de la cripta se determinó con el cálculo del diámetro transversal y longitudinal de la cripta. Se realizaron pruebas paramétricas y no paramétricas de "t" para muestras no pareadas. **RESULTADOS:** los grupos probióticos presentaron una mayor área ($p=0,0127$) (368700 ± 47170) μm^2 vs control (200300 ± 10910) μm^2 ; ancho basal $p=0,0049$ ($155,4 \pm 13,90$) μm vs control ($103,9 \pm 8,74$) μm ; ancho apical ($p= 0,0024$) ($90,62 \pm 5,205$) μm vs control ($61,13 \pm 4,490$) μm en el duodeno. No se encontraron diferencias estadísticas en el yeyuno e íleon. El tratamiento con los probióticos aumentó el área total, ancho basal y apical de la vellosidad intestinal duodenal. Los grupos probióticos presentaron una mayor producción de moco en duodeno ($p= 0,0480$) ($14,48 \pm 1,642$) % vs control ($8,674 \pm 0,9708$) %, en yeyuno ($p= 0,0480$) ($18,02 \pm 1,482$) % vs control ($11,50 \pm 1,681$) % y una mayor área de la cripta en duodeno ($p=0,0189$) ($3239 \pm 209,9$) μm^2 vs control ($2140 \pm 340,2$) μm^2 ; y en yeyuno ($p=0,0068$) ($3738 \pm 350,5$) μm^2 vs control ($2243 \pm 202,4$) μm^2 . No se encontraron diferencias estadísticas en el íleon con relación a la producción de moco y al área de la cripta. **CONCLUSIONES:** El uso de probióticos modificó la morfometría intestinal duodenal, en las áreas, anchos basales y apicales. No se generaron efectos en yeyuno e íleon. No hubo cambios en la longitud de las vellosidades de duodeno, yeyuno e íleon con respecto a su control. El tratamiento con los probióticos aumentó la producción de moco y el área de la cripta de las vellosidades intestinales del duodeno y yeyuno.

Palabra clave: Pollos de engorde, probióticos, histomorfología intestinal

ABSTRACT

INTRODUCTION: There is a clear need for safe alternatives for growth promoters in the poultry industry other than antibiotics. One of these effective alternatives in animal production are probiotics. They have the potential to reduce enteric diseases, improve chicken performance and decrease contamination of poultry products. **OBJECTIVES:** The effect of probiotics on intestinal morphometry was studied. The intestinal mucin layer and the crypt areas in the small intestine, in broilers supplemented with probiotics and their controls, were quantified in percentage (%). **MATERIALS AND METHODS:** Two experimental groups, the Control Group (GC) corresponding to treatment 1 (T1) without probiotics and Probiotic Group (GP) that groups the treatments: T2 with *Saccharomyces cerevisiae* (SC), T3 with *Lactobacillus acidophilus* (LA)), T4 with *Bacillus subtilis* (BS) and T5 with a mixture of SC + LA + BS. Intestinal samples were processed by routine light microscopy methods and histological sections were performed. Villus length in different portions of the small intestine was calculated by measuring the distance between the tip of the villus and its base, excluding the crypt. Five measurements were made for each intestinal section, averaged and the villus area was calculated as follows: Villus area = (Basal width + apical width) x Villus height. To evaluate the intestinal mucin layer by labeling goblet cells, PAS staining was used for mucus production (%). The measurement of the area of the crypt was determined by calculating the transverse and longitudinal diameter of the crypt. Parametric and non-parametric "t" tests were performed for unpaired samples. **RESULTS:** the probiotic groups presented a greater area ($p = 0.0127$) (368700 ± 47170) μm^2 vs control (200300 ± 10910) μm^2 ; basal width $p = 0.0049$ (155.4 ± 13.90) μm vs control (103.9 ± 8.74) μm ; apical width ($p = 0.0024$) (90.62 ± 5.205) μm vs control (61.13 ± 4.490) μm in the duodenum. No statistical differences were found in the jejunum and ileum. Treatment with probiotics increased the total, basal and apical width of the duodenal intestinal villus. The probiotic groups had a higher production of mucus in the duodenum ($p = 0.0480$) (14.48 ± 1.642)% vs. control (8.674 ± 0.9708)%, in jejunum ($p = 0.0480$) ($18.02 \pm 1,482$)% vs control ($11.50 \pm 1,681$)% and a larger area of the crypt in the duodenum ($p = 0.0189$) ($3239 \pm$

209.9) μm^2 vs control (2140 ± 340.2) μm^2 ; and in jejunum ($p = 0.0068$) (3738 ± 350.5) μm^2 vs control (2243 ± 202.4) μm^2 . No statistical differences were found in the ileum in relation to mucus production and the area of the crypt.

CONCLUSIONS: The use of probiotics modified duodenal intestinal morphometry, in the areas, basal and apical widths. No effects on jejunum and ileum were generated. There were no changes in the length of the villi of the duodenum, jejunum and ileum with respect to their control. Treatment with probiotics increased mucus production and the crypt area of the intestinal villi of the duodenum and jejunum.

Key words: Broiler, probiotic, intestinal histomorphology

Adenocarcinoma mamario metastásico felino: reporte de caso

Feline metastatic mammary adenocarcinoma: case report

Sierra Martinez Zully Esmeralda¹, Velasquez Peña Maria Alejandra¹ & Eslava Mocha Pedro Rene²

¹Estudiante de Medicina Veterinaria y Zootecnia Universidad de los Llanos,

² MV; M.Sc. Profesor Asociado, curso de Patología Sistémica, Universidad de los Llanos, IALL, Villavicencio, Meta.

zully.sierra@unillanos.edu.co

maria.velasquez.pena@unillanos.edu.co

pedro.eslava@unillanos.edu.co

RESUMEN

INTRODUCCIÓN La agresividad del tumor es característica en felinos, invade el circuito linfático y metastatiza a distancia con rapidez: la influencia hormonal está involucrada en la patogénesis de los tumores mamarios en gatos por esta razón se ha observado que gatas ovariectomizadas antes de los seis meses de edad muestran efectos protectores evidenciados en una reducción hasta de siete veces el riesgo de desarrollar cáncer mamario, comparado con gatas intactas, se cree que existe una fuerte asociación entre progestágenos o estrógenos sintéticos donde se ha demostrado una posible dependencia de los tumores a hormonas esteroidales en estudios inmunohistoquímicos.(Buracco, 2014; Ortiz, 2013) La positividad a receptores de progesterona sugiere un posible rol de esta hormona en el crecimiento temprano tumoral en gatas, y la inmunomarcación a receptores de estrógeno está relacionada con el fenotipo y el comportamiento agresivo de algunos carcinomas de tipo invasivo (Fidalgo, 2003). **DESCRIPCIÓN DEL CASO** Se reporta el caso de un felino, raza mestizo, sexo hembra, edad diez años, atendido en una clínica particular como motivo de consulta dehiscencia de puntos debido a mastectomía parcial realizada 15 días antes. A la paciente le había realizado ovariectomía hace un año debido a la presentación de piometra, cabe resaltar que tuvo más de cinco aplicaciones de progestágenos; a los seis

meses de este procedimiento, presentó pequeñas masas semiduras en las glándulas mamarias izquierdas las cuales se extirparon. Al examen clínico presento anorexia, inapetencia, mucosas pálidas, hipertermia localizada en el abdomen y herida abierta de tres centímetros de ancho por ocho centímetros de largo en el abdomen con cambio de coloración rojo negruzca y restos de fibrina en los bordes de la herida. Luego de hacersele las pruebas diagnósticas necesarias al siguiente día fallece. A la necropsia se encontró masa en alto relieve de color blanquecino de forma redondeada en el lóbulo caudal izquierdo del pulmón de dos centímetros, en el lóbulo medial derecho del hígado se evidencio una pequeña masa de forma irregular de color blanco amarillento, se observaron masas gelatinosos de fibrina adheridas al bazo, pericardio, cavidad torácica intestino, mesenterio. se recolectó muestra de órganos afectados fijadas en formol bufferado al 10 %, procesada para análisis histopatológico, en el laboratorio de patología de la Universidad de los Llanos, mediante la técnica de hematoxilina y eosina de rutina. La histopatología mostró estructuras en forma de túbulos ramificados con epitelio cúbico y células pleomórficas con citoplasma acidófilo intenso.

DISCUSIÓN: Por la historia clínica e histopatología se diagnosticó una Adenocarcinoma mamario, con metástasis en pulmones, hígado, bazo, páncreas, riñón y serosas de intestinos; y peritonitis quirúrgica con respuesta inflamatoria plasmocítica severa en los órganos mencionados anteriormente. el uso de progestágenos en gatos aumenta el desarrollo de tumores malignos por ende es un suceso muy común en felinos (Morris y Dobson,2001).

CONCLUSIÓN: Por morfología de los focos metastásicos se determina la presentación de un Adenocarcinoma mamario asociado a tratamiento con progestágenos.

Palabra clave: Adenocarcinoma mamario, peritonitis quirugica, felino, prostagenos, metastasis.

ABSTRACT

INTRODUCTION The aggressiveness of the tumor is characteristic in felines, it invades the lymphatic circuit and metastasizes at a distance quickly: the hormonal influence is involved in the pathogenesis of mammary tumors in cats for this reason it has been observed that ovariohysterectomized cats before six months of age show protective effects evidenced in a reduction of up to seven times the risk of developing breast cancer, compared to intact cats, it is believed that there is a strong association between progestogens or synthetic estrogens where a possible dependence of tumors to steroidal hormones has been demonstrated in studies immunohistochemicals (Buracco, 2014; Ortiz, 2013) Progesterone receptor positivity suggests a possible role of this hormone in early tumor growth in cats, and immunolabeling to estrogen receptors is related to the phenotype and aggressive behavior of some invasive carcinomas (Fidalgo, 2003). **CASE DESCRIPTION** The case of a feline, mestizo race, female sex, age ten years, attended in a particular clinic as a reason for consultation of point dehiscence due to partial mastectomy performed 15 days before is reported. The patient had had an ovariohysterectomy a year ago due to the presentation of pyometra, it should be noted that she had more than five applications of progestogens; Six months after this procedure, he presented small semi-hard masses in the left mammary glands, which were removed. The clinical examination showed anorexia, lack of appetite, pale mucous membranes, hyperthermia located in the abdomen and an open wound three centimeters wide and eight centimeters long in the abdomen with a change of blackish red color and fibrin remains on the edges of the wound. After having the necessary diagnostic tests the next day he dies. At necropsy, a high-relief mass of whitish color was found in a rounded form in the left caudal lobe of the lung of two centimeters, in the right medial lobe of the liver, a small irregular mass of yellowish white color was evident, gelatinous masses were observed of fibrin attached to the spleen, pericardium, thoracic bowel cavity, mesentery. A sample of affected organs fixed in 10% buffered formalin, processed for histopathological analysis, was collected in the pathology laboratory of the University of Los Llanos, using the routine hematoxylin and eosin technique.

Histopathology showed structures in the form of branched tubules with cubic epithelium and pleomorphic cells with intense acidophilus cytoplasm.

DISCUSSION: Due to the clinical history and histopathology, a mammary adenocarcinoma was diagnosed, with metastases in the lungs, liver, spleen, pancreas, kidney and serous intestines; and surgical peritonitis with severe plasmocytic inflammatory response in previously treated organs. The use of progestogens in cats increases the development of malignant tumors; therefore it is a very common success in felines (Morris and Dobson, 2001). **CONCLUSION:**

The presentation of a mammary adenocarcinoma associated with progestogen treatment is determined by morphology of the metastatic foci.

Key words: Mammary adenocarcinoma, surgical peritonitis, feline, progestogens, metastases.

Identificación de biomarcadores con alta sensibilidad en ambientes acuáticos potencialmente contaminados por hidrocarburos – hallazgos en la inducción de CYP 4501A

Identification of biomarkers with high sensitivity in aquatic environments potentially contaminated by hydrocarbons - findings in the induction of CYP 450A

Rodríguez-Jiménez Jessica Y¹, Corredor-Santamaría Wilson¹, Mora-Solarte Diego¹, Calderón-Delgado Ivonne¹, Navas-Antón José María², Velasco-Santamaría Yohana*¹

¹ Universidad de los Llanos /Grupo de Investigación en Biotecnología y Toxicología Acuática y Ambiental BioTox – FCARN

² INIA, Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria, Departamento de Medio Ambiente
ymvelascos@unillanos.edu.co

RESUMEN

INTRODUCCIÓN. La contaminación ambiental es claramente un tema que en los últimos años ha tomado importancia en diferentes sectores. Principalmente en el departamento del Meta, la producción de hidrocarburos es una de las actividades que atrae mayor atención, debido a que es considerada como una de las actividades que mayor riesgo ambiental pueden producir y aunque son evidentes algunos impactos ambientales como las emisiones atmosféricas y/o alteración de la calidad del agua, la reglamentación ambiental es laxa en este aspecto. Por tal motivo, la evaluación de respuestas celulares en los organismos que están expuestos en estos ambientes, constituyen una herramienta importante para la evaluación del riesgo. La evaluación de la actividad EROD permite identificar si un organismo ha sido expuesto a compuestos planares como los hidrocarburos y de esta forma evaluar los riesgos asociados a su metabolismo. **OBJETIVO.** Evaluar la actividad EROD en peces de la cuenca de la Orinoquia en campo, utilizando zonas potencialmente contaminadas y zonas con baja probabilidad de

contaminación. **MATERIALES Y MÉTODOS.** En este estudio se realizaron muestreos de campo durante la temporada de verano (aguas bajas) y de invierno (aguas altas). Se colectaron ejemplares de juveniles de cachama blanca (*Piaractus brachypomus*) en 3 estaciones piscícolas y, en el río Acacias se capturaron ejemplares de luminosa (*Aequidens metae*) en zonas con potencial contaminación de hidrocarburos. Adicionalmente, fueron capturados ejemplares de luminosa en el caño Cuncia, como organismos ede referencia. De cada especie se tomaron muestras de hígado, se almacenaron en vapores de nitrógeno y se transportaron al laboratorio para su evaluación. La determinación de la actividad enzimática EROD se evaluó a través de fluorescencia expresando los resultados en función de la concentración de proteína. **RESULTADOS.** Se encontró que la actividad EROD fue más elevada en las zonas donde se tenía sospecha de contaminación. Dos de las tres granjas piscícolas presentaron valores elevados de contaminación en aguas altas, mientras que en aguas bajas solamente una de las dos presentó valores significativamente más elevados. Mientras en el río Acacias, los peces capturados en la zona con mayor potencial de contaminación por hidrocarburos presentaron valores significativamente más altos que los peces capturados en el sitio de referencia, tanto en aguas altas como aguas bajas. **CONCLUSIONES.** La determinación de la actividad EROD es una herramienta confiable para evidenciar la presencia de compuestos planares como los hidrocarburos y su efecto potencial en zonas donde no se han evidenciado evidentes y cuantificables impactos ambientales.

Palabra clave: Actividad enzimática, EROD, hidrocarburos, Orinoquia, peces.

ABSTRACT

INTRODUCTION. Environmental pollution is clearly an issue that in recent years has taken importance in different sectors, mainly in the department of Meta, in which the production of hydrocarbons is one of the activities that attracts more attention, because it is considered as one of the activities that greater

environmental risk can produce and although some environmental impacts are evident as the atmospheric emissions and/or alteration of the quality of the water, the environmental regulation is lax in this aspect. For this reason, the evaluation of cellular responses in the organisms that are exposed in these environments constitute an important tool for risk assessment. The evaluation of the EROD activity allows to identify if an organism has been exposed to planar compounds such as hydrocarbons and in this way to evaluate the risks associated to its metabolism. **OBJECTIVE.** Evaluate EROD activity in fish from the Orinoquia basin in the field, using potentially contaminated areas and areas with low probability of contamination. **MATERIALS AND METHODS.** In this study field sampling was carried out during the summer (low water) and rainy seasons (high water). Juveniles of cachama blanca (*Piaractus brachypomus*) were collected in 3 fish farming stations and, in the Acacias river, luminous specimens (*Aequidens metae*) were caught in areas with potential hydrocarbon contamination. Additionally, luminous specimens were caught in the Cuncia river as reference organisms. Liver samples were taken from each species, stored in nitrogen vapors and transported to the laboratory for evaluation. The determination of the enzymatic activity EROD was evaluated through fluorescence expressing the results in function of the protein concentration. **CONCLUSIONS.** The determination of EROD activity is a reliable tool to demonstrate the presence of planar compounds such as hydrocarbons and their potential effect in areas where there have not been evident and quantifiable environmental impacts.

Key words: Enzymatic activity, EROD, fish, hydrocarbons, Orinoquia.

Plan de acción: para el mejoramiento de la producción de los pequeños productores dedicados a la actividad cuyicola en la orinoquia: actividades de implementación.

Action plan: for the improvement of the production of small producers dedicated to cuyicola activity in the orinoquia: implementation activities.

Pedronel Parrado Vazco¹; Luis Carlos Ramírez Villa²; Angela Yineth Murcia Rozo¹

¹Estudiante MVZ Integrante del Semillero de Investigación ECODER,

²Docente Universidad de los Llanos, Grupo de Investigación Agroforestería, Líder Semillero de Investigación ECODER

Pedronel.parrado@unillanos.edu.co

lqramirez@unillanos.edu.co

angela.murcia@unillanos.edu.co

RESUMEN.

INTRODUCCION. El presente proyecto se realizó como parte específica de la propuesta de Proyección Social titulada “Fortalecimiento organizativo de los productores de Cuy (*Cavius porcellus*) de los Llanos Orientales, una estrategia para garantizar la seguridad alimentaria en las poblaciones rurales”. En la primera fase se encontró un riesgo en la seguridad alimentaria en las zonas rurales de Villavicencio, por lo que se generó un plan de acción con la implementación de un sistema de producción de cuy que tuvo un componente de capacitación y otro de asesoría en campo. **OBJETIVO.** Implementar el plan de capacitación y desarrollar el plan de producción de cuyes a pequeños productores del piedemonte de la Orinoquia Colombiana. **MATERIALES Y METODOS.** El enfoque investigativo fue cualitativo, se realizaron procesos de Investigación Acción Participativa, primero se realizaron diferentes capacitaciones teóricas y prácticas a 12 pequeños productores del piedemonte de la Orinoquia acerca de las generalidades,

establecimiento, manejo, nutrición y reproducción de cuye. Posteriormente se inició un proceso de asesoría en los predios de cada uno de los productores, para orientar al establecimiento de las jaulas o pozas donde recibirían la unidad productiva de cuyes, motivando al uso de materias primas obtenidas en el mismo predio, es trabajo se hizo en compañía de los productores, lo que dio paso a un proceso de priorización y selección de siete (7) familias productoras fueron beneficiados con la entrega de una unidad productiva conformada por 4 hembras y 1 macho, se realizaron visitas técnicas para evaluar el desempeño productivo de la unidad entregada y las experiencias de cada una de las familias beneficiadas.

RESULTADOS. Se logra determinar que en casi todos los casos hubo una pérdida de animales debido principalmente a un mal manejo en la nutrición, específicamente la no combinación de suplementos alimenticios como el concentrado junto con la dieta basada en forrajes verdes, lo cual causó, pérdidas de peso, decaimiento, abortos por mal nutrición entre otras causas de muerte de los animales. Se logró identificar que los productores capacitados para el establecimiento de la unidad productiva de cuyes, lograron mantener el pie de cría inicial e inclusive aumentarlo, a pesar de las pérdidas generadas, gracias a las herramientas prácticas brindadas en las capacitaciones previas, en general cada uno de ellos continúan con la iniciativa y motivación de llegar a un punto de producción en donde puedan comercializar la carne de cuy como plato especial y por consiguiente generar un ingreso para la sostenibilidad alimentaria de la familia campesina. **CONCLUSIONES.** Se evidenció un aporte importante en las diferentes familias que iniciaron y mejoraron el sistema de producción de cuyes estableciendo criterios óptimos para el comercio y la incorporación de la carne de cuy en la canasta familiar, como también el deseo por aumentar su producción y comercializar sus animales ya que han visto las virtudes de esta especie y sus actitudes productivas con buen manejo frente a otros sistemas de producción pecuarios que requieren más inversión para una menor ganancia. A lo largo del proyecto, los productores desarrollaron destrezas y mejoras en la cría de sus cuyes motivados por el rendimiento y los buenos índices de natalidad que lograron evidenciar. Se logró generar un vínculo entre los productores y la Universidad de

los Llanos para continuar con el progreso de estas familias y generar una cadena aliada para lograr el comercio de estos animales.

Palabras claves: sostenibilidad, sistemas de producción, familias productoras.

ABSTRACT

INTRODUCTION. This project was carried out as a specific part of the Social Projection proposal entitled “Organizational strengthening of the guinea pig producers (*Cavia porcellus*) of the Eastern Plains, a strategy to guarantee food security in rural populations”. In the first phase, there was a risk in food security in the rural areas of Villavicencio, so an action plan was generated with the implementation of a guinea pig production system that had a training component and a field advisory component. **OBJECTIVE.** Implement the training plan and develop the guinea pig production plan to small producers of Piedmont of the Colombian Orinoquia. **MATERIALS AND METHODS.** The research approach was qualitative, Participatory Action Research processes were carried out, first different theoretical and practical trainings were carried out to 12 small producers of the Orinoquia foothills about the generalities, establishment, management, nutrition and reproduction of guinea pigs. Subsequently, an advisory process began on the farms of each of the producers, to guide the establishment of the cages or ponds where they would receive the productive unit of guinea pigs, motivating the use of raw materials obtained on the same site, it is work was done in the company of the producers, which gave way to a process of prioritization and selection of seven (7) producing families were benefited with the delivery of a productive unit consisting of 4 females and 1 male, technical visits were made to evaluate the productive performance of the unit delivered and the experiences of each of the families benefited. **RESULTS** It is possible to determine that in almost all cases there was a loss of animals due mainly to poor management in nutrition, specifically the non-combination of dietary supplements such as the concentrate together with the diet based on green forages, which caused weight loss , decay, abortions due to poor

nutrition among other causes of death of animals. It was possible to identify that the producers trained for the establishment of the guinea pig production unit, managed to maintain the initial breeding foot and even increase it, despite the losses generated, thanks to the practical tools provided in the previous trainings, in general each one of them they continue with the initiative and motivation to reach a production point where they can market guinea pig meat as a special dish and therefore generate an income for the food sustainability of the peasant family.

CONCLUSIONS An important contribution was evidenced in the different families that initiated and improved the guinea pig production system establishing optimal criteria for trade and the incorporation of guinea pig meat in the family basket, as well as the desire to increase their production and market their animals since they have seen the virtues of this species and their productive attitudes with good management compared to other livestock production systems that require more investment for a lower profit. Throughout the project, the producers developed skills and improvements in the breeding of their guinea pigs motivated by performance and the good birth rates that they managed to show. It was possible to generate a link between the producers and the University of Los Llanos to continue the progress of these families and generate an allied chain to achieve trade in these animals.

Keywords: sustainability, production systems, producing families.

Evaluación del efecto de la inclusión de tres niveles de dos cepas comerciales de probióticos sobre la morfología intestinal de alevinos de cachama blanca (*Piaractus brachypomus*)

Evaluation of the effect of the inclusion of three levels of two commercial strains of probiotics on the intestinal morphology of white-faced fry (*Piaractus brachypomus*)

Aguirre- Rivera Álvaro Andrés¹, Figueredo-Matheus Julieth Andrea², Burgos-Rada Alejandro³, Ramirez-Merlano Juan Antonio³, Mira-López Tatiana María³.

¹Estudiante de MVZ Universidad de los Llanos,

² Estudiante MVZ Universidad Cooperativa de Colombia,

³Grupo de Investigación en Reproducción y Toxicología de Organismos Acuáticos – GRITOX Universidad de los Llanos.

tmira@unillanos.edu.co

RESUMEN

INTRODUCCIÓN. En piscicultura, el uso de probióticos ha permitido obtener mejores resultados en el crecimiento de los peces, disminuyendo los costos de producción y el tiempo de cultivo necesario para cada ciclo de producción. La inclusión de probióticos en la dieta promueve el balance benéfico de microorganismos que hacen parte de la microbiota intestinal debido a la inhibición de proliferación de agentes patógenos, mejoramiento de la digestibilidad y de la absorción de nutrientes. **OBJETIVO.** Evaluar el efecto de la inclusión de tres niveles de dos cepas comerciales de probióticos sobre la morfología intestinal de alevinos de cachama blanca *Piaractus brachypomus*. **MATERIALES Y MÉTODOS.** Este estudio se realizó en las instalaciones del Instituto de Acuicultura y Pesca de los Llanos - Universidad de los Llanos (IALL-UNILLANOS) ubicado en la ciudad de Villavicencio, Colombia. Fueron seleccionados al azar, alevinos de la especie con 60 días de edad y distribuidos en tanques plásticos de 500 L de acuerdo a cada tratamiento (18 individuos por tanque). Se evaluaron por triplicado 7 tratamientos en total, que consistían en la adición de dos cepas de probióticos (Bio-mos® y Keeton®) incluidos en la dieta (35%PB) en tres niveles distintos: 2, 4

y 6% y un tratamiento control el cual no llevaba ninguna adición de probiótico. Para la evaluación de los cambios en la morfología intestinal, se tomaron muestras de una porción del intestino al final de los experimentos, fueron fijadas en formol al 4% (pH7) y sometidas a procesos convencionales de histología y tinción en hematoxilina- eosina. En las placas histológicas se observó el estado e integridad general y se evaluaron, el número y longitud de vellosidades intestinales. Todas las observaciones y mediciones fueron realizadas con un microscopio Carl Zeiss, Cámara digital (MotiCam 2000) y un software analizador de imágenes (Motic Images Plus 2.0). **RESULTADOS.** La inclusión de probióticos Keeton® y Bio-mos® no presentaron diferencias significativas respecto al grupo control (dieta comercial sin probióticos). Sin embargo, niveles de 4% y 6% de inclusión generaron un aumento significativo en la longitud de las vellosidades de los juveniles de cachama blanca evaluados con respecto al de menor inclusión (2%) dónde no se presentó la misma eficiencia. En cuanto a la densidad de las vellosidades por cada 500µm no se presentaron diferencias significativas en ninguno de los tratamientos evaluados. **CONCLUSIONES.** Los resultados obtenidos nos permiten concluir que el uso de probióticos es viable en juveniles de Cachama blanca y que su inclusión no afecta la morfología intestinal, siendo necesario evaluar parámetros productivos y de bienestar que nos permitan dilucidar si el uso de estos, podría mejorar la producción en términos de crecimiento y sobrevivencia, especialmente en aquellos tratamientos con mayores niveles de inclusión.

Este trabajo se realizó en el marco del Proyecto “*INCLUSIÓN DE TRES NIVELES DE DOS CEPAS PROBIÓTICAS (Keeton® y Bio-mos®) EN LA DIETA DE ALEVINOS DE CACHAMA BLANCA (Piaractus brachypomus)*” Financiado por la Dirección General de Investigaciones de la Universidad de los Llanos (C01-F01-012-2016).

Palabra clave: Bio-mos®, Keeton®, Microorganismos, Acuicultura, Especies nativas

ABSTRACT

INTRODUCTION. In aquaculture, the use of probiotics has allowed to obtain better results in fish growing, reducing production costs and breeding time for each production cycle. Its inclusion in diets promotes the beneficial balance of microorganisms that are part of the intestinal microbiota due to the inhibition of proliferation of pathogens, improvement of digestibility and nutrients absorption.

OBJECTIVE. To evaluate the effect of two probiotics commercial strains at three inclusion levels on the intestinal morphology of white cachama juveniles *Piaractus brachypomus*.

MATERIALS AND METHODS. This study was carried out in the facilities of the Instituto de Acuicultura y Pesca de los Llanos - Universidad de los Llanos (IALL-UNILLANOS) located in the city of Villavicencio, Colombia. 60 days age juveniles of the species were randomly selected and distributed in 500 L plastic tanks according to each treatment (18 individuals per tank). A total of 7 treatments were evaluated in triplicate, which consisted of the addition of two strains of probiotics (Bio-mos® and Keeton®) included in the diet (35% PB) at three different levels: 2, 4 and 6% and one control treatment which did not carry any probiotic addition. For the evaluation of changes in intestinal morphology, samples of a portion of the intestine were taken at the end of the experiments, fixed in 4% formalin (pH7) and subjected to conventional histology and staining processes in hematoxylin-eosin. In the histological plates the general state and integrity were observed and the number and length of intestinal villi were evaluated. All observations and measurements were made with a Carl Zeiss microscope, digital camera (MotiCam 2000) and image analyzer software (Motic Images Plus 2.0).

RESULTS The inclusion of Keeton® and Bio-mos® probiotics did not show significant differences with respect to the control group (commercial diet without probiotics). However, levels of 4% and 6% of inclusion generated a significant increase in the length of the villi in the white cachama juveniles evaluated, in comparison with the lower inclusion (2%), where the same efficiency did not occur. Regarding the density of the villi per 500 µm, there were no significant differences in any of the treatments evaluated.

CONCLUSIONS. The

results obtained allow us to conclude that the use of probiotics is viable in juveniles of white Cachama and that their inclusion does not affect the intestinal morphology, being necessary to evaluate productive and welfare parameters that allow us to elucidate whether the use of these could improve production in terms of growth and survival, especially in those treatments with higher levels of inclusion.

This work was carried out within the framework of the Project “*INCLUSIÓN DE TRES NIVELES DE DOS CEPAS PROBIÓTICAS (Keeton® y Bio-mos®) EN LA DIETA DE ALEVINOS DE CACHAMA BLANCA (Piaractus brachypomus)*” Financed by Dirección General de Investigaciones de la Universidad de los Llanos (C01-F01-012-2016).

Key words: Bio-mos®, Keeton®, Microorganisms, Aquaculture, Native species

**Actividad amilolítica en el intestino del coporo
(*Prochilodus mariae*)**

Amylolytic activity in the intestine of the coporo (*Prochilodus mariae*)

Martin Roger¹ y Yossa Martha²

¹Estudiante de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Estudiante de Pasantía Investigativa-EPI Grupo Granac-. Universidad de los Llanos.

²Zootecnista, Dr. Mg., Profesora adscrita al Instituto de Acuicultura de los Llanos. Universidad de los Llanos.

llanos.granac.iall@unillanos.edu.co

RESUMEN

INTRODUCCIÓN. Con las determinaciones enzimáticas se aporta al conocimiento de la fisiología nutricional de los peces y su capacidad para aprovechar los nutrientes lo cual permite el desarrollo de dietas en función de dicha capacidad.

OBJETIVO. Determinar la actividad de la enzima amilasa y su relación con la tasa de llenado en la porción anterior del intestino del coporo, bajo condiciones experimentales.

MATERIALES Y MÉTODOS. En el Instituto de Acuicultura de los Llanos en la Universidad de Los Llanos, juveniles de coporo de 126,6 g. estuvieron durante 15 días en tanques de 500 L a temperatura constante de 28°C, con una dieta de 34% de proteína. Después del día 13, mediante choque térmico para insensibilización y corte medular, los peces fueron medidos, pesados y sacrificados antes (n=16) y después (n=18) de alimentarlos (9:00 am y 15:00 pm); el intestino fue medido y diseccionado para establecer la tasa de llenado siguiendo el método de Prejs (1978), luego la porción anterior fue conservada en nitrógeno líquido para la preparación del homogenizado crudo y posterior determinación enzimática con el kit Amilasa CNPG Liquiform LABTEST®. **RESULTADOS.** La actividad amilolítica fue: preprandial am=1738±498; posprandial am=3125±878; preprandial pm= 1847±799 y posprandial pm=2097±588 U/L. La menor actividad prandial coincidió con la ausencia de contenido intestinal en el 90% de los peces,

mientras que en la mayor actividad enzimática, 60% de los peces presentaron llenado total. La relación de la actividad de la amilasa y el llenado del intestino no fue proporcional. Se observó que la actividad amilolítica se incrementó una hora después de recibir alimento siendo más alto en el horario de la mañana.

CONCLUSIONES. Los resultados sugieren que la actividad amilolítica en la porción anterior del intestino no está relacionada directamente con la cantidad de alimento consumido, aunque si puede estar relacionada la presencia de alimento con el aumento de la actividad amilolítica.

Palabras clave: peces, preprandial, posprandial, amilasa, contenido intestinal

ABSTRACT

INTRODUCTION. Enzymatic determinations contribute to the knowledge of the nutritional physiology of fish and their ability to use nutrients, which allows the development of diets based on this capacity. **OBJECTIVE.** Determine the activity of the enzyme amylase and its relation to the filling rate in the anterior portion of the intestine of the coporo, under experimental conditions. **MATERIALS AND METHODS.** At the Llanos Aquaculture Institute at the University of Los Llanos, 126.6 g coporo juveniles spent 15 days in 500 L tanks at a constant temperature of 28 ° C, with a 34% protein diet. After day 13, by means of thermal shock for insensitization and spinal cutting, the fish were measured, weighed and slaughtered before (n = 16) and after (n = 18) feeding them (9:00 am and 3:00 pm); The intestine was measured and dissected to establish the filling rate following the method of Prejs (1978), then the anterior portion was preserved in liquid nitrogen for the preparation of the crude homogenate and subsequent enzymatic determination with the Amilase CNPG Liquiform LABTEST® kit. **RESULTS.** The amylolytic activity was: preprandial am = 1738 ± 498; postprandial am = 3125 ± 878; preprandial pm = 1847 ± 799 and postprandial pm = 2097 ± 588 U / L. The lower prandial activity coincided with the absence of intestinal content in 90% of

the fish, while in the greater enzymatic activity, 60% of the fish presented total filling. The relationship of amylase activity and bowel filling was not proportional. It was observed that amylolytic activity increased one hour after receiving food being higher in the morning schedule. **CONCLUSIONS.** The results suggest that the amylolytic activity in the anterior portion of the intestine is not directly related to the amount of food consumed, although the presence of food may be related to the increase in amylolytic activity.

Key words: fish, preprandial, postprandial, amylase, intestinal content

Evaluación de la ganancia de peso en vacas de descarte ovariectomizadas por el método de emasculación en el piedemonte llanero.

Evaluation of weight gain in discarded cows ovariectomized by the emasculation method in the piedmont footland

Lopez-Chaquea Cielo Almeira¹; Quintana-Orduz Jorge Enrique¹; Fuentes-Reyes Edgar Edilberto²

¹ZOOTECNISTA, Programa de Zootecnia, Universidad Agraria de Colombia, Bogotá.

²MVZ, MSc, PhD, Docente Departamento de Producción animal, FCARN, Universidad de los Llanos, Villavicencio, Colombia. Semillero de Investigación METABOLISMO.

efuentes@unillanos.edu.co

RESUMEN

INTRODUCCION. La ovariectomía en hembras bovinas por vía trans vaginal, es una técnica quirúrgica simple, económica y con mínimas complicaciones post operatorias, que podría fácilmente implementarse bajo condiciones de campo, constituye entonces una alternativa que, bajo ciertas circunstancias, podría resultar beneficiosa para el productor de carne independientemente de la mayor eficiencia en la conversión de alimentos en carne, ya que el solo beneficio de manejo podría ser una ventaja interesante. **OBJETIVO.** Con el propósito de evaluar el efecto de la ovariectomía en vacas de despaje Cebú comercial por el método de emasculación alimentadas con pasto *Brachiaria decumbens*. **MATERIALES Y METODOS.** Utilizamos 20 bovinos con edad promedio de 9 a 11 años y peso promedio de 319kg, divididas en dos grupos experimentales, ovariectomizadas (n=10) y no ovariectomizadas (n=10) por un periodo de ceba de 120 días. La ovariectomía se realizó vía transvaginal por el método de emasculación. Se cuantifico la biomasa por metro cuadrado y se efectuó análisis bromatológico en época de lluvia y sequía; se pesaron los animales a los 0, 30,

60, 90 y 120 días. **RESULTADOS.** Se evidencio una disponibilidad de materia seca de 23.1%; 26.8% y proteína cruda de 5.1%; 6.0% en época de lluvia y sequía respectivamente. Se calculó un déficit de proteína cruda en materia seca del pasto *Brachiaria decumbens* de 24.3% y 33% de Mcal para los 20 bovinos en los 120 días del periodo de ceba. Las vacas ovariectomizadas y alimentadas con pasto *Brachiaria decumbens* y suplementado con sal mineralizada a voluntad evidenciaron una ganancia de peso promedio de 773gr (7.1%); 833gr (15%); 803gr (22.5) y 763gr (26.6) a los 30, 60, 90 y 120 días respectivamente. De otro lado las vacas no ovariectomizadas y alimentadas con pasto *Brachiaria decumbens* y suplementadas con sal mineralizada a voluntad evidenciaron una ganancia de peso promedio de 670gr (6.5%); 697gr (13%); 670gr (19.4%) y 620gr (25.2%) a los 30, 60, 90 y 120 días respectivamente. **CONCLUSIONES.** Por los resultados obtenidos se concluye que las vacas ovariectomizadas ganaron mayor peso en porcentaje diario en comparación con las vacas no ovariectomizadas. Con un (C.V%) porcentaje de coeficiente de variación (5.9 – 6.4%) a pesar de que estadísticamente no hubo diferencia significativa ($p>0.05$).

Palabra clave: Ovariectomia, emasculación, ganancia de peso, nutrición, bromatológico, *Brachiaria decumbens*, bovinos.

ABSTRACT

INTRODUCTION. The ovariectomy in bovine females by vaginal trans route, is a simple, economical surgical technique and with minimal postoperative complications, which could easily be implemented under field conditions, is then an alternative that, under certain circumstances, could be beneficial for the producer of meat regardless of the greater efficiency in the conversion of food into meat, since the sole benefit of handling could be an interesting advantage. **OBJECTIVE.** With the purpose of evaluating the effect of ovariectomy in commercial Zebu cows

by the emasculation method fed with *Brachiaria decumbens* grass. **MATERIALS AND METHODS.** We use 20 cattle with an average age of 9 to 11 years and an average weight of 319kg, divided into two experimental groups, ovariectomized (n = 10) and non-ovariectomized (n = 10) for a 120-day fattening period. The ovariectomy was performed transvaginally by the emasculation method. Biomass was quantified per square meter and bromatological analysis was carried out during the rainy and dry seasons; the animals were weighed at 0, 30, 60, 90 and 120 days. **RESULTS** A dry matter availability of 23.1% was evidenced; 26.8% and 5.1% crude protein; 6.0% in times of rain and drought respectively. A crude protein deficit in dry matter of *Brachiaria decumbens* grass of 24.3% and 33% of Mcal was calculated for the 20 cattle in the 120 days of the fattening period. The cows ovariectomized and fed with *Brachiaria decumbens* grass and supplemented with mineralized salt at will showed an average weight gain of 773gr (7.1%); 833gr (15%); 803gr (22.5) and 763gr (26.6) at 30, 60, 90 and 120 days respectively. On the other hand, cows not ovariectomized and fed with *Brachiaria decumbens* grass and supplemented with mineralized salt at will showed an average weight gain of 670gr (6.5%); 697gr (13%); 670gr (19.4%) and 620gr (25.2%) at 30, 60, 90 and 120 days respectively. **CONCLUSIONS.** From the results obtained, it is concluded that ovariectomized cows gained greater weight in daily percentage compared to non-ovariectomized cows. With a (C.V%) percentage of coefficient of variation (5.9 - 6.4%) although there was no statistically significant difference ($p > 0.05$).

Key word: Ovariectomy, emasculation, weight gain, nutrition, bromatological, *Brachiaria decumbens*, cattle.

CIENCIAS AGRICOLAS

Evaluación de parámetros de producción y componentes del racimo en el cultivar Híbrido OxG con la aplicación del ácido naftalenacético (ANA) en el Campo Experimental Palmar de las Corocoras (Cenipalma)

Evaluation of production parameters and cluster components in the OxG Hybrid cultivar with the application of naphthalenacetic acid (ANA) in the Palmar de las Corocoras Experimental Field (Cenipalma)

Rojas Yepes Lina Fernanda¹ & Carrillo Nydia Carmen²

¹Estudiante de Ingeniería Agronómica Universidad de los Llanos,

²Ingeniero Agrónomo Esp. MSc, Docente de la Universidad de los Llanos

lina.rojas.yepes@unillanos.edu.co

ncarmen@unillanos.edu.co

RESUMEN

INTRODUCCIÓN. Colombia es el cuarto productor mundial de aceite de palma crudo después de Indonesia, Malasia y Tailandia, no obstante, el rendimiento de producción por hectárea no es el deseado. Así pues, y considerando que la prevalencia de problemas fitosanitarios, demanda también la selección de genotipos con alguna tolerancia a enfermedades y otras características de interés agronómico, como es el caso del híbrido interespecífico OxG (*Elaeis oleífera* x *Elaeis guineensis*) genotipo promisorio por su resistencia parcial a la Pudrición del Cogollo (PC), enfermedad más limitante del cultivo en el país, la investigación del sector palmicultor se encamina en proveer tecnologías eficientes y validadas que permitan incrementar la eficiencia y productividad del cultivo, entre las que actualmente se encuentra el estudio de la polinización artificial con el uso del regulador de crecimiento (ANA), como una alternativa a la polinización asistida

tradicional, actividad indispensable en el híbrido OxG. **OBJETIVO.** Evaluar parámetros de producción y componentes del racimo en cultivar híbrido OxG al aplicar ácido naftalenacético (ANA) en el Campo Experimental Palmar de las Corocoras. **MATERIALES Y MÉTODOS.** Este trabajo se realizó en el Campo Experimental Palmar de Las Corocoras, ubicado en Paratebueno-Cundinamarca, utilizando la información registrada en el ensayo experimental durante el desarrollo del proyecto de pasantía en los meses de marzo y agosto. La evaluación del uso del ANA se realizó en un diseño completo al azar dispuesto en cuatro bloques con los siguientes tratamientos: ANA+talco (T1), ANA líquido (T2) y ANA+talco+polen (T3) y el control (T4 Polen). **RESULTADOS:** Para el análisis y evaluación de parámetros de producción y los componentes del racimo se utilizó la información de medidas vegetativas, muestreo y registro de producción, así como los datos de 114 análisis de racimos y 34 análisis de extracción de aceite total a racimo, información correspondiente al 48% del total esperado en el ensayo. Comparando la información mediante un análisis descriptivo no se encontraron alteraciones en el crecimiento vegetativo de las palmas tratadas con el regulador de crecimiento ANA. En la conformación del racimo, el llenado de frutos (*fruit set*) fue mayor en el T1 con un 73.75%, seguido del T3 con un 72.04%, respecto a un 64.99% del T4. Entre tanto, el aceite total a racimo fue mayor en los tratamientos con ANA, así, el mayor porcentaje de aceite a racimo correspondió al T3 con un 32.32%, respecto al 26.97% del T4; en la estimación de los parámetros de producción como los racimos de fruta fresca (RFF) ($t\ ha^{-1}año^{-1}$), el número de racimos (NR) por hectárea y el peso medio de racimos (PMR), en general, no mostraron diferencias entre los tratamientos; por el contrario se observó un incremento en el contenido de aceite (CA) en los tratamientos con ANA, siendo mayor en el T1 con $8.1\ t\ ha^{-1}año^{-1}$, respecto a $6.5\ t\ ha^{-1}año^{-1}$ del tratamiento control. **CONCLUSIONES.** Los resultados indicaron un aumento del potencial de extracción y un incremento en el contenido de aceite de los racimos al implementar el uso del ANA, en comparación con la polinización asistida tradicional.

Palabra clave: partenocárpia, fitohormona, punto óptimo de cosecha.

ABSTRACT

INTRODUCTION. Colombia is the fourth largest producer of crude palm oil after Indonesia, Malaysia and Thailand, however, the production yield per hectare is not as desired. Thus, and considering that the prevalence of phytosanitary problems, it also demands the selection of genotypes with some tolerance to diseases and other characteristics of agronomic interest, such as the case of the interspecific OxG hybrid (*Elaeis oleifera* x *Elaeis guineensis*) promising genotype for its resistance Partial to the rot of the Cogollo (PC), the most limiting disease of the crop in the country, the research of the palm-growing sector is aimed at providing efficient and validated technologies that allow increasing the efficiency and productivity of the crop, among which the study is currently of artificial pollination with the use of the growth regulator (ANA), as an alternative to traditional assisted pollination, an indispensable activity in the OxG hybrid. **OBJECTIVE.** Evaluate production parameters and components of the cluster in cultivating OxG hybrid by applying naphthalenacetic acid (ANA) in the Palmar de Las Corocoras Experimental Field. **MATERIALS AND METHODS.** This work was carried out in the Palmar Experimental Field of Las Corocoras, located in Paratebueno-Cundinamarca, using the information recorded in the experimental trial during the development of the internship project in the months of March and August. The evaluation of the use of ANA was carried out in a randomized complete design arranged in four blocks with the following treatments: ANA + talc (T1), liquid ANA (T2) and ANA + talc + pollen (T3) and control (T4 Pollen). **RESULTS.** For the analysis and evaluation of production parameters and cluster components, information on vegetative measures, sampling and production record was used, as well as data from 114 cluster analyzes and 34 analyzes of total oil extraction to cluster, corresponding information to 48% of the total expected in the trial. Comparing the information through a descriptive analysis, no changes were found in the vegetative growth of the palms treated with the ANA growth regulator. In the conformation of the cluster, the filling of fruits (fruit set) was greater in T1 with 73.75%, followed by T3 with 72.04%, compared to 64.99% of T4. Meanwhile, total

cluster oil was higher in ANA treatments, thus, the highest percentage of cluster oil corresponded to T3 with 32.32%, compared to 26.97% of T4; in the estimation of production parameters such as fresh fruit clusters (RFF) ($t\ ha^{-1}year^{-1}$), the number of clusters (NR) per hectare and the average weight of clusters (PMR), in general, showed no differences between treatments; on the contrary, an increase in the oil content (CA) was observed in the ANA treatments, being higher in T1 with 8.1 ($t\ ha^{-1}year^{-1}$), compared to 6.5 ($t\ ha^{-1}year^{-1}$), of the control treatment.

CONCLUSIONS. The results indicated an increase in the extraction potential and an increase in the oil content of the clusters when implementing the use of ANA, compared to traditional assisted pollination.

Key words: parthenocarp, phytohormone, optimal harvest point.

Funciones de pedotransferencia para determinar la microporosidad de un typic hapludox con dos usos diferentes

Pedotransfer functions to determine the microporosity of a hapludox typic with two different uses.

Reyes Alvarez Edwin Esteban¹ & Parra Gonzalez Sergio David²

¹Estudiante de Ingeniería Agronómica de la Universidad de los Llanos,

²Ing. Agrónomo. MSc, Docente de la Universidad de los Llanos, Escuela de ciencias agrícolas.

edwin.reyes@unillanos.edu.co

sdparra@unillanos.edu.co

RESUMEN

La microporosidad es una propiedad de importancia agronómica por su relación con el crecimiento de las plantas, pero como otras, presenta complejidad en su determinación por el uso de equipos y/o metodologías costosas, el difícil manejo de la información, además de la variedad de metodologías propuestas. Se plantea el uso de funciones de pedotransferencia de tipo continua con regresiones lineales múltiples para estimar la microporosidad de un suelo Typic Hapludox en la vereda Barcelona de Villavicencio (Meta) usando un set de datos con 12 propiedades entre físicas y químicas, de dos lotes sometidos a diferentes usos. Se tomaron 24 puntos de muestreo por cada lote en una cuadrícula de 17 x 17m, creada en el software QGis®; para los procedimientos estadísticos se usó Infostat®. El uso y manejo del suelo modifica significativamente propiedades como la capacidad de retención de humedad, el contenido de arcillas, el contenido fosforo y el pH, las funciones de pedotransferencia permitieron estimar la microporosidad con R² de 0,49 y 0,41 usando la capacidad de campo y la conductividad hidráulica saturada como variables regresoras; otras funciones mostraron un R² de 0,65 y 0,64, donde se relacionan propiedades hidrodinámicas y físicas como capacidad de campo y arcillas, entre otras, con un poder de predicción moderado pero con posibilidad de mejora si se incluyen más variables independientes que estén muy relacionadas

con la naturaleza de la variable dependiente. La correlación entre valores predichos por una función y los valores determinados en el set de datos, es una herramienta para la validación puesto que permite diagnosticar su poder predictivo, la correlación más alta fue de 0,77 para la capacidad de campo en función de la conductividad hidráulica saturada. Los parámetros hidrodinámicos de los suelos evaluados se pueden estimar usando funciones de pedotransferencia pero con sus respectivas mejoras.

Palabras clave: Correlación de Pearson, porosidad del suelo, propiedades físicas del suelo, regresiones lineales, R^2 , set de datos.

ABSTRACT

Microporosity is a property of agronomic importance due to its relation with the growth of plants, but like others, it presents complexity in its determination by the use of expensive equipment and / or methodologies, the difficult handling of information, as well as the variety of proposed methodologies. The use of continuous-type pedotransference functions with multiple linear regressions is proposed to estimate the microporosity of a Typic Hapludox soil in the Barcelona district of Villavicencio (Meta) using a data set with 12 properties between physics and chemistries, of two batches submitted to different uses. 24 sampling points were taken for each batch in a grid of 17 x 17m, created in the QGis® software; for the statistical procedures, Infostat® was used. The use and management of soil significantly modified properties such as moisture retention capacity, clay content, phosphorus content and pH, pedotransference functions allowed to estimate microporosity with R^2 of 0.49 and 0.41 using the capacity field and saturated hydraulic conductivity as return variables; other functions showed an R^2 of 0.65 and 0.64, where hydrodynamic and physical properties are related as field capacity and clays, among others, with a moderate prediction power but with the possibility of improvement if more independent variables are included. very related to the

nature of the dependent variable. The correlation between values predicted by a function and the values determined in the data set, is a tool for validation since it allows to diagnose its predictive power, the highest correlation was 0.77 for the field capacity according to the saturated hydraulic conductivity. The hydrodynamic parameters of the evaluated soils can be estimated using pedotransference functions but with their respective improvements.

Key words: Pearson correlation, soil porosity, soil physical properties, linear regressions, R^2 , data set.

Efecto de cinco métodos de adecuación de suelo sobre componentes vegetativos y el rendimiento de la variedad fedearroz 174 en arroz seco, en la vereda santa rosa del departamento del meta

Effect of five methods of soil adaptation on vegetative components and the yield of fedearroz 174 variety in dry rice, in the Santa Rosa village of the meta department.

Morales Tejeiro Laura Viviana¹ & Cifuentes Giraldo Andrés ²

¹Ingeniero Agrónomo, Estudiante Especialización Gestión Ambiental Sostenible de la Universidad de los Llanos, Grupo de Investigación Gigas

²Ingeniero Agrónomo Universidad de los Llanos

laura.morales@unillanos.edu.co

andresagro4@gmail.com

RESUMEN

INTRODUCCIÓN. Los planes de adecuación de suelo en el cultivo de arroz en Colombia, se encuentran preestablecidos de manera tradicional de acuerdo a las costumbres de los agricultores. La evaluación de cinco métodos de preparación de suelo frente a los componentes vegetativos y de rendimiento al establecer un cultivo de arroz pretende definir y generar resultados los cuales sirvan para realizar un ajuste más equilibrado y puntual, no solo acorde a la implementación del método más eficiente para que la planta absorba de manera eficaz los nutrientes y presente mejores rendimientos, sino también ayude a determinar la maquinaria y fertilizantes necesarios para realizar el establecimiento del cultivo disminuyendo sus costos. **OBJETIVO.** Evaluar el efecto de cinco métodos de adecuación de suelos sobre las propiedades físicas del suelo, componentes vegetativos y de rendimiento utilizando la variedad Fedearroz 174. **MATERIALES Y MÉTODOS.** la investigación se realizó en la estación experimenta Santa Rosa, ubicada en el Departamento del Meta, municipio de Villavicencio, fue llevada a cabo utilizando un diseño experimental de bloques al azar con los cinco métodos

de preparación de suelos, realizando cuatro repeticiones; en un área total de 5000 m². las parcelas fueron de 10 m x 50 m, separación entre tratamientos de 1,0 m, entre bloques de 1,5 m. Los tratamientos evaluados en este proceso fueron: labranza convencional: dos pases de rastra y dos de pulidor (testigo), labranza vertical: 1 pase de cincel vibratorio y 1 pase de pulidor, labranza reducida: 1 pase de rastra, labranza 0: siembra y 1 pase de pulidor (tape), labranza convencional: 1 pase de cincel, siembra y tape; se evaluaron variables de crecimiento y desarrollo; variables del componente de rendimiento; y variables del suelo, las cuales se tomaron antes, durante y luego de finalizado el ciclo del cultivo. **RESULTADOS.** El tratamiento un pase de cincel que la capacidad de infiltración del agua pasó de 0,1814 cm/hora a 0,7230 cm/hora, aumentando de manera significativa después de realizar adecuación de suelos, lo que indica que el implemento utilizado , des compacto el suelo hasta donde es útil para el cultivo facilitando la entrada de agua, con esto podemos identificar que la implementación de este tipo de implemento agrícola contribuye de manera satisfactoria para el mejoramiento de la capacidad de infiltración del suelo, generando las condiciones adecuadas para el establecimiento y buen desarrollo del cultivo de arroz. **CONCLUSIONES.** Se presentó efecto de los tratamientos de métodos de adecuación de suelo sobre los componentes vegetativos y de rendimiento de la variedad de arroz Fedearroz 174; el tratamiento con un pase de cincel más un pase de pulidor y un pase de cincel presentaron resultados positivos en la variedad Fedearroz 174, incrementando algunas de sus variables de establecimiento y de rendimiento, siendo mejores que los manejos utilizados por los agricultores. El tratamiento de preparación de un pase cincel presento un incremento en calidad molinera, mejorando el rendimiento e índice de pilada, % de grano integral y menor porcentaje de grano partido en la variedad Fedearroz 174.

Palabras claves: Adecuación, suelo, métodos de adecuación, análisis físico.

ABSTRACT

INTRODUCTION. The plans of adaptation of soil in the cultivation of rice in Colombia, are preset in a traditional way according to the customs of the farmers. The evaluation of five methods of soil preparation against vegetative and yield components when establishing a rice crop is intended to define and generate results which serve to make a more balanced and timely adjustment, not only according to the implementation of the most efficient method so that the plant efficiently absorbs nutrients and presents better yields, but also helps determine the machinery and fertilizers necessary to carry out the establishment of the crop, reducing its costs. **OBJECTIVE.** To evaluate the effect of five methods of soil adaptation on the physical properties of the soil, vegetative components and yield using the Fedearroz variety 174. **MATERIALS AND METHODS.** The investigation was carried out in the Santa Rosa Experiment Station, located in the Department of Meta, municipality of Villavicencio, was carried out using an experimental design of randomized blocks with the five methods of soil preparation, performing four repetitions; in a total area of 5000 m², the plots were 10 m x 50 m, separation between treatments of 1.0 m, between blocks of 1.5 m. The treatments evaluated in this process were: conventional tillage: two dredge and two polisher passes (control), vertical tillage: 1 vibrating chisel pass and 1 polisher pass, reduced tillage: 1 dredge pass, tillage 0: sowing and 1 polisher pass (tape), conventional tillage: 1 chisel pass, sowing and tape; growth and development variables were evaluated; performance component variables; and soil variables, which were taken before, during and after the end of the crop cycle. **RESULTS** The treatment was a chisel pass that the infiltration capacity of the water went from 0.1814 cm / hour to 0.7230 cm / hour, increasing significantly after making soil adaptation, indicating that the implement used, compact the soil to where it is useful for cultivation facilitating the entry of water, with this we can identify that the implementation of this type of agricultural implement contributes satisfactorily to the improvement of the infiltration capacity of the soil, generating the appropriate conditions for the establishment and good development of rice cultivation. **CONCLUSIONS.** The effect of the treatments of soil adaptation methods on the vegetative and yield

components of the Fedearroz rice variety 174 was presented; the treatment with a chisel pass plus a polisher pass and a chisel pass presented positive results in the Fedearroz 174 variety, increasing some of its establishment and performance variables, being better than the handling used by farmers. The preparation treatment of a chisel pass showed an increase in milling quality, improving the yield and index of pile,% of whole grain and lower percentage of broken grain in the Fedearroz 174 variety.

Keywords: Adequacy, soil, adaptation methods, physical analysis.

Fluctuación poblacional y enemigos naturales de *Loxotoma elegans* (Lepidoptera: Elachistidae) en el Campo Experimental Palmar de las Corocoras, Paratebueno - Cundinamarca.

Population fluctuation and natural enemies of *Loxotoma elegans* (Lepidoptera: Elachistidae) in the Palmar de las Corocoras Experimental Field, Paratebueno - Cundinamarca.

Otero Marentes Carlos Alberto¹ & Mantilla Gonzales Carlos Eduardo²

¹Estudiante de Ingeniería Agronómica - Universidad de los Llanos,

² Ingeniero Agrónomo, MSc, PhD, Docente de la Universidad de los Llanos,

carlos.otero@unillanos.edu.co

cmcmantilla@gmail.com

INTRODUCCIÓN. Colombia es el primer productor de aceite de palma en América y el cuarto en el mundo. El cultivo de palma de aceite tiene presencia productiva en aproximadamente el 70% del territorio nacional reuniendo a más de 6.000 productores. El lepidóptero *Loxotoma elegans* es una de las principales plagas defoliadoras del cultivo de palma de aceite en la zona Oriental de Colombia. La fluctuación poblacional de insectos es afectada por factores bióticos y abióticos. El tamaño de una población y sus variaciones a lo largo del tiempo pueden ser representadas por curvas. Estas variables son importantes para la ecología, pues posibilitan la determinación de las épocas de aumento o disminución poblacional, indispensables para el éxito del manejo integrado de plagas. **OBJETIVO.** Determinar la fluctuación poblacional y enemigos naturales de *Loxotoma elegans* (Lepidoptera: Elachistidae) en el Campo Experimental Palmar de las Corocoras (CEPC), Paratebueno – Cundinamarca, teniendo en cuenta los factores bióticos y abióticos que se relacionan con la fluctuación poblacional. **MATERIALES Y MÉTODOS.** El estudio se realizó en el (CEPC), en el lote 13 con un área de 3,78 ha, cultivar Angola x Tester, siembra 2014. Este lote no fue intervenido durante el tiempo del estudio. Se realizaron muestreos semanales a 23 palmas en una hoja de los niveles foliares 9, 17 y 25, revisando la cantidad de individuos vivos y

afectados por enemigos naturales, con el sistema de movimiento 5x5, que consistió en realizar un muestreo cada cinco palmas cada cinco líneas, siguiendo la metodología de estaciones fijas. A los individuos parasitados se les realizó seguimiento en el laboratorio de entomología. Adicionalmente se realizó un reconocimiento de la diversidad de la entomofauna asociada a las plantas nectaríferas con una red entomológica realizando 10 pases dobles en tres sitios de 1 m² en cada una de las plantas nectaríferas. **RESULTADOS.** Los resultados de la fluctuación poblacional indican que los ciclos tardan alrededor de 11 semanas y en la medida que transcurren la población de la plaga aumenta. Esta plaga ataca todos los niveles foliares, pero con preferencia hacia los niveles 17 y 9. Fueron registrados 10 especies de parasitoides pertenecientes a las familias Eulophidae y Braconidae, atacando once de los doce instar; los parasitoides más abundantes fueron *Rhysipolis* sp. y Braconidae sp.1., esta última especie se encontró visitando la nectarífera *Croton trinitatis*. También fueron registrados cuatro especies de depredadores de las familias Syrphidae, Carabidae y Vespidae, de esta última familia la especie *Synoeca* sp. se registró alimentándose de la nectarífera *Urena lobata*. Fueron registrados 442 especies de enemigos naturales visitando las plantas nectaríferas. **CONCLUSIONES.** *Loxotoma elegans* es afectado durante su desarrollo larval por diferentes enemigos naturales. Las poblaciones de la plaga van aumentando su población a medida que transcurre el tiempo y es donde inicia la aparición de poblaciones parasitoides. La diversidad de parasitoides encontrados ejerce una relación positiva sobre la población de larvas sanas de *L. elegans* ya que al iniciar el ciclo de la plaga la cantidad de larvas sanas es mucho mayor que al finalizar el ciclo.

Palabra clave: parasitoide, hiperparasitoide, depredador, plantas nectaríferas.

ABSTRACT

INTRODUCTION. Colombia is the first producer of palm oil in America and the fourth in the world. Oil palm cultivation has a productive presence in approximately 70% of the national territory, bringing together more than 6,000 producers. The *Loxotoma elegans* Lepidoptera is one of the main defoliation pests of oil palm cultivation in the eastern part of Colombia. The population fluctuation of insects is affected by biotic and abiotic factors. The size of a population and its variations over time can be represented by curves. These variables are important for ecology, because they enable the determination of times of population increase or decrease, essential for the success of integrated pest management. **OBJECTIVE.** To determine the population fluctuation and natural enemies of *Loxotoma elegans* (Lepidoptera: Elachistidae) in the Experimental Field Palmar de las Corocoras (CEPC), Paratebueno - Cundinamarca, taking into account the biotic and abiotic factors that are related to the population fluctuation. **MATERIALS AND METHODS.** The study was carried out in (CEPC), in lot 13 with an area of 3.78 ha, cultivate Angola x Tester, planting 2014. This lot was not intervened during the time of the study. Weekly samples were taken at 23 palms on a leaf of the leaf levels 9, 17 and 25, reviewing the number of individuals alive and affected by natural enemies, with the 5x5 movement system, which consisted of sampling every five palms every five lines, following the methodologist of fixed stations. Parasitized individuals were followed up in the entomology laboratory. Additionally, a recognition of the entomofauna diversity associated with nectariferous plants with an entomological network was made by performing 10 double passes at three sites of 1 m² in each of the nectariferous plants. **RESULTS.** The results of the population fluctuation indicate that the cycles take about 11 weeks and as the pest population increases. This pest attacks all foliar levels, but preferably towards levels 17 and 9. Ten species of parasitoids belonging to the Eulophidae and Braconidae families were registered, attacking eleven of the twelve instars; the most abundant parasitoids were *Rhysipolis* sp. and Braconidae sp.1., the latter species visits the *Croton trinitatis* nectariferous. Four species of predators of the

Syrphidae, Carabidae and Vespidae families, of the latter family, the species *Synoeca* sp. was recorded feeding on the nectariferous *Urena lobata*. 442 species of natural enemies were registered visiting the nectariferous plants.

CONCLUSIONS *Loxotoma elegans* is affected during its larval development by different natural enemies. The populations of the plague increase their population as time passes and it is where the appearance of parasitoid populations begins. The diversity of parasitoids found exerts a positive relationship on the population of healthy larvae of *L. elegans* since at the beginning of the pest cycle the amount of healthy larvae is much greater than at the end of the cycle.

Key words: parasitoid, hyperparasitoid, predator, nectariferous plants.

Simulación de las emisiones de CO₂ en sistemas productivos de Villavicencio

Simulation of CO₂ emissions in production systems of Villavicencio

Silva Parra Amanda¹ García Ramirez Dayra Yisel²

¹ Ingeniera Agrónoma MSc, PhD, Docente Universidad de los Llanos, Grupo de Investigación ISAF.

² Ingeniera Agrónoma Esp, Candidata MSc, Docente Universidad de los Llanos, Grupo de Investigación Agricultura de Precisión.

asilvap@unillanos.edu.co

dgarcia@unillanos.edu.co

RESUMEN

INTRODUCCIÓN. El cambio climático es un fenómeno de afectación mundial, producido por factores antrópicos y naturales, que provocan un aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero, principalmente el CO₂ atmosférico. Las emisiones antrópicas por las actividades agropecuarias son debidas en gran parte a los cambios en los usos del suelo. Sin embargo, éstos pueden contribuir no solo a liberar carbono sino a capturarlo en el suelo. **OBJETIVO.** El objetivo de la presente investigación fue simular la pérdida y/o aporte de carbono orgánico del suelo, que generan algunos sistemas de producción agropecuaria de Villavicencio, Colombia, sometidos a diferentes manejos del suelo, con la finalidad de estimar las absorciones y/o emisiones de CO₂ a la atmósfera. **MATERIALES Y METODOS.** Se seleccionaron 3 zonas de Villavicencio, en las cuales se priorizaron los sistemas productivos representativos, éstos se caracterizaron teniendo en cuenta algunos factores relacionados con el manejo de los suelos, factor de uso de la tierra (FLU), factor de gestión o labranza (FMG), factor de aporte de residuos (FI), con el fin de establecer los valores por defecto dictaminados por el IPCC, asociados a las tasas de pérdidas y/o ganancias de C del suelo a la atmósfera, con una proyección a 20 años, bajo condiciones

tropicales. Se tomaron muestras de suelo a una profundidad de 0-30 cm para determinar los contenidos de materia orgánica del suelo (MOS), los porcentajes de carbono orgánico (COS) y otros indicadores físico-químicos del suelo, a partir de la MOS se estimaron los stocks de carbono de referencia. Se realizó análisis de tipo multivariado con el fin de agrupar los sistemas de producción agropecuaria que capturan C en el suelo y absorben CO₂ atmosférico. **RESULTADOS.** El análisis de clúster permitió formar cuatro grupos, los clúster 1 y 2, agruparon en su mayoría a sistemas productivos perennes o semi-perennes (café en sistema agroforestal, cacao, frutales con leguminosas, silvopastoriles) que por sus prácticas de manejo del suelo, que incluyen cero labranza, alto nivel de adición de residuos de cosecha, actúan como “sumideros de carbono” y absorben CO₂ atmosférico. El clúster 3 agrupó a sistemas de pasturas degradadas, que actuaron como bajos retenedores de carbono y emisores de CO₂, principalmente con bajo a medio aporte de residuos y cero labranza, el clúster 4, agrupo a los sistemas de monocultivos (arroz con diferente tiempo de uso, soya-maíz en rotación) que realizaban labranza convencional, con baja adición de residuos, resultando en los más altos emisores de CO₂ atmosférico. **CONCLUSIÓN.** El secuestro de C del suelo es una práctica mitigadora de GEI.

Palabra clave: Cambio climático, Materia Orgánica, Sumidero de C, Uso del suelo.

ABSTRACT

INTRODUCTION. Climate change is a global phenomenon, caused by anthropic and natural factors, which cause an increase in greenhouse gas emissions, mainly atmospheric CO₂. Anthropic emissions from agricultural activities are due in large part to changes in land uses. However, these can contribute not only to releasing carbon but also to capture it in the soil. **OBJECTIVE.** The objective of the present investigation was to simulate the loss and/or contribution of organic carbon of the

soil, generated by some agricultural systems of Villavicencio, Colombia, subjected to different soil management, in order to estimate the absorptions and/or CO₂ emissions into the atmosphere. **MATERIAL AND METHODS.** Three Villavicencio zones were selected, in which representative agricultural productive systems were prioritized, these were characterized taking into account some factors related to soil management, land use factor (FLU), management factor or tillage (FMG), factor of contribution of residues (FI), in order to establish the default values by the IPCC, associated with the rates of losses and/or gains of soil C to the atmosphere, with a projection to 20 years, under tropical conditions. Soil samples were taken at a depth of 0-30 cm to determine the contents of soil organic matter (MOS), the percentages of organic carbon (COS) and other physical-chemical indicators of soil, from the MOS were estimated the reference carbon stocks. Multivariate type analysis was carried out in order to group the productive systems that capture C in the soil and absorb atmospheric CO₂. **RESULTS.** Cluster analysis allowed forming four groups, clusters 1 and 2, mostly grouped perennial or semi-perennial productive systems (coffee in agroforestry systems, cocoa, fruits with legumes, silvopastoral), that for their soil management practices, which include zero tillage, high addition of crop residues to the soil, act as "carbon sinks", clusters 3 grouped systems of degraded pastures, that act as low carbon retainer and CO₂ emitters, mainly with low to medium waste and zero tillage and Cluster 4, grouped the monoculture systems (rice with different use time, soybean in rotation mainly), that made conventional tillage and little addition of crop residues resulting in emitters of atmospheric CO₂. **CONCLUSION.** C sequestration of soil is a mitigation GHG practice.

Keyword: Climate change, Organic matter, C sink, Land use.

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

Energy efficiency evaluation of cacay's shell (*Caryodendron Orinocense*)

González Álvarez, Angie Carolina¹, Rodríguez Jiménez, Luis Alejandro¹,
López Muñoz Luis Gilberto² & Laguna Chacón, Jaime²

¹Ingeniero(a) Agroindustrial, Universidad de los Llanos

²Ingeniero Agroindustrial, Docente de la Universidad de los Llanos, Grupo de
Investigación Ciencia, Tecnología e Innovación Agroindustrial (CITIA)

luis.rodriquez.jimenez@unillanos.edu.co

RESUMEN

INTRODUCCIÓN. El uso de combustibles no renovables ha generado un impacto negativo en el ambiente, esta situación implica el deterioro de los diferentes ecosistemas. Paralelamente la acumulación de la biomasa resultante de la industrialización de algunos productos también puede generar un impacto negativo en el equilibrio del medio ambiente. Por otra parte el Cacay (*Caryodendron Orinocense*) es un fruto promisorio de la Orinoquia colombiana por sus propiedades cosméticas y alimenticias con una producción de cuesco por hectárea de 11.666,2 kg por año. Actualmente el establecimiento del cultivo de cacay se encuentra en sus fases iniciales, se proyecta con gran crecimiento debido a su alta demanda en el mercado cosmético. **OBJETIVO.** Evaluar la eficiencia energética del cuesco del cacay en función del tipo de secado y tamaño de partícula mediante un proceso de combustión adiabático y 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). **MATERIALES Y MÉTODOS.** El cuesco de Cacay se obtuvo de cultivos ubicados en el municipio de Puerto Gaitán, se sometieron a un proceso de limpieza donde se retiró cualquier suciedad y a un proceso de tamizado empleando un juego de tamices de la marca

FISHER SCIENTIFIC COMPANY, teniendo en cuenta la norma ASTM-E11, luego fueron sometidos a una de reducción de tamaño por medio de un molino de discos eléctrico 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 secaron por horno y por medio de secado natural y se denominaron como T1, T2, T3, T4 de acuerdo a los tamaños de partícula y al tipo de secado, a continuación se procedió a estimar la energía empleada para cada proceso, y se procedió a determinar el poder calorífico de las muestras por medio de una bomba calorimétrica modelo 1341 de la marca Parr. **RESULTADOS.** Se determinó que la muestra T2 presentó los valores más altos de poder calorífico alcanzando 4629 Kcal/Kg, 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 alcanzando un poder calorífico de 4465 Kcal/kg consumiendo 14,61 Kcal/Kg en sus pretratamientos de secado al sol y de molienda. **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.

Palabra clave: Eficiencia energética, Cacay, Poder calorífico.

ABSTRACT

INTRODUCTION. The use of non-renewable fuels has generated a negative impact on the environment, this situation implies the deterioration of the different ecosystems. At the same time, the accumulation of biomass resulting from the industrialization of some products can also generate a negative impact on the balance of the environment. On the other hand, Cacay (*Caryodendron Orinocense*) is a promising fruit of the Colombian Orinoquia for its cosmetic and nutritional properties with a production of cuesco per hectare of 11,666.2 kg per year. Currently the establishment of the cacay crop is in its initial stages, it is projected with great growth due to its high demand in the cosmetic market. **OBJECTIVE.** Evaluate the energy efficiency of the Cacay's shell according to the type of drying and particle size through an adiabatic combustion process and establish a comparative analysis of the results obtained from the calorific value of the cocoa husk against the recorded data of other residual biomass (sugarcane bagasse, rice husk and oil palm husk). **MATERIALS AND METHODS.** Cacay's shell was obtained from crops located in the municipality of Puerto Gaitán, underwent a cleaning process where any dirt was removed and a sieving process using a set of sieves of the FISHER SCIENTIFIC COMPANY brand, taking into account the standard ASTM-E11, then underwent a size reduction by means of an electric disk mill equipped with a 0.75 kW power motor, and a particle size study to identify the particle sizes of greater proportion and select the fractions object of study Once the particle sizes were obtained, the samples were dried by oven and by means of natural drying and were designated as T1, T2, T3, T4 according to the particle sizes and the type of drying, then we proceeded to estimate the energy used for each process, and the calorific value of the samples was determined by means of a 1341 Parr calorimetric pump. **RESULTS** It was determined that the T2 sample had the highest values of calorific value reaching 4629 Kcal / Kg, however, this sample required an energy consumption of 6205.5 Kcal / Kg in its pretreatment of oven drying and grinding much higher than the obtained energy, which in turn

makes it the sample with the highest energy expenditure, on the other hand the sample with the highest efficiency between the energy consumption of its pretreatments and the energy generated was the T4 sample reaching a calorific value of 4465 Kcal / kg consuming 14.61 Kcal / Kg in its sun-drying and grinding pretreatments. **CONCLUSIONS.** Cacay's shell is capable of achieving high energy values compared to other traditional residues such as cane bagasse, rice husk and oil palm shell, without the need for any pretreatment.

Keyword: Energy efficiency, Cacay, Calorific power.

Estudio de factibilidad para la creación de una empresa productora de alimentos precocidos congelados a base del ñame (*Dioscorea rotundata*) en la ciudad de villavicencio-meta

Feasibility study for the creation of a company producing frozen precooked foods based on yam (*Dioscorea rotundata*) in the city of villavicencio-meta

Romero Robayo Olga Daniela¹

¹Estudiante de Ingenieria Agroindustrial Universidad de los Llanos
olga.romero@unillanos.edu.co

RESUMEN

INTRODUCCIÓN. Actualmente la producción y distribución del cultivo del ñame solo se centra localmente en la región del Caribe, debido a que no existen planes de negocio y proyección para incluir la línea de producción a nivel industrial en el país, ya que no se cuenta con estrategias de mercadeo, métodos de transformación y comercialización estandarizadas, lo que conlleva a que se le dé un consumo en forma directa sin sufrir ningún proceso de industrialización desaprovechando las propiedades y beneficios que este cultivo contiene. Por lo tanto con el estudio de factibilidad se busca realizar un análisis e interpretación del cultivo de ñame, con el fin de comprender el proceso de transformación, la importancia de este alimento para el desarrollo de un producto derivado del ñame, generando nuevas salidas en el mercado para este cultivo. **OBJETIVO.** Realizar un estudio de factibilidad para la elaboración y comercialización de productos precocidos congelados derivados del Ñame (*Dioscorea rotundata*), que permita fortalecer el mercado local en la ciudad de Villavicencio-Meta. **MATERIALES Y MÉTODOS.** Este proyecto se realizara en la Ciudad de Villavicencio, Meta, mediante una técnica de investigación documental, realizando la revisión

bibliográfica y ubicación teórica del problema de investigación, elaboración del marco teórico, estudio de mercado, técnico, legal y organizacional de la información seleccionada de diferentes fuentes de información, utilizando adecuadamente las técnicas de referencia bibliográfica y estructuración de documentos (artículos, ensayos, informes, tesis, monografías). También, mediante la investigación de campo se busca describir la información a partir del contacto directo de la población del proyecto, obteniendo la información empírica a través de una encuesta semi – estructurada, esta ofrece un marco amplio en donde suministra información que nos permiten medir variables como edad, sexo, ingresos, estrato, formación académica y precios del producto. En cuanto al enfoque cuantitativo, se realiza un estudio financiero para poder analizar los resultados de los instrumentos que se aplican para la recolección de la información con la población del proyecto, con el fin de responder a preguntas u objetivos específicos que se propuso en el proyecto como evaluar un estudio financiero donde se determine los recursos económicos necesarios y los costos totales de operación del proceso productivo. **RESULTADOS.** Análisis del estudio de mercado sobre los alimentos precocidos congelados en Villavicencio, identificando el sector de estos productos y definiendo características del segmento, competencia y la estrategias comerciales, Comprobar con el estudio técnico las condiciones necesarias para el proceso de transformación del ñame (maquinaria, equipos y proceso de elaboración del producto), identificar el personal y el tipo de organización más adecuada para la empresa mediante el estudio administrativo y obtener la evaluación de la estructura financiera del proyecto, definiendo la financiación de tal forma de asegurar la rentabilidad del proyecto. **CONCLUSIONES.** Dar respuesta a los objetivos propuestos en el proyecto en donde se determine si es factible poner en marcha este estudio en la ciudad de Villavicencio-Meta, el cual puede ser una nueva oportunidad de negocio para la población y un nuevo producto en el mercado para este tubérculo.

Palabra clave: Ñame, Mercado, producto, estudio de factibilidad, transformación

ABSTRACT

INTRODUCTION. Currently, the production and distribution of the yam crop is only focused locally in the Caribbean region, because there are no business plans and projections to include the production line at the industrial level in the country, since there are no strategies for marketing, standardized transformation and marketing methods, which leads to direct consumption without suffering any industrialization process wasting the properties and benefits that this crop contains. Therefore, with the feasibility study, an analysis and interpretation of the yam crop is sought, in order to understand the transformation process, the importance of this food for the development of a product derived from the yam, generating new outputs in the Market for this crop. **OBJECTIVE.** Carry out a feasibility study for the elaboration and commercialization of frozen pre-cooked products derived from Ñame (*Dioscorea rotundata*), which allows strengthening the local market in the city of Villavicencio-Meta. **MATERIALS AND METHODS.** This project will be carried out in the City of Villavicencio, Meta, through a research technique Documentary research, carrying out the literature review and theoretical location of the research problem, elaboration of the theoretical framework, and market, technical, legal and organizational study of the selected information from different sources of information, using the bibliographic reference techniques and structuring of documents (articles, essays, reports, thesis, monographs). Also, through field research seeks to describe information from direct contact of the population of the project, obtaining the in empirical training through a semi survey - structured, this offers a ma broad RCO where supplied in training we they allow variables such as age, sex, income, stratum, academic training and product prices to be measured. Regarding the quantitative approach, a financial study is carried out to analyze the results of the instruments that are applied for the collection of information with the project population, in order to answer specific questions or objectives proposed in the project. project how to evaluate a financial study where the necessary economic resources and the total operating costs of the production process are determined. **RESULTS.** Analysis of the market study on frozen pre-

cooked foods in Villavicencio, identifying the sector of these products and defining characteristics of the segment, competition and commercial strategies, Check with the technical study the necessary conditions for the process of transformation of the yam (machinery, equipment and product development process), identify the personnel and the most appropriate type of organization for the company through the administrative study and obtain the evaluation of the financial structure of the project, defining the financing in order to ensure the profitability of the project.

CONCLUSIONS. Respond to the objectives proposed in the project where it is determined whether it is feasible to launch this study in the city of Villavicencio-Meta, which can be a new business opportunity for the population and a new product in the market for this tuber.

Key words: Yam, Market, product, feasibility study, transformation.

Selección recurrente en arroz de sabanas (*Oryza sativa* L.)

Recurrent selection in savanna rice

Delgado Huertas Hernando¹, Silva Parra Amanda² Guarin Luis Alfonso²

¹Ingeniero Agrónomo MSc, Docente Universidad de los Llanos, Grupo de Investigación ISAF.

²Ingeniera Agrónoma MSc, PhD, Docente Universidad de los Llanos, Grupo de Investigación ISAF.

³Ingeniero Agrónomo MSc, Docente Universidad de los Llanos, Grupo de Investigación ISAF.

hdelgado@unillanos.edu.co

asilvap@unillanos.edu.co

lguarin@unillanos.edu.co

RESUMEN

INTRODUCCIÓN. Los métodos clásicos de mejoramiento ha estrechado la base genética del arroz. El método de pedigrí con un número limitado de progenitores élite y relacionados genéticamente, a largo plazo puede reducir la variabilidad. El desarrollo de poblaciones con amplia base genética y el uso de métodos de mejoramiento que permitan la acumulación continua de alelos favorables, podrían superar estas desventajas. La selección recurrente (SR) permite el mejoramiento de una población mediante la pirámidación de alelos favorables de diversos donantes y de origen genético diverso. Ha sido usada en Colombia por CIAT/CIRAD para el desarrollo y mejoramiento del acervo genético del arroz *Oryza sativa* L., tipo Japonica Tropical de secano en sabanas ácidas. **OBJETIVO.** Evaluar 50 líneas de arroz de Sabana (*Oryza sativa* L.) obtenidas mediante mejoramiento poblacional por selección recurrente en Villavicencio. **MATERIALES Y MÉTODOS.** Se evaluaron en bloques completos al azar con tres repeticiones, 50 líneas avanzadas de este proyecto, junto con el testigo comercial Corpoica

Llanura 11. **RESULTADOS.** Se observó diferencia significativa entre líneas de arroz para las variables dependientes rendimiento de grano, días a floración, vigor e incidencia de *Pyricularia* en hojas y manchado de grano. Las líneas 39 y 37 de la población PCT-11, presentaron los mayores rendimientos, con 6471 y 6192 kg.ha⁻¹, respectivamente, diferentes significativamente del testigo y de nueve líneas de ciclo tardío de la población PCT-4, que presentaron rendimientos muy bajos. **CONCLUSIONES.** Los presentes resultados muestran la utilidad de la SR en arroz de sabanas para generar líneas con alto grado de adaptación a las sabanas ácidas con mayores rendimientos, resistencia a enfermedades, y el potencial para contribuir a la diversificación de su base genética.

Palabra clave: Genotipo, ambiente, adaptación, rendimiento, sanidad.

ABSTRACT

INTRODUCTION. The classical methods of breeding have narrowed the genetic basis of rice. The pedigree method with a limited number of elite and genetically related parents, in the long term can reduce variability. The development of populations with a broad genetic base and the use of breeding methods that allow the continuous accumulation of favorable alleles could overcome these disadvantages. Recurrent selection (SR) allows the improvement of a population through the pyramidation of favorable alleles of diverse donors and of diverse genetic origin. It has been used in Colombia by CIAT / CIRAD for the development and improvement of the genetic stock of *Oryza sativa* L. rice, a tropical rain-fed Japonica type in acid savannas. **OBJECTIVE.** Evaluate 50 lines of Savanna rice (*Oryza sativa* L.) obtained through population improvement through recurrent selection in Villavicencio. **MATERIALS AND METHODS.** They were evaluated in complete blocks at random with three repetitions, 50 advanced lines of this project, together with the commercial control Corpoica Llanura 11. **RESULTS.** There was a significant difference between rice lines for the dependent variables grain yield,

days to flowering, vigor and incidence of Pyricularia in leaves and grain staining. Lines 39 and 37 of the PCT-11 population had the highest yields, with 6471 and 6192 kg.ha⁻¹, respectively, significantly different from the control and nine late cycle lines of the PCT-4 population, which presented yields very low.

CONCLUSIONS. The present results show the utility of SR in savanna rice to generate lines with a high degree of adaptation to acid savannas with higher yields, resistance to diseases, and the potential to contribute to the diversification of its genetic base.

Keyword: Genotype, environment, adaptation, performance, health.

Establecimiento del cultivo de aceite de palo (*Copaifera officinalis*) en la serranía de San Martín - Meta

Establishment of the cultivation of stick oil (*Copaifera officinalis*) in the San Martín mountain range – Meta

Hernando Rueda Correa¹

¹Estudiante de Ingeniería Agronómica - Universidad de los Llanos,
hernando.rueda@unillanos.edu.co

RESUMEN

INTRODUCCIÓN. Las plantas Nativas son de gran importancia a nivel mundial ya que diferentes especies cuentan con diferentes usos y presentan adaptabilidad a la zona, en Colombia se encuentran algunas especies de plantas nativas, las cuales principalmente se utilizan para la alimentación, uso medicinal y como aceites, pero muy pocas son manejadas como cultivos, principalmente se encuentran las medicinales que son de gran demanda en el exterior y plantas de consumo nacional. **OBJETIVO.** Determinar el Potencial Productivo del Cultivo de Aceite de Palo (*Copaifera officinalis*) en la Serranía de San Martín – Meta. **MATERIALES Y MÉTODOS.** El proyecto se realizará en la serranía de San Martín (Meta), el cual consiste en realizar una primera etapa que es el establecimiento del vivero de las plantas de aceite de palo y posteriormente realizar el trasplante en una finca de la zona ya anteriormente mencionada, estableciendo la fenología, porcentaje de germinación, sobrevivencia de las plantas, la recolección de todos los datos de desarrollo que se tomarán cada 15 días, durante 1 año. Se realizará un diseño de bloques completamente al azar con 3 tratamientos y 10 repeticiones, cada parcela con un tamaño de 30mx16m, tratamientos: el cultivo asociado en un primer caso con plátano (T1), en un segundo caso con yuca (T2), para el tercer

tratamiento se hará sin cultivo asociado (T0), para determinar si se requiere de sombrero en la etapa juvenil de la planta. Para el T0 la distancia será de 6m x 3m, para el T1 la distancia de siembra de los árboles de aceite es igual que el T0 y entre ellos se sembrará a 3mx3m el plátano, para el T2 igual distancia de los árboles y entre ellos se sembrará a 1mx1m la yuca. Se llevará registro de las anomalías presentadas para determinar que patógenos o problemas fisiológicos se presentan en las plantas, las cuales se analizarán según sea el caso en el laboratorio de microbiología. Se tomarán 15 árboles adultos ubicados en la finca de estudio para realizar la extracción del aceite, se tomarán muestras de la madera y estas, junto con el aceite se enviarán a laboratorios para realizar estudios, para establecer la calidad de estos y sus posibles usos. Seguidamente, se realizará análisis de todos los datos para determinar si el cultivo se desarrolla de una forma adecuada y tiene resultados positivos para una producción a escala en la región. **RESULTADOS.** Se espera que las plantas de Aceite de palo no sean afectadas por agentes patogénicos debido a su adaptabilidad a la zona, con desarrollo óptimo del cultivo de aceite de palo (*Copaifera officinalis*) en la época juvenil. Se espera establecer que el aceite de palo presenta una amplia gama de usos desde el medicinal hasta el cosmético y la industria maderera y su aceite y madera son de alta calidad. **CONCLUSIONES.** Se espera que el árbol de aceite (*Copaifera officinalis*), presente un alto potencial productivo para la zona de la serranía de San Martín, debido a sus productos de alta calidad, alta adaptabilidad a la zona, bajos enemigos naturales y bajos costos de producción.

Palabra clave: *Copaifera officinalis*, especie nativa, serranía de San Martín, adaptabilidad, requerimientos edafoclimáticos, sistema productivo sostenible.

ABSTRACT

INTRODUCTION. Native plants are of great importance worldwide, since different species have different uses and have adaptability to the area, in Colombia there are some species of native plants, which are mainly used for food, medicinal use and as oils, but very few are managed as crops, mainly there are medicinal products that are in great demand abroad and plants for national consumption.

OBJECTIVE. To determine the productive potential of the cultivation of stick oil (*Copaifera officinalis*) in the range of mountains of San Martín - Meta. **MATERIALS**

AND METHODS. The project will be executed in the San Martín mountain range (Meta), which consists in carrying out a first stage, which is the establishment of the stick oil plant nursery and then the transplant is carried out in a farm in the area and previously mentioned, establishing the phenology, germination percentage, survival of the plants, the collection of all the development data that are taken every 15 days, for 1 year. A completely randomized block design is executed with 3 treatments and 10 repetitions, each plot with a size of 30mx16m, treatments: the associated crop in a first case with banana (T1), in a second case with cassava (T2), for the third Treatment will be done without associated culture (T0), to determine if shadow is required in the juvenile stage of the plant. For T0 the distance will be 6m x 3m, for T1 the planting distance of the oil trees is the same as T0 and between them the banana will be sown at 3mx3m, for T2 the same distance from the trees and between them will be will sow cassava at 1mx1m. A record of the abnormalities presented will be recorded to determine which pathogens or physiological problems occur in plants, which will be analyzed as appropriate in the microbiology laboratory. 15 adult trees located in the study farm will be taken to carry out the extraction of the oil, samples of the wood will be taken and these, together with the oil will be sent to laboratories to carry out studies, to establish the quality of these and their possible uses. Subsequently, analysis of all the data will be carried out to determine if the crop develops in an appropriate way and has positive results for a production at scale in the region. **RESULTS.** It is expected that Stick Oil plants will not be affected by pathogenic agents due to their

adaptability to the area, with optimal development of the cultivation of stick oil (*Copaifera Oficcinalis*) in the juvenile era. It is expected to establish that stick oil has a wide range of uses from medicinal to cosmetic and wood industry and its oil and wood are of high quality. **CONCLUSIONS** The oil tree (*Copaifera officinalis*) is expected to present a high productive potential for the San Martin mountain area, due to its high-quality products, high adaptability to the area, low natural enemies and low production costs.

Key words: *Copaifera officinalis*, native species, range of mountains of San Martín, adaptability, edafoclimatic requirements, sustainable productive system.

**Evaluación del rendimiento en la producción de (*Pleurotus Pulmonarius*,
Pleurotus Ostreatus) a partir de los sustratos tusa de mazorca y cacota de
cacao**

**Evaluation of the production performance of (*Pleurotus Pulmonarius*,
Pleurotus Ostreatus) from tusa cob and cocoa mascot substrates**

Hernandez Rubio Debbie Zareth¹, Cabrales Londoño Ericka Vanessa², Luis
Gilberto Lopez Muñoz³

¹Estudiante de Ingeniería agroindustrial de la Universidad de los Llanos,

² Estudiante de Ingeniería agroindustrial de la Universidad de los Llanos,

³ Ingeniero Agroindustrial, Master estudios de desarrollo local

debbie.hernandez@unillanos.edu.co

ericka.cabrales@unillanos.edu.co

RESUMEN

INTRODUCCIÓN. Desde un punto de vista estrictamente nutricional, los hongos son una magnífica fuente de alimentos debido a su alto contenido proteínico (20-30% de su biomasa seca, con todos los aminoácidos esenciales para la dieta humana), así como la presencia de vitaminas B y D, y de quitina como fuente de fibra dietéticas. Este trabajo permitió evaluar el crecimiento y producción de *Pleurotus pulmonarius*, y *Pleurotus ostreatus* sobre dos residuos agroindustriales: tusa de mazorca y cacota de cacao, bajo condiciones ambientales, haciendo énfasis en la evaluación del rendimiento de dichas especies en los sustratos ricos en lignina en el proceso de obtención de las setas mencionadas. **OBJETIVO.** Evaluar el rendimiento de la producción de (*Pleurotus Pulmonarius*, *Pleurotus Ostreatus*) a partir de los sustratos tusa de mazorca y cacota de cacao.

MATERIALES Y MÉTODOS. Este proyecto se realizó en Villavicencio, Meta, las semillas utilizadas fueron *Pleurotus ostreatus* y *Pleurotus pulmonarius*, las cuales se sembraron en sustratos de cacota de cacao y tusa de mazorca; se

establecieron estas materias primas debido a que son ricas en fibra, con alta cantidad de lignina y sin presencia de químicos, para efectuar el desarrollo del micelio. Los sustratos fueron previamente tratados con melaza, cal, y agua, los cuales fueron introducidos en bolsas de polipropileno (tubulares). Para la inoculación se utilizaron cucharas metálicas para llevar a cabo la siembra en el cultivo; en cuanto a la etapa de fructificación, para permitir la salida de los hongos al crecer, se realizaron pequeñas punzadas con agujas. Lo anterior fue realizado bajo condiciones completamente estériles. **RESULTADOS.** Los datos recogidos durante el desarrollo de este trabajo se analizaron para determinar la producción del hongo tipo Orellana según la mezcla inoculada, se muestra que en comparación la mezcla de orellana blanca con orellana morena presenta un 27.22% de rendimiento en la producción y mejor aprovechamiento del sustrato usado que el sustrato inoculado con solo orellana tipo morena. Se propuso igualdad de varianzas para el análisis con una confiabilidad del 95 % determinando que la mezcla de semilla de orellana morena y blanca generó un rendimiento mayor y estadísticamente significativo en comparación a la semilla evaluada con solo orellana morena, puesto que presentó mayor rentabilidad superando al cultivo control en aproximadamente 318.96 g de peso en fresco del hongo. Indicando que si las bolsas de 1 kg de mezcla, se generarían en promedio 36.53 g en peso en fresco del hongo por oleada, por ende se recomienda la inoculación de orellanas morenas y blancas en este sustrato usado para el cultivo de orellanas. **CONCLUSIONES.** Se obtuvo 9,97 g de diferencia en producción de orellanas morenas y blancas con respecto a las semillas de orellanas morenas, indicándose que ambas medias obtenidas ciertamente son diferentes, pero no significativas, concluyendo en que dichas semillas la varianza fue la misma para ambas, determinando como verdadera la hipótesis nula. Ambas cajas presentan similitud entre cada una de las producciones, sin embargo, los datos obtenidos de la orellana blanca y morena, tiene producciones grandes en el mismo tiempo de recolección haciendo que se presente una diferencia entre ambas semillas, pero esto no significa que el tipo de semilla incluya en el rendimiento de la producción.

Palabra clave: Inóculo, fructificación, orellanas, rendimiento, sustrato.

ABSTRACT

INTRODUCTION. From a strictly nutritional point of view, fungi are a great source of food due to their high protein content (20-30% of their dry biomass, with all the essential amino acids for the human diet), as well as the presence of B vitamins and D, and chitin as a source of dietary fiber. This work allowed to evaluate the growth and production of *Pleurotus pulmonarius*, and *Pleurotus ostreatus* on two agroindustrial residues: corn cob and cocoa mascot, under environmental conditions, emphasizing the evaluation of the performance of these species in rich substrates is lignin in the process of obtaining the mentioned mushrooms.

OBJECTIVE Evaluate the production performance of (*Pleurotus Pulmonarius*, *Pleurotus Ostreatus*) from the Tuscan cob and cocoa mascot substrates.

MATERIALS AND METHODS. This project was carried out in Villavicencio, Meta, the seeds used were *Pleurotus ostreatus* and *Pleurotus pulmonarius*, which were sown on substrates of cocoa mascot and corn cob; these raw materials were established because they are rich in fiber, with a high amount of lignin and without the presence of chemicals, to effect the development of mycelium. The substrates were previously treated with molasses, lime, and water, which were introduced in polypropylene (tubular) bags. For inoculation, metallic spoons were used to carry out the planting in the crop; as for the fruiting stage, to allow the fungi to grow out, small needle punctures were made. The above was done under completely sterile conditions.

RESULTS. The data collected during the development of this work were analyzed to determine the production of the Orellana type fungus according to the inoculated mixture, it is shown that in comparison the mixture of white orellana with brown orellana shows a 27.22% yield in production and better use of the substrate used than the substrate inoculated with only brown-colored orellana. Equal variances were proposed for the analysis with a 95% reliability, determining that the mixture of brown and white orellana seed generated a higher and statistically significant yield compared to the seed evaluated with only brown orellana, since it presented greater profitability exceeding the control culture at approximately 318.96 g fresh weight of the fungus. Indicating that if the bags of 1

kg of mixture, an average of 36.53 g in fresh weight of the mushroom per wave would be generated, therefore the inoculation of brown and white orellanas in this substrate used for the cultivation of orellanas is recommended. **CONCLUSIONS.** A difference of 9.97 g was obtained in the production of brown and white orellanas with respect to the seeds of brown orellanas, indicating that both means obtained are certainly different, but not significant, concluding that said seeds the variance was the same for both, determining the null hypothesis as true. Both boxes show similarity between each of the productions, however, the data obtained from the white and brown orellana, has large productions at the same time of collection causing a difference between both seeds, but this does not mean that the type of seed include in production yield.

Key words: Inoculum, fruit, orellanas, yield, substrate.

Evaluación del comportamiento reológico y ph de una crema exfoliante corporal a base de harina de cacay (*Caryodendron orinocense*)

Evaluation of the rheological behavior and ph of a body scrub cream based on cacay flour (*Caryodendron orinocense*)

Pedro D. Guerrero M.¹, Luis G. López M.², Cristian C. Buitrago .M³, Windy A. Mora S.⁴

¹Estudiante de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad de los Llanos,

²ingeniero agroindustrial, Master Estudios de Desarrollo Local

³Estudiante de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad de los Llanos,

⁴Estudiante de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad de los Llanos

pedro.guerrero@unillanos.edu.co

llopezm@unillanos.edu.co

camilo.buitrago.montenegro@unillanos.edu.co

windy.mora@unillanos.edu.co

RESUMEN

INTRODUCCIÓN. El Cacay es una de las especies más promisorias de la biodiversidad Amazónica, razón por la cual ha sido objeto de estudio de científicos e instituciones en Colombia, Venezuela, Ecuador, Perú y Brasil. Se estudia el proceso continuo de control de calidad del producto final para conocer el efecto que este posee en la piel con respecto al tiempo y la temperatura de almacenamiento. **OBJETIVO.** Elaborar una crema con actividad exfoliante corporal a base de harina cacay, por medio de un tamizado del fruto y evaluar el comportamiento reológico y pH del producto final para conocer el efecto de calidad y aceptabilidad en diferentes concentraciones (10,20 y 30%). **MATERIALES Y MÉTODOS.** Se utilizaron 410g de harina de cacay, la cual pasó por un proceso de tamizado con un diámetro de tamaño de partícula de 14 μ m. Esta tiene un alto contenido de ácidos grasos poliinsaturados (75%) como el linoleico (72,7%), oleico

(14%), esteárico (4%), palmítico (8%) y linolénico (2,5 a 12,5%); vitaminas E y F y retinol. A cada muestra de crema exfoliante, todas con concentraciones del 10%, 20% y 30% de cacay, se les realizaron pruebas reológicas donde se determinó el pH y la viscosidad que estas presentaron con el transcurso de los días; para ello, se introdujo un pHmetro y un viscosímetro dentro de cada muestra que contenía 400g de crema exfoliante de harina de cacay con sus respectivas concentraciones. Y se finalizó realizando un seriado de encuestas sobre el comportamiento del producto a diferentes concentraciones y el efecto que este presentó en los encuestados. **RESULTADOS.** El pH inicial finalizado el producto para la muestra 1, 2 y 3 fue de 6.50, 6.45 y 6.19 respectivamente, siendo un resultado esperado, debido a que mientras más concentración de cacay posea, el pH obtenido será más bajo. se realizó un anova donde se observa que se rechaza la hipótesis nula, aceptando la hipótesis alterna, arrojando un valor de P inferior a alfa de 0.05, queriendo decir que las medias no son iguales, sino diferentes, llegando a una heterogeneidad de los datos de los valores de pH y de viscosidad, datos tomados a diferentes días. Para las encuestas se tuvieron desviaciones estándar muy bajas, se cambiaron de una variable cualitativa a cuantitativa para poder realizar este análisis **CONCLUSIONES.** Según los análisis obtenidos, la crema óptima depende de cómo se desee. Debido a que en la prueba de viscosidad la crema con mayores propiedades de untabilidad y sensación en la piel fue la de concentración al 30% y según las encuestas la mejor fue la crema con concentración al 10%.

Palabra clave: árbol amazónico, biodiversidad amazónica, cacay, exfoliante.

ABSTRACT

INTRODUCTION. Cacay is one of the most promising species of Amazonian biodiversity, which is why it has been the subject of study by scientists and institutions in Colombia, Venezuela, Ecuador, Peru and Brazil. The continuous

process of quality control of the final product is studied to know the effect it has on the skin with respect to time and storage temperature. **OBJECTIVE.** To evaluate nutrient digestibility and productive parameters in broilers including Cayenne flour (*Hibiscus rosa sinensis*, L) without and with probiotics (*Lactobacillus acidophilus*) plus pectin as a replacement for the concentrate. **MATERIALS AND METHODS.** 410g of cacay flour were used, which went through a sieving process with a particle size diameter of 14 μ m. It has a high content of polyunsaturated fatty acids (75%) such as linoleic (72.7%), oleic (14%), stearic (4%), palmitic (8%) and linolenic (2.5 to 12.5 %); vitamins E and F and retinol. Each sample of exfoliating cream, all with concentrations of 10%, 20% and 30% of cocoa, were rheological tests where the pH and viscosity that they presented with the course of the days were determined; For this, a pH meter and a viscometer were introduced into each sample that contained 400g of peanut butter scrub cream with its respective concentrations. And it was completed by conducting a series of surveys on the behavior of the product at different concentrations and the effect that this presented on the respondents. **OBJECTIVE.** Prepare a cream with body scrub activity based on cacay flour, through a sieve of the fruit and evaluate the rheological behavior and pH of the final product to know the effect of quality and acceptability in different concentrations (10.20 and 30%). **MATERIALS AND METHODS.** 410g of cacay flour were used, which went through a sieving process with a particle size diameter of 14 μ m. It has a high content of polyunsaturated fatty acids (75%) such as linoleic (72.7%), oleic (14%), stearic (4%), palmitic (8%) and linolenic (2.5 to 12.5 %); vitamins E and F and retinol. Each sample of exfoliating cream, all with concentrations of 10%, 20% and 30% of cocoa, were rheological tests where the pH and viscosity that they presented with the course of the days were determined; For this, a pH meter and a viscometer were introduced into each sample that contained 400g of peanut butter scrub cream with its respective concentrations. And it was completed by conducting a series of surveys on the behavior of the product at different concentrations and the effect that this presented on the respondents. **RESULTS.** The initial pH at the end of the product for sample 1, 2 and 3 was 6.50, 6.45 and 6.19 respectively, being an expected

result, because the higher the concentration of cacay, the pH obtained will be lower. An anova was carried out where it is observed that the null hypothesis is rejected, accepting the alternate hypothesis, throwing a value of P lower than 0.05, meaning that the means are not equal, but different, reaching a heterogeneity of the data of pH and viscosity values, data taken at different days. For the surveys there were very low standard deviations, they changed from a qualitative variable to a quantitative one to be able to perform this analysis. **CONCLUSIONS.** According to the analysis obtained, the optimal cream depends on how it is desired. Due to the fact that in the viscosity test, the cream with the highest spreadability and skin sensation properties was the 30% concentration and according to the surveys, the cream with the 10% concentration was the best.

Keyword: Amazonian tree, Amazonian biodiversity, cacay, scrub.

Propiedades químicas, físicas y biológicas del suelo, indicadores del estado de diferentes ecosistemas en una terraza alta del departamento del meta

Chemical, physical and biological properties of the soil, indicators of the state of different ecosystems on a high terrace of the meta department

Calderón Medina Claudia L¹; Bautista Mantilla Gina P² & Rojas Gonzalez Salvador³

¹ I.A Esp. MSc. Producción Tropical Sostenible. Universidad de los Llanos

² I.A Esp. MSc. Producción Tropical Sostenible. Universidad de los Llanos

³ I.A. MSc. Investigador PhD. Agrosavia

ccalderonmedina@gmail.com

ginapabado@gmail.com

srojas@agrosavia.co

RESUMEN

INTRODUCCIÓN. La calidad del suelo se ve afectada por problemas como el aumento de la densidad aparente, la compactación y la pérdida del suelo causada por la erosión, que disminuyen la productividad de los sistemas producción agrícola. Por otra parte el establecimiento de cultivos y en mayor medida la ganadería se asocia con la degradación del ecosistema por el impacto que causa en el suelo y por la presión que ha ejercido sobre el bosque consecuencia de la tala de árboles para el establecimiento de pasturas. **OBJETIVO.** Avanzar en la valoración de las propiedades químicas, físicas y biológicas como indicadores de calidad del suelo en un sistema agroforestal **MATERIALES Y MÉTODOS.** Se evaluaron tres sistemas de uso en suelos de terraza alta ubicados en el C.I La Libertad de Agrosavia: bosque, sistema agroforestal (SAF) y pradera. Se tomaron muestras de suelo a dos profundidades 0-10 cm (P1) y 10-20 cm (P2). Se midieron variables químicas y físicas y se hizo recuento microbiano de hongos, bacterias, actinomicetos y mesoinvertebrados, estos se identificaron a nivel de familia y especie. Inicialmente, se realizó análisis descriptivo de los datos y se

interpretaron de acuerdo con los valores de referencia reportados. El análisis estadístico se realizó por medio de Análisis de Componentes Principales (ACP), análisis de varianza y prueba de comparación de medias de Duncan (para lo cual se utilizaron los software estadísticos R versión 3.1.2 (paquete ADE4 1.4.5) e INFOSTAT 2014I).. **RESULTADOS.** Se seleccionaron las variables químicas pH, aluminio intercambiable (AIH), fósforo (P), calcio (Ca), magnesio (Mg), potasio (K), boro (B), azufre (S), sodio (Na), zinc (Zn), capacidad de intercambio catiónico efectiva (CICE) y las variables físicas conductividad hidráulica (CH), densidad aparente (DA), mesoporosidad (MES), porosidad total (PT), saturación (SAT), capacidad de campo (CC), humedad disponible (HD), microporosidad (MIC), punto de marchitez permanente (PMP), porcentaje de arena y arcilla, que permiten separar los sistemas en cuanto a la calidad del suelo. En el SAF se encontró moderada calidad química representada por altos valores de pH(5,30), bajo AIH (1,02 Cmol/kg), bajos contenidos de Ca en P1 (1,49 Cmol/kg) y P2 (0,71 Cmol/kg), bajo Mg en P1(0,49 Cmol/kg) y P2(0,21 Cmol/kg) y, los mayores valores encontrados de S(13,08 mg/kg) y Zn(0,70 mg/kg) en P2. A su vez, el SAF mostró baja calidad física con valores de DA de 1,34 g/cm³ en P1 y 1,46g/cm³ en P2. **CONCLUSIONES.** Los indicadores físicos y químicos seleccionados permitieron diferenciar entre los tres sistemas de producción evaluados (Bosque, SAF y Pradera), es decir, son sensibles a los cambios en el uso del suelo. Las variables biológicas no contribuyeron a la diferenciación entre sistemas, sin embargo, el bosque arrojó un mayor número de actinomicetos y hongos micorrizicos arbusculares (HMA) asociados a una mayor asimilación de nutrientes como el P.

Palabra clave: *Sistema agroforestal, SAF, bosque, pradera, indicador*

ABSTRACT

INTRODUCTION. Soil quality is affected by problems such as increased bulk density, compaction and soil loss caused by erosion, which decrease the productivity of agricultural production systems. On the other hand, the establishment of crops and, to a greater extent, livestock is associated with the

degradation of the ecosystem due to the impact it causes on the soil and the pressure it has exerted on the forest due to the felling of trees for the establishment of pastures. **OBJECTIVE.** Advance the assessment of chemical, physical and biological properties as indicators of soil quality in an agroforestry system

MATERIALS AND METHODS. In the evaluation of the chemical, physical and biological properties as soil quality indicators for agroforestry systems, three systems of land use were valued. These systems are located in high terrace soils in the La Libertad de Agrosavia were evaluated: forest, system agroforestry (SAF) and grassland. Soil samples were taken at two depths 0-10 cm (P1) and 10-20 cm (P2). Chemical and physical variables were measured, microbial counts were made of fungi, bacteria, actinomycetes and mesoinvertebrates. These organism were identified at family and species level. Initially, a descriptive analysis of the data was performed and interpreted according to the reported reference values. The statistical analysis was carried out through Principal Component Analysis (PCA), variance analysis and Duncan's mean comparison test (for which statistical software R version 3.1.2 (package ADE4 1.4.5) and INFOSTAT were used. 2014).

RESULTS. Chemical variables were selected: pH, exchangeable aluminum (AlH), phosphorus (P), calcium (Ca), magnesium (Mg), potassium (K), boron (B), sulfur (S), sodium (Na), zinc (Zn), effective cation exchange capacity (CICE) and the physical variables hydraulic conductivity (CH), bulk density (DA), mesoporosity (MES), total porosity (PT), saturation (SAT), field capacity (CC), available humidity (HD), microporosity (MIC), permanent wilting point (PMP), percentage of sand and clay, which allow to separate the systems in terms of soil quality. In the SAF, moderate chemical quality was found, represented by high pH values (5.30), low AlH (1.02 Cmol / kg), low contents of Ca in P1 (1.49 Cmol / kg) and P2 (0, 71 Cmol / kg), under Mg in P1 (0.49 Cmol / kg) and P2 (0.21 Cmol / kg) and, the highest values found of S (13.08 mg / kg) and Zn (0.70 mg / kg) in P2. In turn, the SAF showed low physical quality with DA values of 1.34 g / cm³ in P1 and 1.46 g / cm³ in P2. **CONCLUSIONS** The selected physical and chemical indicators allowed us to differentiate between the three production systems evaluated (forest, system agroforestry (SAF) and grassland), that is, they are sensitive to changes in land

use. The biological variables did not contribute to the differentiation between systems, however, the forest showed a greater number of actinomycetes and arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) associated with greater assimilation of nutrients such as P

Key words: Agroforestry system, SAF, forest, grassland, indicator.

Potencial de repelencia de algunos extractos vegetales sobre el control de *Spodoptera frugiperda* Smith (Lepidoptera: Noctuidae) EN MAÍZ (*Zea mays*)

Repellency potential of some plant extracts on the control of *Spodoptera frugiperda* Smith (Lepidoptera: Noctuidae) IN CORN (*Zea mays*)

Lozano Mojica Sandra Katherine ¹ & Zambrano Morales Angie Lizeht²

¹Ingeniera agrónoma Universidad de los Llanos

²Ingeniera agrónoma Universidad de los Llanos Esp. Geomatica Universidad
military

sandra.lozanomojica@gmail.com

zmalizeth@gmail.com

RESUMEN

INTRODUCCIÓN. La especie *S. frugiperda* es considerada la plaga más amenazante en el cultivo de Maíz, produce daño directo en su estado larval, esta especie logra disminuir el rendimiento fisiológico de la planta. Para el control de esta plaga se han incursionado en diferentes investigaciones para su control químico y biológico, siendo de más alta eficacia en su control químico el ingrediente activo Clorpirifós y *Bacillus thuringiensis* como control biológico. En el manejo del cultivo de maíz se incluyen las aplicaciones de control fitosanitario de plagas en donde se hace una gran inversión por hectárea para la regulación de *S. frugiperda*, las variedades de siembra tardía son las más afectadas, ya que requieren hasta 3 aplicaciones de insecticidas, lo que implica un gasto de insumos de síntesis química que aumentan el efecto tóxico al medio ambiente. Conveniente a la situación se evalúa el concepto de alelopatía como un fenómeno biológico por el cual un organismo produce uno o más compuestos bioquímicos que influyen en el crecimiento, supervivencia o reproducción de otros organismos, en función a este fenómeno que ocurre naturalmente someteremos a hipótesis una solución alternativa en el control de *S. frugiperda* donde se evaluaron los efectos

alelopáticos de algunas especies de plantas que abundan en el agro ecosistema y que por la misma razón se convierten en un recurso viable dentro de los costos de producción y un manejo apropiado del cultivo de maíz **OBJETIVO.** Evaluar el potencial de repelencia de extractos vegetales Higuierilla (*Ricinus communis*), Clavelito de playa (*Wedelia trilobata*), Falso cordón de fraile (*Hyptis capitata*), Venadillo (*Conyza bonariensis*), Chimú (*Nicotiana tabacum*), Pringamoza (*Urtica* sp.), Ruda (*Ruta* sp.), Siparuna (*Siparuna* sp.), Verbena (*Verbena officinalis*.), Lantana (*Lantana camara*), Falso añil (*Indigofera tinctoria*). sobre el control de *Spodoptera frugiperda* en el cultivo de maíz (*Zea mays*).**MATERIALES Y MÉTODOS** La investigación se llevó a cabo en la granja de la Universidad de los Llanos y los extractos se realizaron en el laboratorio de microbiología de la Universidad de los Llanos los dos ubicados en el Municipio de Villavicencio donde se realizó una siembra mecanizada del cultivo del maíz, una vez sembrado el cultivo se fraccionó el terreno en parcelas de 3 surcos con 15 metros de longitud por tratamiento, para un total de 12 tratamientos (más 2 testigos). con la obtención de los 12 extractos vegetales elaborados a través de un método sencillo en el laboratorio se realizó la aplicación a una periodicidad de cada 2 semanas en una dosis de 80 ml por bombada de 2L se realizando 3 aplicaciones, (21 nov, 10 dic 21 dic del 2015). Para las evaluaciones de sanidad de las plantas se tomaron 5 fechas de monitoreo, (28 Nov, 10 Dic, 21 Dic, del 2015 y 4 Ene, 14 Ene, del 2016). Se estandarizaron 3 caracteres descriptivos (Altura, número de hojas y daño). **RESULTADOS.** Todos los extractos utilizados presentaron efecto de reducción de daño causado por *Spodoptera frugiperda* comparados con el testigo externo sin aplicación, el menor valor de daño causado por este insecto se observó en ruda con 12,33% siendo similar estadísticamente a verbena, clavelito, ortiga y lantana los cuales presentaron valores de daño de 22,00%; 24,67%; 26,53 % y 28,00 % respectivamente. Estos tratamientos mencionados presentaron diferencias estadísticas con el testigo externo, el tratamiento con Ruda presentó diferencias estadísticas con el testigo externo y los tratamientos Venadillo, Falso añil, Higuierilla, chimú, extractos de Toronja, el testigo interno, Siparuna y falso Cordón. **CONCLUSIONES.** La parcela que presentó menor nivel de daño fue la tratada con

extracto de Ruda por lo cual lo consideramos que es la especie vegetal con mayor potencial repelente sobre el control del gusano cogollero del maíz. El impacto económico estima que el uso alternativo de extractos vegetales demuestra una evidente reducción en los costos de manejo por hectárea, que expresado en porcentajes determina un 16.5% menos de inversión frente al control con Clorpirifos, la Ruda (*Ruta Graveolens.*), Verbena. (*Verbena Officinalis L*), Clavelito. (*Wedelia Trilobata*), son especies vegetales con una producción de metabolitos secundarios con propiedades insecticidas potencialmente utilizables para el control de *Spodoptera frugiperda*.

Palabra clave: Alelopatía, maíz, extractos, plaga, control biológico.

ABSTRACT

INTRODUCTION. The *S. frugiperda* species is considered the most threatening pest in the cultivation of corn, produces direct damage in its larval state, this species manages to decrease the physiological performance of the plant. In order to control this pest, different investigations have been entered into for its chemical and biological control, the active ingredient Chlorpyrifos and *Bacillus thuringiensis* being the most effective in its chemical control as a biological control. In the management of corn cultivation, phytosanitary pest control applications are included, where a large investment per hectare is made for the regulation of *S. frugiperda*, late sowing varieties are the most affected, since they require up to 3 applications of insecticides, which implies an expense of chemical synthesis inputs that increase the toxic effect on the environment. Appropriate to the situation, the concept of allelopathy is evaluated as a biological phenomenon by which an organism produces one or more biochemical compounds that influence the growth, survival or reproduction of other organisms, depending on this naturally occurring phenomenon we will hypothesize a alternative solution in the control of *S. frugiperda* where the allelopathic effects of some species of plants that abound in

the agro ecosystem were evaluated and that for the same reason become a viable resource within production costs and proper crop management of corn

OBJECTIVE. To assess the repellency potential of vegetable extracts Higuierilla (*Ricinus communis*), Beach carnation (*Wedelia trilobata*), False friar cord (*Hyptis capitata*), Venadillo (*Conyza bonariensis*), Chimú (*Nicotiana tabacum*), Pringamoza (*Urtica* sp.), Ruda (*Ruta* sp.), Siparuna (*Siparuna* sp.), Verbena (*Verbena officinalis*.), Lantana (*Lantana camara*), False Indigo (*Indigofera tinctoria*). on the control of *Spodoptera frugiperda* in the cultivation of corn (*Zea mays*).

MATERIALS AND METHODS The research was carried out in the farm of the University of the Plains and the extracts were carried out in the microbiology laboratory of the University of the Plains the two located in the Municipality of Villavicencio where a mechanized planting of the corn crop was carried out, once the crop was sown the land was divided into plots of 3 rows with 15 meters in length per treatment, for a total of 12 treatments (plus 2 witnesses) .With the obtaining of the 12 vegetable extracts elaborated through a simple method in the laboratory, the application was carried out at a periodicity of every 2 weeks in a dose of 80 ml per pump of 2L with 3 applications being carried out, (Nov 21 , Dec 10, Dec 21, 2015). For the health assessments of the plants, 5 monitoring dates were taken, (Nov 28, Dec 10, Dec 21, 2015 and Jan 4, Jan 14, 2016). 3 descriptive characters were standardized (Height, number of leaves and damage)

RESULTS.

All the extracts used showed a damage reduction effect caused by *Spodoptera frugiperda* compared to the external control without application, the lowest damage value caused by this insect was observed in rue with 12.33% being statistically similar to verbena, carnation, nettle and lantana which presented damage values of 22.00%; 24.67%; 26.53% and 28.00% respectively. These mentioned treatments presented statistical differences with the external control, the treatment with Ruda presented statistical differences with the external control and the treatments Venadillo, False Indigo, Higuierilla, Chimú, Grapefruit extracts, the internal control, Siparuna and false Cordon.

CONCLUSIONS. The plot that presented the lowest level of damage was the one treated with Ruda extract, which is why we consider it to be the plant species with the greatest repellent potential over the control of the

corn-borne worm. The economic impact estimates that the alternative use of plant extracts demonstrates an evident reduction in management costs per hectare, which, expressed in percentages, determines 16.5% less investment compared to control with Chlorpyrifos, the Rue (*Ruta Graveolens* Route), Verbena. (*Verbena Officinalis* L), Clavelito. (*Wedelia Trilobata*), are plant species with a production of secondary metabolites with insecticidal properties potentially usable for the control of *Spodoptera frugiperda*.

Keyword: Allelopathy, corn, extracts, pest, biological control.

PROCESOS AGROINDUSTRIALES

Evaluación del efecto de las condiciones de cultivo sobre el crecimiento de *desmodesmus opoliensis* y su producción de ácidos grasos

Evaluation on the effect of growing conditions on the growth of *desmodesmus opoliensis* and its production of fatty acids

Cristian Alejandro Burgos Rada¹, Javier Alexander Jiménez Forero² & Juan Ramírez Merlano^{3*}

¹Ingeniero Agroindustrial;

²Ingeniero Agroindustrial, MSc;

³Profesional en Acuicultura, MSc

* Grupo de Investigación sobre Reproducción y Toxicología de Organismos Acuáticos-GRITOX, Instituto de Acuicultura de los Llanos-IALL; Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Universidad de los Llanos, Villavicencio, Meta- Colombia.

Cristian.burgos@unillanos.edu.co

RESUMEN

INTRODUCCIÓN. Las microalgas son microorganismos fotosintéticos reconocidos por la producción de vitaminas, carbohidratos, carotenoides, pigmentos y lípidos. La producción de estos componentes es afectada por parámetros de cultivo como la luminosidad, disponibilidad de nutrientes entre muchos otros. Los medios de cultivo, los cuales aportan estos micro y macronutrientes para especies autótrofas como la familia de las *clorófitas*, son demasiado costosos e impactan hasta en un 70% del valor comercial de un producto terminado a base de estos microorganismos, por lo que la mirada del mundo está en tratar de apostarle a estos microorganismos de forma sustentable para hacer viables los proyectos a escala industrial. **OBJETIVO.** El objeto de este estudio fue evaluar algunos parámetros de cultivo en *Desmodesmus opoliensis* y su participación en el

crecimiento celular y en la relación de producción de ácidos grasos poliinsaturados. **MATERIALES Y MÉTODOS.** La experimentación fue llevada a cabo en el Instituto de Acuicultura de los Llanos (IALL) de la Universidad de los Llanos (Villavicencio, Meta), donde se aisló una cepa de microalga *chlorófit* y se dejó un cultivo stock (inóculo), el cual se cultivó en dos medios fertilizantes: Remital (Empresa Abocol) y Wuxal (Bayer) a diferentes dosis para determinar la curva cinética y su comportamiento con dos variables de respuesta: densidad celular y clorofilas totales. La densidad celular se midió por de conteo celular en cámara de Neubauer (Cel.mL^{-1}) y las clorofilas totales por espectrofotometría (μg de pigmentos. mL^{-1}). Las condiciones de cultivo fueron rangos controlados: 25 – 30 °C de temperatura y fotoperiodos de 12-12 h y 10-14 h (Luz-oscuridad) durante 16 días. **RESULTADOS.** La especie que se analizó presentó muy buen comportamiento de crecimiento, las curvas de crecimiento celular presentaron datos normales, homocedásticos y presentaron diferencias significativas en sus medias ($p < 0,05$) en el día de mayor crecimiento (Día 12). La microalga alcanzó una densidad celular máxima de $3,20 \times 10^6$ y una mínima de $9,50 \times 10^5$ Células. mL^{-1} . Por otro lado, las producciones de clorofilas totales se mantuvieron en un rango de 5,49 - 21,30 $\mu\text{g.mL}^{-1}$. **CONCLUSIONES.** Se obtuvieron rendimientos de lípidos de hasta un 5 % (p/p), con ácidos grasos poliinsaturados como el ácido oleico, linoléico y α -linolénico en proporciones del 11,70, 14,20 y 25,54 por ciento respectivamente. Proponer un uso y escalamiento industrial de microalgas si es posible si se encuentran medios de cultivos tan económicos y eficientes como el Remital. Con esto, se sigue cerrando la brecha que existe entre la producción de microalgas a escala de laboratorio y a escala industrial.

Palabra clave: Ácidos grasos, microalgas, clorofila, curva cinética.

ABSTRACT

INTRODUCTION. Microalgae are photosynthetic microorganisms recognized by the production of vitamins, carbohydrates, carotenoids, pigments and lipids. The productions of these components are affected by crop parameters such as luminosity, availability of nutrients among many others. The culture media, which contribute these micro and macronutrients for autotrophic species such as the *chlorophytes* family, are too expensive and impact up to 70% of the commercial value of a finished product based on these microorganisms, so that the look of the world is to try to bet on these microorganisms in a sustainable way to make projects viable on an industrial scale. **OBJETIVE.** The aim of this study was to evaluate some growth parameters in *Desmodesmus opoliensis* and their participation in cell growth and in the production relationship of polyunsaturated fatty acids. **MATERIALS AND METHODS.** The experimentation was carried out at the Instituto de Acuicultura de los Llanos (IALL) of the University of the Llanos (Villavicencio, Meta), where a strain of chlorophyte microalgae was isolated and a stock culture was left, which was cultivated in two fertilizer media: Remital (Abocol) and Wuxal (Bayer) in different doses to determine the kinetic curve and its behavior with two response variables: cell density and total chlorophylls. Cellular density was determined by cell counting in Neubauer chamber (Cel.mL^{-1}) and total chlorophylls by spectrophotometry (μg of pigments. mL^{-1}). The cultivation conditions were controlled ranges: 25 - 30 ° C and 12-12 h and 10-14 h photoperiods (dark-light) for 16 days. **RESULTS.** The species analyzed showed very good growth behavior, the cell growth curves presented normal, homocedastic data and presented significant differences in their means ($p < 0.05$) on the day of greatest growth (Day 12). The microalga reached a maximum cell density of 3.20×10^6 and a minimum of 9.50×10^5 Cells. mL^{-1} . On the other hand, total chlorophyll production remained in the range of 5.49 - 21.30 $\mu\text{g.mL}^{-1}$. **CONCLUSIONS.** Lipid yields of up to 5 % (w/w) were obtained with polyunsaturated fatty acids such as oleic, linoleic and α -linolenic acid in proportions of 11.70, 14.20 and 25.54 percent respectively. To propose a use and industrial scaling of microalgae if possible if you find fertilizers media as economical and efficient as Remital. With this, the gap between

the production of microalgae at laboratory scale and the industrial scale is still closed.

Key words: Fatty acids, microalgae, chlorophyll, kinetic curve.

Estimación del consumo potencial de energía eléctrica mediante el uso de un modelo matemático para el departamento del vichada durante el periodo 2019-2039.

Estimation of the potential consumption of electric energy through the use of a mathematical model for the department of the vichada during the period 2019-2039.

Aleisy Gonzalez Fernando¹ Lugo López Cristóbal² & Londoño Agudelo Ivonne Amparo³

¹Estudiante de Licenciatura en Matemáticas y Física

²Ingeniero Agrónomo, Magister de Planificación y manejo ambiental de cuencas hidrográficas

³Licenciada en Matemáticas y Física, Magister en Docencia de las Matemáticas

fernando.gonzalez@unillanos.edu.co

cristoballugolopez7@unillanos.edu.co

ivonne.londono@unillanos.edu.co

RESUMEN

PERS Orinoquía será la formulación de una política pública energética, en sintonía con el entorno y la visión de desarrollo regional con emprendimientos y productividad local, a partir de la generación de energía eléctrica que apoye el crecimiento y el mejoramiento de las condiciones de las comunidades locales en los departamentos de Arauca, Casanare, Meta y Vichada. Este trabajo busca aportar a PERS Orinoquía, pues la estimación del consumo de energía eléctrica entre los años 2019 y 2039, será un insumo para la creación de política pública, la formulación de proyectos de energización en donde se haga uso de energías alternativas a partir de la realidad del departamento del Vichada. Estos proyectos permitirán que la población tenga acceso a los fondos de apoyo financiero, que brinda el gobierno. Para obtener información energética en el Vichada, se realizó una investigación con enfoque cuantitativo, que permitió establecer el tipo de correlación entre distintas variables, tales como, la población total, el número de viviendas con energía eléctrica, con la variable consumo en kWh/mes en el

periodo 2005-2018. Con lo anterior se identificó el modelo adecuado para estimar el consumo de energía eléctrica para el departamento en el periodo 2019-2039 en diversos escenarios. En este proyecto se encontró que el consumo de energía eléctrica para el periodo 2019-2039 está entre 2201982 kWh/mes y 3117186 kWh/mes; pero para que toda la población tenga acceso a la energía eléctrica se requiere una producción de energía de 4818341.36 kWh/mes para el año 2019 y 6820975.93 kWh/mes para el año 2039.

Palabras claves: ANOVA, Vichada, Correlación, DANE, Determinación, Energización, Estimación, Modelos matemáticos, Orinoquía, PERS, PRESS, Regresión, SUI

ABSTRACT

PERS Orinoquía will be the formulation of an energy public policy, in tune with the environment and the vision of regional development with local enterprises and productivity, based on the generation of electricity that supports the growth and improvement of the conditions of local communities in the departments of Arauca, Casanare, Meta and Vichada. This work seeks to contribute to PERS Orinoquía, since the estimation of the consumption of electric energy between the years 2019 and 2039, will be an input for the creation of public policy, the formulation of energy projects where alternative energy is used from the reality of the department of Vichada. These projects will allow the population to have access to financial support funds, provided by the government. To obtain energy information in the Vichada, a quantitative approach investigation was carried out, which allowed establishing the type of correlation between different variables, such as, the total population, the number of homes with electric power, with the variable consumption in kWh / month in the 2005-2018 period. With the above, the appropriate model was identified to estimate the consumption of electric energy for the department in the period 2019-2039 in various scenarios.

In this project it was found that the electricity consumption for the period 2019-2039 is between 2201982 kWh / month and 3117186 kWh / month; But for the entire

population to have access to electricity, energy production of 4818341.36 kWh / month is required for the year 2019 and 6820975.93 kWh / month for the year 2039.

Key words: ANOVA, Vichada, Correlation, DANE, Determination, Energization, Estimation, Mathematical models, Orinochia, PERS, PRESS, Regression, SUI

Evaluación del salvado de arroz como ingrediente de una nueva formulación del pan de arroz

Evaluation of rice bran as an ingredient of a new formulation of rice bread

Luis F Quimbayo¹; Daniel J. Barbosa,² Ayza Y. Urbina³, Esp, MSc

¹Ingeniero Agroindustrial,

²Ingeniero Agroindustrial,

³Ingeniera Industrial, Esp, MSc.

Luis.quimbayo@unillanos.edu.co

Daniel.barbosa@unillanos.edu.co

RESUMEN

INTRODUCCIÓN. El pan de arroz es una preparación horneada con una masa elaborada a partir de harina de arroz y cuajada como ingredientes principales. Este es un producto alimenticio de tradición gastronómica que identifica al Departamento del Meta, característico de los municipios de Restrepo, San Martín y Villavicencio como un atractivo turístico para quienes visitan estos lugares. En los últimos años el sector este sector ha venido trabajando para incursionar en mercados nacionales como los almacenes de cadena e internacionales como México y Estados Unidos (Zambrano, 2014). Los productores que llevan años en el mercado, aseguran que se han visto afectados por el incremento de empresas informales (cámara de comercio, 2014). Lo anterior, afecta la calidad del producto, debido a la adición de materias primas para reducir los costos de producción. El salvado resulta ser una materia prima ideal en la elaboración de diversos productos alimentarios del sector de la panificación por su alto contenido en fibra dietaría. **EL OBJETIVO** del estudio fue evaluar el salvado de arroz como ingrediente de una nueva formulación del pan de arroz, estableciendo las condiciones y porcentajes adecuados en la adición de salvado para obtener “pan de arroz integral”, con características similares al pan de arroz tradicional. **MATERIALES Y MÉTODO. Materia prima.** Se tuvo en cuenta el lugar de

procedencia más utilizadas por los productores como referencia en la elaboración.

Métodos. Análisis del pan de arroz tradicional Se efectuaron visitas técnicas a 8 empresas previamente seleccionadas por el comité administrativo del clúster, con el fin de observar el proceso del pan de arroz tradicional. Recolección de datos sobre la formulación y tiempos de elaboración. Se determinaron las condiciones y métodos de elaboración del pan de arroz tradicional. **Ensayo experimental** Basados en el estudio (Pacheco & Peña) se realizará las pruebas con la adición de salvado de arroz en porcentajes de la mezcla, teniendo en cuenta solo la masa de arroz como ingrediente de reemplazo. Las variables en el diseño experimental incluyen 3 formulaciones y el testigo. En la tabla 4 se muestran los porcentajes en las variables de reemplazo. **Análisis sensorial** Se trabajó con base en la magnitud de una sola característica del producto. Esta escala fue presentada a los jueces como una descripción verbal de la sensación que les produce la muestra. **RESULTADOS. Determinación de Humedad** La adición de fibra favorece a la interacción polar entre la masa con las moléculas de agua. En una pequeña adición de salvado de arroz en la formulación no afecta significativamente la capacidad de retención de agua del producto. **Análisis perfil de textura.** Los parámetros de adhesividad, cohesividad, gomosidad y elasticidad no mostraron diferencias significativas durante las pruebas. En contraste con la dureza y fracturabilidad, si presentó diferencia significativa durante la investigación. **Pruebas de evaluación sensorial** Se obtuvo un total de 400 respuestas, de 100 personas encuestadas. El 64,3% de las votaciones señala que todos los productos elaborados tenían una calificación de 5 “me gusta mucho” y el 4 “me gusta moderadamente” un 30%. Esto indica que más del 80% de los encuestados afirman que el producto les parece muy bueno indistintamente de su formulación. **CONCLUSIONES** Las condiciones de fabricación del pan de arroz integral no difieren en el método de elaboración del pan de arroz tradicional, ya que este nuevo ingrediente es una modificación y reemplazo en las materias primas. Es posible adicionar SA indistintamente de los rangos de porcentajes estudiados, sin presentar cambios físicos significativos en la variación del producto final. El pan de arroz con adición de salvado de arroz “Pan de arroz integral” tuvo

una buena aceptación por parte de los consumidores, quienes mostraron amplia conformidad con el producto.

ABSTRACT

INTRODUCTION. Rice bread is a baked preparation with a dough made from rice flour and curd as the main ingredients. This is a food product of gastronomic tradition that identifies the Department of Meta, characteristic of the municipalities of Restrepo, San Martín and Villavicencio as a tourist attraction for those who visit these places. In recent years, this sector has been working to enter national markets such as chain and international stores such as Mexico and the United States (Zambrano, 2014). Producers who have been in the market for years say that they have been affected by the increase in informal companies (Chamber of Commerce, 2014). This affects the quality of the product, due to the addition of raw materials to reduce production costs. The bran turns out to be an ideal raw material in the production of various food products in the bakery sector because of its high fiber content. **THE OBJECTIVE** of the study was to evaluate rice bran as an ingredient of a new formulation of rice bread, establishing the appropriate conditions and percentages in the addition of bran to obtain "brown rice bread", with characteristics similar to traditional rice bread. **MATERIALS AND METHOD.** Raw material. The place of origin most used by the producers as a reference in the preparation was taken into account. **Methods Analysis of traditional rice bread** Technical visits were made to 8 companies previously selected by the administrative committee of the cluster, in order to observe the traditional rice bread process. Collection of data on the formulation and processing times. The conditions and methods of making traditional rice bread were determined. **Experimental trial** Based on the study (Pacheco & Peña) the tests will be carried out with the addition of rice bran in percentages of the mixture, taking into account only the rice mass as a replacement ingredient. The variables in the experimental design include 3 formulations and the control. Table 4 shows the percentages in the replacement variables. Sensory analysis We worked based on the magnitude

of a single product characteristic. This scale was presented to the judges as a verbal description of the sensation produced by the sample. **RESULTS Moisture Determination** The addition of fiber favors the polar interaction between the mass and the water molecules. In a small addition of rice bran in the formulation does not significantly affect the water retention capacity of the product. **Texture profile analysis.** The parameters of adhesiveness, cohesiveness, rubberiness and elasticity showed no significant differences during the tests. In contrast to the hardness and fracturability, if it presented a significant difference during the investigation. **Sensory evaluation tests** A total of 400 responses were obtained from 100 people surveyed. 64.3% of the votes indicate that all products made had a rating of 5 "I like it a lot" and 4 "I like it moderately" 30%. This indicates that more than 80% of respondents state that the product seems very good regardless of its formulation. **CONCLUSIONS** The manufacturing conditions of brown rice bread do not differ in the traditional rice bread method, since this new ingredient is a modification and replacement in raw materials. It is possible to add SA interchangeably of the ranges of percentages studied, without presenting significant physical changes in the variation of the final product. The rice bread with the addition of rice bran "Brown rice bread" had a good acceptance by consumers, who showed broad compliance with the product.

DESARROLLO RURAL

Mujer campesina Sistemas de Produccion Agroecologica

Peasant Women Agroecological Production Systems

Herrera Baquero Carlos Alberto
Ingeniero Agrónomo Esp. MSc, Docente de la Universidad de los Llanos, Grupo de
Estudio AMAS
cherrera@unillanos.edu.co

RESUMEN

La ponencia relaciona algunos resultados de la investigación realizada en la zonas del Ariari (Fuentedeoro – Meta) esta fue avalada y proyectada por proyección social de la Universidad de los Llanos, direccionado a mujeres que escogieron como modelo de desarrollo tecnológico, organizativo, de apropiación productiva y cultural del territorio que habitan la Agroecología. Los resultados responden al interrogante inicial: Cuáles son los alcances que las prácticas agroecológicas tienen para las relaciones de género en los espacios estudiados? Esta selección se contrapone a un modelo de desarrollo agrícola que favorece el monocultivo y el uso de agroquímicos apoyados en el modelo de la “Revolución Verde” y que vislumbra como sujeto de la producción y de la propiedad campesina a los hombres. Brindando así, una nueva visión holística sobre el desarrollo de los espacios de producción agraria y de vida campesina. La Agroecología acontece el diálogo de saberes, dónde el capital cultural y social depositado por las mujeres, hombres y niños del campo es fundamental como alternativo al modelo hegemónico. Se resalta entonces, a través de las experiencias estudiadas, las potencialidades que brinda la opción agroecológica para alterar las estructuras subordinadas que la cultura ha impuesto en las relaciones de género, en tanto la

diversidad de culturas, la multifuncionalidad, el intercambio con pares, la comunicación entre propietarios de las veredas, en charlas de campo, en intercambios de experiencias, la creación de grupos productivos, entre otros, involucran una democratización de los espacios y fuerzas de poder, así como la potenciación de las capacidades y el empoderamiento económico y político de liderazgo de las mujeres, convertidas ahora en actoras de su propio destino. Se valora además, lo que este enfoque alternativo representa para quienes lo vivencian. La metodología usada se apoya en estudios de casos múltiples y en estudios de representaciones sociales.

Palabras claves: Género, Agroecología, saberes, Empoderamiento.

ABSTRACT

The paper links some results of the research carried out in the Ariari (Fuentedeoro - Meta) areas, this was endorsed and projected by social projection of the University of Los Llanos, aimed at women who chose as a model of technological development, organizational, productive appropriation and cultural territory that inhabit Agroecology. The results answer the initial question: What are the scope that agroecological practices have for gender relations in the spaces studied? This selection is opposed to a model of agricultural development that favors the monoculture and the use of agrochemicals supported by the model of the "Green Revolution" and that glimpse as subject of production and peasant property to men. Thus providing a new holistic vision on the development of agricultural production spaces and rural life. Agroecology is the dialogue of knowledge, where the cultural and social capital deposited by women, men and children of the countryside is fundamental as an alternative to the hegemonic model. The potential of the agroecological option to alter the subordinate structures that culture has imposed on gender relations is highlighted through the experiences studied, as well as the diversity of cultures, the multifunctionality, the exchange with peers, the

communication among village owners, in field talks, in exchanges of experiences, the creation of productive groups, among others, involve a democratization of spaces and power forces, as well as the empowerment of capacities and economic and political empowerment of women's leadership, now converted into actors of their own destiny. It is also valued, what this alternative approach represents for those who experience it. The methodology used is supported by multiple case studies and studies of social representations.

Keywords: Gender, Agroecology, knowledge, Empowerment

La producción tropical sostenible en la agricultura familiar

Sustainable tropical production in the family agriculture

Luis Carlos Ramirez Villa & Constanza Yunda Romero ²

¹Docente de la Universidad de los Llanos, MVZ

². Docente de la Universidad de los Llanos, Maestría en Producción Tropical Sostenible

lcramirez@unillanos.edu.co

RESUMEN

INTRODUCCIÓN. en el proceso de restitución de tierras a personas en condición de desplazamiento por el conflicto armado, en el año 2008 se asignaron como UAF 25 hectáreas a 92 familias en la parcelación las Delicias en el Municipio de Puerto López, personas de escasos recursos económicos, sin oportunidad de implementar el modelo de desarrollo agroindustrial que se privilegia en la zona, siendo esto un limitante para los procesos de producción, por lo que se requirió una alternativa eficaz para el desarrollo sostenible de esta comunidad.

OBJETIVO. Evaluar la transformación de las Unidades Agrícolas Familiares de las Delicias a partir de la implementación del enfoque sistémico y la agricultura tropical sostenible para la generación de procesos de desarrollo local.

MATERIALES Y MÉTODOS. El abordaje metodológico se realizó desde un enfoque Cualitativo enmarcado dentro de un proceso Participativo donde se tomó la comunidad como base de las decisiones para transformar la realidad, este enfoque ha sido ampliamente divulgado por los procesos sociales de investigación cualitativa y de proyección social (Sampieri Hernandez, Fernandez Collado, & Baptista Lucio, 2010), para lo cual se utilizó el enfoque cualitativo, con un modelo de Participación Acción en tres fases, diagnóstica; aplicando una matriz de sostenibilidad con seis factores de análisis, los cuales fueron categorizados para su tabulación, por otro lado se realizó una segunda fase de capacitación; implementando la estrategia de divulgación del modelo sistémico y la producción

tropical sostenible, y por último, una tercera fase de evaluación; identificando las prácticas de la adopción del modelo en cuanto a la integración suelo-planta-animal-familia, visualizando el desarrollo local. **RESULTADOS Y DISCUSIÓN.** En la primera fase denominada diagnóstica se evidenció que las personas se encontraban en un ingreso familiar de se encontraba en 6,00 USD al día, por debajo del Salario Mínimo Legal Vigente de Colombia, la fuente de este ingreso es el jornal por fuera de su Unidad Agrícola Familiar ya que un 20% de las familias analizadas realizaban procesos de agricultura sostenible, mientras que el 80% restante se dedican a la producción convencional. A través de la capacitación y modelos de extensión comunitaria como la demostración de resultado, el día de campo y el taller, se consolidó procesos de integración comunitaria se generó una comunicación entre las organizaciones sociales de la zona. Se evidenció que la sostenibilidad de las familias en cuanto a los 6 factores analizados, Humano y Social, Político, Ambiental, Económico y Administrativo y de Enfoque Sistémico aumentó en un 60% para quienes adoptaron totalmente el modelo y en un 25% con la implementación parcial de este, en tanto, quienes no lo adoptaron, obtuvieron detrimento en los mismos factores analizados. **CONCLUSIONES.** las prácticas de producción desde el enfoque sistémico y la producción tropical sostenible pueden ser una alternativa coherente que posibilita la consolidación del desarrollo local, siempre y cuando sea adoptado por parte de los pequeños productores, por tal razón, se recomienda hacer más replicas en diferentes comunidades.

Palabras clave: agricultura familiar, desarrollo local, producción tropical sostenible, sostenibilidad.

ABSTRACT

INTRODUCTION. In the process of restitution of land to people in displacement due to the armed conflict, in 2008 25 hectares were assigned as UAF to 92 families in Las Delicias in the Municipality of Puerto López, people of limited economic resources, without opportunity to implement the agro-industrial development model that is privileged in the area, this being a limitation for the production processes, so an effective alternative for the sustainable development of this community was required. **OBJECTIVE.** to evaluate the transformation of the Family Agricultural Units of Delights from the implementation of the systemic approach and sustainable tropical agriculture for the generation of local development processes. **MATERIALS AND METHODS.** The methodological approach was carried out from a Qualitative approach framed within a Participatory process where the community was taken as the basis of the decisions to transform reality, this approach has been widely disseminated by the social processes of qualitative research and social projection (Sampieri Hernandez , Fernandez Collado, & Baptista Lucio, 2010), for which the qualitative approach was used, with a three-stage Action Participation model, diagnoses; applying a sustainability matrix with six analysis factors, which were categorized for tabulation, on the other hand a second phase of training was carried out; implementing the dissemination strategy of the systemic model and sustainable tropical production, and finally, a third phase of evaluation; identifying the practices of adopting the model in terms of soil-plant-animal-family integration, visualizing local development. **RESULTS AND DISCUSSION.** In the first phase called diagnosis, it was evident that people were in a family income of USD 6.00 per day, below the Current Legal Minimum Wage of Colombia, the source of this income is the wage outside their Family Farming Unit since 20% of the families analyzed carried out sustainable agriculture processes, while the remaining 80% engaged in conventional production. Through training and community outreach models such as demonstration of results, field day and workshop, community integration processes were consolidated, communication was generated between the social organizations in the area. It was shown that the

sustainability of the families regarding the 6 factors analyzed, Human and Social, Political, Environmental, Economic and Administrative and Systemic Approach increased by 60% for those who totally adopted the model and 25% with the implementation partial of this, meanwhile, those who did not adopt it, obtained detriment in the same factors analyzed. **CONCLUSIONS** production practices from the systemic approach and sustainable tropical production can be a coherent alternative that allows the consolidation of local development, as long as it is adopted by small producers, for this reason, it is recommended to make more replicas in different communities.

Keywords: family agriculture, local development, sustainable tropical production, sustainability.

Resultados preliminares de la implementación de un plan de capacitación en seguridad alimentaria para la comunidad rural de CIVIPAZ, Puerto Esperanza, Municipio del Castillo - Meta.

Preliminary results of the implementation of a training plan in food security for the rural community of CIVIPAZ, Puerto Esperanza, Municipality of Castillo - Meta.

Mendoza, s. Mario A. Est. M.V.Z; Ramirez, V. Luis C. Msc.
Universidad de los Llanos
Departamento de producción animal
mario.mendoza.salgado@unillanos.edu.co

RESUMEN

INTRODUCCIÓN: En el Municipio del Castillo Departamento del Meta se vivió un periodo de violencia cruenta que llevó a procesos de despojo sistemático, en la Vereda de Puerto Esperanza en el año 2005 nació gracias al apoyo de organizaciones civiles y de líderes sociales desplazados la comunidad CIVIPAZ, los cuales se asentaron en esta comunidad, desde la cual poco a poco fueron ingresando a sus fincas, sin embargo desde este momento, se ha requerido procesos de seguridad alimentaria, debido a que gran parte de su cultura campesina y productiva se vio frustrada por el desplazamiento forzado.

OBJETIVO: Caracterizar a los participantes, sus producciones y niveles socioeconómicos; que serán objeto de estudio en la comunidad rural del Municipio del Castillo Meta.

METODOLOGÍA: Investigación con enfoque Cualitativo, metodología de Investigación Acción Participativa, donde se escogió 30 familias para hacer el estudio descriptivo socioeconómico de la citación de las familias del municipio para generar un plan de acción en cuanto a definir un plan de vida

familiar. **RESULTADOS Y DISCUSIÓN:** En esta comunidad rural del Municipio del Castillo Meta, se puede apreciar que la población jefa de hogar se encuentra en promedio en una edad de 45 años, la cual el 50% de esta misma solo tiene de escolaridad la primaria y el 63,33% son mujeres; el 86,6% su actividad principal es la agricultura y la producción pecuaria de traspatio; de la cual en esta comunidad el 80% de esta producción es para autoconsumo y comercialización. **CONCLUSIÓN:** a pesar de las dificultades que han tenido por motivos de la violencia, el valor de la resiliencia social que existe en la comunidad permite que la actividad agropecuaria sea posible desde una mirada de la Seguridad Alimentaria, que a su vez puede ser una actividad de desarrollo local, debido a que destino de la producción es Autoconsumo y Comercialización.

Palabras Clave: Desarrollo Rural, Seguridad Alimentaria, Resiliencia.

ABSTRACT

INTRODUCTION: In the Municipality of the Castle Department of Meta there was a period of cruel violence that led to systematic dispossession processes, in the Vereda of Puerto Esperanza in 2005, the CIVIPAZ community was born thanks to the support of civil organizations and displaced social leaders, which settled in this community, from which little by little they were entering their farms, however from this moment, food security processes have been required, due to the large part of their peasant and productive culture was frustrated by forced displacement. **OBJECTIVE:** To characterize the participants, their productions and socioeconomic levels; which will be studied in the rural community of the Municipality of Castillo Meta. **METHODOLOGY:** Research with Qualitative approach, Participatory Action Research methodology, where 30 families were chosen to do the socio-economic descriptive study of the citation of the families of the municipality to generate an action plan in terms of defining a family life plan. **RESULTS AND DISCUSSION:** In this rural community of the Municipality of Castillo Meta, the head of the household population can be evaluated on average

at an age of 45, which 50% of the same has only primary schooling and 63 , 33% are women; 86.6% of its main activity is agriculture and backyard livestock production; Of the quality in this community, 80% of this production is for self-consumption and exports.**CONCLUSION:** in spite of the difficulties they had due to violence, the value of social resilience that exists in the community allows agricultural activity to be possible from a Food Security perspective, which in turn can be an activity of local development, because the destination of production is Self-consumption and Marketing.

Keywords: Rural Development, Food Security, Resilience.

Fortalecimiento productivo a los criadores de Cuy (*Cavia porcellus*) del trópico húmedo colombiano

Productive strengthening of the breeders of Cuy (*Cavia porcellus*) of the Colombian humid tropics

Luis Carlos Ramírez Villa¹, Pedro Gómez Bilbao², Jazmín Murcia³

¹ Docente de Unillanos, Grupo Agroforestería, LPA cMSc,

² Docente Unillanos, Economista, MSc, PhD Grupo CEGER.

³ Estudiante de MVZ, Grupo de Estudio ECODER.

Jazmin.murcia@unillanos.edu.co

lcramirez@unillanos.edu.co

RESUMEN

INTRODUCCIÓN. La producción de Cuyes (*Cavia porcellus*) ha aumentado en la región de la Orinoquia, ello se debe en gran parte a que desde el 2013 se constituyó la unidad de producción de Cuyes de la Universidad de los Llanos, ya existen 10 núcleos en diferentes comunidades en las que se ha impulsado el aprovechamiento de esta especie para generar una proteína de origen animal económica y fácil de manejar, en el proceso se puede utilizar recursos locales en cuanto a su establecimiento y nutrición, a partir de forrajes propios de la región, lo que enriquece su valor para la seguridad alimentaria en comunidades rurales en condición de vulnerabilidad. **OBJETIVO.** Fortalecer la organización de los productores de cuyes (*cavia Porcellus*) como estrategia para garantizar la seguridad alimentaria en las poblaciones rurales de la Orinoquia Colombia. **MATERIALES Y MÉTODOS.** Este estudio se llevó a cabo en el piedemonte llanero. se realizó una encuesta a los propietarios de unidades productivas que implicaron visitas a las diferentes fincas para obtener información de los sistemas encontrados por medio de cuestionarios que se elaboraron para ser tabulados en una estadística descriptiva, una vez obtenida esta información se realizó un plan de capacitación con 10 familias seleccionadas. Las fuentes de información

primaria a las que se recurrió son las unidades de análisis es decir las familias de las fincas cuya actividad principal sea la agropecuaria. **RESULTADOS.** El 82,60% de la población cuentan con SISBEN y el restante, es decir, 17,39% no cuentan con SISBEN. Referente al sistema de salud de la población rural sometida a estudio el 84,34% cuentan con un régimen de salud subsidiado, un 10,34 % cuentan con un régimen de salud contributivo y tan solo un 5,21% cuenta con un sistema de salud especializado. En cuanto al consumo de carne un 40% de la población rural estaría en un riesgo de seguridad alimentaria, mientras un 20% ya se encuentra en peligro de desnutrición, mientras que solo un 40% no presentaría riesgo. Los productores estos manifestaban el interés para la producción de *Cavia porcellus* debido a que esta especie requiere de poco espacio, fácil manejo a su vez de que en sus fincas cuentan con gran variedad de especies forrajeras aptas para la alimentación de los cuyes, la finalidad de un gran porcentaje de estos productores es para consumo propio y comercialización de la especie. La participación activa en la capacitación por parte de los productores genera las condiciones adecuadas en la región sobre el de conocimiento del manejo de la especie para que se implemente la producción de *Cavias porcellus* de forma comercial. **CONCLUSIONES:** La producción de cuy (*Cavias porcellus*) es una alternativa para la seguridad alimentaria, proporcionaría una solución rápida y de fácil manejo para la población rural que le proveería proteína de origen animal, lo que enriquecerá su dieta.

Palabras Clave: Cavias Porcellus, Productividad, organización comunitaria, Extensión, Desarrollo Rural

ABSTRACT

INTRODUCTION. The production of Cuyes (*Cavias porcellus*) has increased in the Orinoquia region, this is largely due to the fact that since 2013 the Cuyes production unit of the University of the Plains was established, there are already 10 nuclei in different communities in which the use of this species has been promoted to generate an animal protein of economic origin and easy to handle, in the

process local resources can be used in terms of its establishment and nutrition, from forages of the region, which enriches its value for food security in vulnerable rural communities. **OBJECTIVE.** Strengthen the organization of guinea pig producers (*Porcellus cavius*) as a strategy to guarantee food security in the rural populations of the Orinoquia Colombia. **MATERIALS AND METHODS.** This study was carried out in the Piedmont. A survey was carried out on the owners of productive units that involved visits to the different farms to obtain information on the systems found through questionnaires that were prepared to be tabulated in a descriptive statistic, once this information was obtained, a training plan was carried out. with 10 selected families. The primary sources of information that were used are the units of analysis, that is, the families of the farms whose main activity is agriculture. **RESULTS.** 82.60% of the population have SISBEN and the rest, that is, 17.39% do not have SISBEN. Regarding the health system of the rural population under study, 84.34% have a subsidized health system, 10.34% have a contributory health system and only 5.21% have a health system. Specialized health Regarding meat consumption, 40% of the rural population would be at risk of food security, while 20% are already in danger of malnutrition, while only 40% would not present a risk. The producers expressed their interest in the production of *Cavia porcellus* because this species requires little space, easy handling, in turn, in their farms they have a wide variety of forage species suitable for feeding the guinea pigs, the purpose of A large percentage of these producers is for own consumption and commercialization of the species. The active participation in the training by the producers generates the appropriate conditions in the region regarding the knowledge of the management of the species so that the production of *Cavia porcellus* is implemented commercially. **CONCLUSIONS.** The production of guinea pig (*Cavia porcellus*) is an alternative for food security, it would provide a quick and easy-to-use solution for the rural population that would provide protein of animal origin, which will enrich their diet.

Keywords: *Cavia Porcellus*, Productivity, community organization, Extension, Rural Development.