

REVISTA SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGROECOLÓGICOS

GRUPO DE INVESTIGACIÓN DE AGROFORESTERIA UNILLANOS



VOLUMEN 6 NÚMERO 2 AÑO 2015

EDITORIAL

Los sistemas productivos de ganadería bovina, implican una actividad que se desarrolla prácticamente en todo Colombia, considerada como un renglón socioeconómico de gran importancia para el desarrollo del campo, sin embargo, está siendo cuestionada fuertemente debido a la aplicación inadecuada de técnicas productivas, que ocasionan impacto ambiental, alterando los recursos naturales. En el país, desafortunadamente este sector, carece de políticas agrarias claras y precisas, que busquen orientar su adecuado desempeño, dentro del marco de la sustentabilidad económica y de la sostenibilidad ambiental, por lo tanto, la actividad de producción bovina se ha caracterizado por un manejo empírico en las prácticas pecuarias con repercusiones ambientales, donde la administración empresarial no ha sido eficiente, por la falta de evaluación económica que la categorice como empresa. Tampoco se ha tenido en cuenta cómo es la relación comercial con otros sectores productivos y con los consumidores. Todos estos factores han impedido impulsar e innovar prácticas tecnológicas en los sistemas ganaderos, lo cual es fundamental para lograr que sean competitivos y de esta manera, enfrentar las actuales y futuras relaciones en el contexto nacional e internacional. La ganadería en Colombia podría aprovechar ventajas comparativas, como clima, suelo, pastos, razas criollas que poseen una adaptación natural a las condiciones ambientales de cada zona, además de este potencial genético, algunas regiones cuentan con ubicación geográfica estratégica, carreteras, y lo que es más importante recursos humanos para producir a bajos costos, y así satisfacer la demanda interna con la posibilidad de sustituir las importaciones. Además está abierta la posibilidad de extenderse hacia mercados internacionales, mediante el procesamiento inocuo de la carne, con el fin de generar divisas, buscando transformar estas ventajas comparativas mediante la innovación de procesos de comercialización, herramientas necesaria para competir con otros países, ofreciendo un producto de excelente calidad.

Los sistemas de producción bovina en Colombia ameritan una mayor atención, que conlleven a generar el protagonismo necesario para la economía del país y que esté acorde con la magnitud del área destinada para el ejercicio de esta actividad, aportando elementos para salir de la actual crisis económica, social, tecnológica y ambiental, que enfrentan los ganaderos.

(c)MSc. MVZ. CESAR AUGUSTO NAVARRO ORTIZ

Evaluación de la fenología en vivero de cinco especies arbustivas forrajeras, utilizando productos enraizadores

Phenology study in nursery of five forage shrub species, using rooting products

Sánchez Parra William¹, Betancourt Amaya Camilo Ernesto¹, Lozada Ibarra Claudia del Pilar², Céspedes Sanabria Daniel Alexander² y Roa Vega María Ligia³

¹Licenciados en Producción Agropecuaria, Unillanos, ²MVZ, Esp. (c)MSc. Docentes Unillanos y ³Zoot, MSc. Docente Unillanos

clozada@unillanos.edu.co

Recibido 12 de Diciembre 2014, Aceptado 26 de Septiembre 2015

RESUMEN

Este trabajo se desarrolló en la Universidad de los Llanos, sede Barcelona km 12 vía Puerto López, donde se sembraron cinco especies en vivero, camarón rojo (*Megakespasma erytronchlamys*), botón de oro (*Tithonia diversifolia*), nacedero (*Trichanthera gigantea*), cayeno (*Hibiscus rosa sinensis*) y mussaenda rosa (*Mussaenda alicia*), se utilizaron enraizadores sistémicos, orgánicos y fertilizantes que mejoran la expresión genética, a la vez que aceleran la fenología de la planta, esto con el fin de obtener mejores y mayores producciones. Se utilizó compostaje de 60 días de preparado con un buen porcentaje de biomasa y materia orgánica como sustrato para el llenado de bolsas de polietileno de 25 x 30 cm con capacidad para 1 kg. Además se empleó un zarando para minimizar partículas grandes que pudieran interrumpir el desarrollo de la raíz. Se sembraron 350 estacas de 40 cm distribuidas en un diseño en bloques completamente al azar, se separaron en cinco grupos cada especie con 70 estacas. Los tratamientos fueron T0 (testigo, sin aplicación de enraizador), T1 (vinagre), T2 (hormonagro), T3 (aloe vera) y T4 (roca fosfórica), se realizaron evaluaciones a los 15, 30, 45, 60, 75, 90 y 105 días, de las siguientes variables: altura de la planta (cm), diámetro del tallo de la planta (cm), peso de las raíces (g) y número de las mismas. El crecimiento del botón de oro fue superior ($P < 0.05$) en todos los tratamientos en comparación con las otras forrajeras, siendo mayor su longitud en el testigo (65.55 cm), en T0 se

observa diferencia de más de 20 cm con relación a los tratamientos que utilizaron los productos. El aumento de longitud a los 15 días de sembrado el botón de oro en T0 fue de 15 cm, alcanzando 35 cm a los 30 e incrementando gradualmente hasta los 65.5 cm a los 105 días, mientras las otras especies a esta misma edad, medían menos de 30 cm, demostrando un crecimiento similar y lento.

Palabras clave: Leguminosas, forraje, desarrollo radicular.

ABSTRACT

This work was developed at the University of the Llanos, Barcelona located km 12 road Puerto López, where five species were planted in the nursery, *Megakespasma erytronchlamys*, *Tithonia diversifolia*, *Trichanthera gigantea*, *Hibiscus rosa sinensis* and *Mussaenda Alicia*, rooting systemic, organic and fertilizers that improve gene expression were used, while they accelerate plant phenology, this in order to get bigger and better productions. Composting 60 days of preparation was used with a good percentage of biomass and organic matter as substrate for filling polyethylene bags 25 x 30 cm with a capacity of 1 kg. Moreover a strainer was used to minimize large particles that may interrupt the development of the root. 350 stakes of 40 cm distributed in a complete block design was planted randomly, separated into five groups each species with 70 stakes. Treatments were T0 (control without application of enraizador), T1 (vinegar), T2 (Hormonagro), T3 (aloe vera) and T4 (phosphate rock), assessments are performed at 15, 30, 45, 60, 75, 90 and 105 days, of the following variables: plant height (cm), diameter of the stem of the plant (cm), root weight (g) and number thereof. *Tithonia diversifolia* growth was higher ($P < 0.05$) in all treatments compared with other forage, being greater length in the control (65.55 cm), T0 difference of more than 20 cm was observed regarding the treatments used products. The increase in length after 15 days of sowing *Tithonia diversifolia* in T0 was 15 cm, reaching 35 cm at 30 and gradually increasing to 65.5 cm at 105 days, while the others under the same age, are less than 30 cm, showing a similar and slow growth.

Keywords: Legumes, forage, root development.

RESUMO

Este trabalho foi desenvolvido na Universidade do Llanos, Barcelona sede km 12 via Puerto López, onde cinco espécies foram plantadas no viveiro *Megakespasma erytronchlamys*, *Tithonia diversifolia*, *Trichanthera gigantea*, *Hibiscus rosa sinensis* y *Mussaenda alicia*, fertilizantes orgânicos sistêmicos e de enraizamento que melhoram a expressão de genes foram usados, enquanto acelerar fenologia da planta, esta, a fim de obter produções maiores e melhores. Compostagem de 60 dias após a preparação foi usada com uma boa percentagem de biomassa e de matéria orgânica, como substrato para o enchimento de sacos de polietileno de 25 x 30 cm, com uma capacidade de 1 kg. Além disso, uma peneira foi utilizado para minimizar as partículas grandes que podem interromper o desenvolvimento da raiz. Foi plantada 350 estacas de 40 cm, distribuídos em um delineamento de blocos ao acaso, se separaram em cinco grupos cada espécie, com 70 participações. Os tratamentos foram T0 (testemunha sem aplicação de enraizador), T1 (vinagre), T2 (Hormonagro) T3 (aloe vera) e T4 (rocha fosfática), avaliações são realizadas aos 15, 30, 45, 60, 75, 90 e 105 dias das seguintes variáveis: altura da planta (cm), diâmetro do caule da planta (cm), peso da raiz (g) e do mesmo número. O crescimento *Tithonia diversifolia* foi maior ($P < 0.05$) em todos os tratamentos em comparação com outra forragem, sendo maior comprimento no controlo (65.55 cm), T0 diferença de mais de 20 cm é observado em relação a tratamentos produtos utilizados. O aumento no comprimento após 15 dias da sementeira *Tithonia diversifolia* T0 era de 15 cm, atingindo 35 cm a 30 e, gradualmente, aumentando para 65.5 cm em 105 dias, enquanto os outros sob a mesma idade, estão a menos de 30 cm, mostrando um crescimento semelhante e lento.

Palavras-chave: Leguminosas, forragem, desenvolvimento radicular.

INTRODUCCIÓN

Los arboles forrajeros en sistemas productivos se utilizan para sombra, ramoneo, corte y suministro en la alimentación de animales (Gallego *et al.*, 2012), pero

tienen dos limitantes, uno de tipo biológico y el otro económico, el primero establece el tiempo de oferta de biomasa después del corte, cuando se cosecha, y el segundo el costo de la mano de obra para las podas, es por esto, que se hace necesario analizar la eficiencia biológica y calidad nutricional en las diferentes etapas de desarrollo de la planta, lo cual se puede realizar a través del seguimiento agronómico, estableciendo el tiempo en el cual la arbustiva tiene las mejores condiciones que puedan beneficiar a los animales y por tanto a sus factores productivos (Sánchez y Rosales, 2003).

Por otro lado, al iniciar el establecimiento de forrajes en vivero, se permite prevenir y controlar los efectos de depredadores y enfermedades que dañan las plántulas en su etapa de mayor vulnerabilidad, gracias a que se proporciona los cuidados necesarios y las condiciones propicias para lograr un buen desarrollo, por lo tanto las semillas y las plántulas tienen mayores probabilidades de sobrevivencia y adaptación cuando son trasplantadas a su lugar definitivo (Boby y Valdivia, 2005).

El uso de herbicidas orgánicos, enraizadores, fertilizantes son suplementos que se le añade a las plantas, tiene como finalidad fortalecer las plantas y sus raíces, si bien no son indispensables, pueden llegar a ser muy útiles en determinadas circunstancias. Los enraizadores son productos a base de hormonas vegetales naturales u otros compuestos, que estimulan el crecimiento de raíces en estacas, esquejes, brotes o gajos con él tratados. Son importantes complementos que aseguran el crecimiento radicular en todo tipo de vegetales (Azcon y Talon, 2000).

Una de las alternativas para tener mayor éxito en el prendimiento de las partes vegetativas son los enraizadores, ya que ayudan a la proliferación y formación de un buen sistema radicular que permite el crecimiento y desarrollo de una nueva planta, la formación de las raíces es vital para absorber y conducir agua y minerales disueltos, acumular nutrientes y sujetar la planta al suelo. El uso de fitohormonas que aceleran o favorecen el enraizamiento de los esquejes, puede cubrir la necesidad de producción del material vegetativo. Se puede recurrir al empleo de auxinas sintéticas del mismo tipo que produce la planta de manera natural en los brotes terminales y al abrirse las yemas, estas auxinas estimulan la

formación de raicillas, la falta de suficiente producción de hormonas se completa con estimulantes artificiales tales como el ácido indolbutírico (IBA) y el ácido naftalenoacético (ANA), los mismos que pueden ser aplicados en solución o polvo o en forma pastosa, las cantidades a emplearse son muy pequeñas pues si se excede se ocasionan serios daños (Lema, 2012)

Este trabajo se ejecutó en el pie de monte llanero, con climas de dos épocas alternantes (lluvia y verano) donde los suelos presentan un alto índice de acidez; las forrajeras utilizadas fueron: *Trichanthera gigantea* (nacedero), *Hibiscus rosa-sinensis* (cayeno), *Megaklespasma erytrachlamys* (camarón rojo), *Mussaenda alicia* (musaenda rosa) y *Tithonia diversifolia* (botón de oro), las cuales fueron sembradas en vivero, utilizando enraizadores sistémicos, orgánicos y fertilizantes que mejoran la expresión genética, a la vez que aceleran la fenología de la planta, esto con el fin de obtener mejores y mayores producciones.

METODOLOGÍA

El experimento se realizó en la Granja Barcelona, adscrita a la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Universidad de los Llanos en el departamento del Meta, vereda Barcelona, km 12 vía Puerto López, ubicada en Villavicencio, a 467 msnm con una temperatura media de 28°C y una precipitación media anual de 4.359 mm (humedad relativa promedio anual de 82%), 21.5°C de punto de rocío, 1623.8 horas/sol, 1408.6 mm de evapotranspiración, 1.9 m/seg de velocidad de viento (IDEAM, 2014).

En la etapa de vivero, que tuvo una duración de cuatro meses, fue fundamental las condiciones suministradas al material de crecimiento de la planta, su adecuación, el ambiente y manejo de labranza, puesto que los riesgos ambientales a los que está expuesta la planta en esta etapa son reducidos, es una ventaja el control que se tiene sobre el material sembrado.

Se registraron secuencialmente los datos, con lo cual se estableció el análisis fenológico y radicular de las especies forrajeras arbustivas: *Trichanthera gigantea* (nacedero), *Hibiscus rosa-sinensis* (cayeno), *Tithonia diversifolia* (botón de oro),

Megakespasma erytrachlamys (camarón rojo) y *Mussaenda alicia* (musaenda rosa). El vivero donde se sembraron estas especies fue encerrado con polietileno y se utilizó un sistema de labranza mínima. Para evitar problemas de sanidad y minimizar riesgos, se hizo una exhaustiva limpieza para la adecuación del terreno, librando de toda especie arvense que pudiese repercutir con la actividad realizada.

Los sustratos utilizados para la siembra de cualquier especie de planta son de carácter prioritario, debido a que el suministro nutricional de la raíz es fundamental, por lo tanto se utilizó compostaje de 60 días de preparado con buen porcentaje de biomasa y materia orgánica, como sustrato para el llenado de las bolsa de un kg en donde fueron sembradas las especies arbustivas forrajeras mencionadas anteriormente. El compostaje fue pasado por un zarando, para minimizar partículas grandes que pudieran interrumpir el desarrollo de la raíz. Se sembraron 350 estacas de 40 cm de longitud, en bolsas de polietileno de 25 cm de ancho por 30 cm de largo, en un diseño completamente al azar, se separaron en cinco grupos de 70 estacas, cada uno por especie de planta, divididos en siete estacas por cinco tratamientos con dos repeticiones. Los tratamientos fueron los siguientes: T0 (testigo, sin aplicación), T1 (vinagre), T2 (hormonagro, ANA), T3 (aloe vera) y T4 (roca fosfórica); la aplicación de estos compuestos se realizó en el extremo del material que se va a sembrar, excepto la roca fosfórica que se incluyó en la tierra. Se evaluaron a los 15, 30, 45, 60, 75, 90 y 105 días, las siguientes variables: altura de la planta (cm), diámetro de la planta (cm), peso de las raíces (gr) y número de las mismas. Todas las plantas se mantuvieron en el mismo vivero, protegidas con polisombra para evitar daños por exceso de sol o de lluvia; además el vivero fue controlado y encerrado en su totalidad para no tener problemas de agentes externos, factores que fueron controlados para obtener un 100% de prendimiento en todos los tratamientos (Figura 1).

T1 = Adición de vinagre, este compuesto de sabor y olor agrio, siendo su fórmula química $\text{CH}_3\text{-OOH}(\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2)$, también se le denomina sistemáticamente ácido etanoico. Este producto mientras sea derivado de productos naturales y no de químicos, es aceptable dentro de la agricultura orgánica para ser utilizado como

un herbicida orgánico. El ácido acético se degrada rápidamente en el agua (es por eso que no es recomendable aplicarlo luego de una lluvia) y no se bioacumula. Si bien es cierto que el vinagre reduce el pH del suelo hay que tener en cuenta que este valor volverá a su estado normal dentro de 48 horas, además, el vinagre es un producto biodegradable (Organic, 2008).



Figura 1. Establecimiento del vivero

T2 = Se adicionó hormonagro, el cual es un enraizador químico compuesto por alfa-naftalenacético al 0.4% (ANA), al parecer, debido a que no es destruido por enzimas en el suelo, persiste más tiempo en el sustrato. Del mismo modo, promueve la elongación de secciones escindidas de raíces e incluso de raíces intactas de muchas especies, aumentando rápidamente su velocidad de crecimiento. Esta hormona estimula el desarrollo de raíces y puede combinarse con otras sustancias para estimular la formación de brotes y raíces (Taiz y Zeiger, 2006).

T3 = Se adicionó aloe vera, en varios estudios han demostrado efectos estimulantes en el crecimiento con el extracto de gel de aloe vera, particularmente con relación a la formación de raíces, superando incluso a los reguladores químicos utilizados tradicionalmente, debido a que la actividad de la hormona auxina presente en el aloe estimula el crecimiento y enraizamiento en las plántulas

de plátano y orquídeas en dosis del 2, 4 y 6 % (Rodríguez y Hechevarria, 2006; Jo *et al.*, 2008).

T4 = Se adicionó roca fosfórica (pentóxido de fósforo, P_2O_5), puesto que el fósforo es un elemento nutritivo esencial para las raíces, y su deficiencia reduce severamente los rendimientos de los cultivos, particularmente en suelos ácidos de zonas tropicales y subtropicales, es necesario aplicar cantidades importantes de insumos fosfóricos para obtener un crecimiento óptimo de los cultivos y forrajes. A pesar de tener una composición extremadamente variable, son la fuente principal de fósforo para la fabricación de fertilizantes fosfatados y otros productos químicos (Chien *et al.*, 2003; Singh *et al.*, 2003).

El diseño estadístico fue bloques completos al azar y su modelo matemático el siguiente: $Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$. Donde, Y_{ij} = Observación en la variable experimental (altura de la planta, diámetro del tallo, peso y número de raíces); μ = Parámetro, efecto medio; T_i = Parámetro, efecto del tratamiento i (T0, T1, T2, T3 y T4), β_j = Parámetro, efecto del bloque j (las cinco forrajeras); ϵ_{ij} = Valor aleatorio, error experimental de la unidad ij .

Las variables analizadas fueron: longitud, diámetro, peso y número de las raíces, a las cuales se realizó análisis de varianza y se hicieron las pruebas post-hoc para comparar las medias de cada tratamiento y bloque, utilizando la prueba de Duncan, en programa estadístico SPSS V.19.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Crecimiento de las plantas

A los 105 días el cultivo de botón de oro sin tratamientos (testigo), presentó el mejor crecimiento ($P < 0.05$) de las cinco especies evaluadas, seguido de nacedero, sin presentar diferencias con cayeno y camarón rojo, siendo la de menor longitud musaenda ($P < 0.05$), en comparación con las otras tres especies forrajeras (Tabla1).

El crecimiento del botón de oro fue superior ($P<0.05$) en todos los tratamientos en comparación con las otras forrajeras, siendo mayor su longitud en el testigo (65,55 cm). En T0 se observa diferencia de más de 20 cm con relación a los tratamientos que utilizaron enraizadores (Tabla 1), esto significa que el botón de oro no requiere de estos compuestos para su crecimiento en vivero, lo único a tener en cuenta, es que la tierra en la bolsa tenga suficiente materia orgánica. El aumento de longitud a los 15 días de sembrado el botón de oro en T0 fue de 15 cm, alcanzando 35 cm a los 30 e incrementando gradualmente hasta los 65.5 cm a los 105 días mientras las otras especies a esta misma edad días medían menos de 30 cm, demostrando un crecimiento similar y lento (Grafica 1 y Tabla 1).

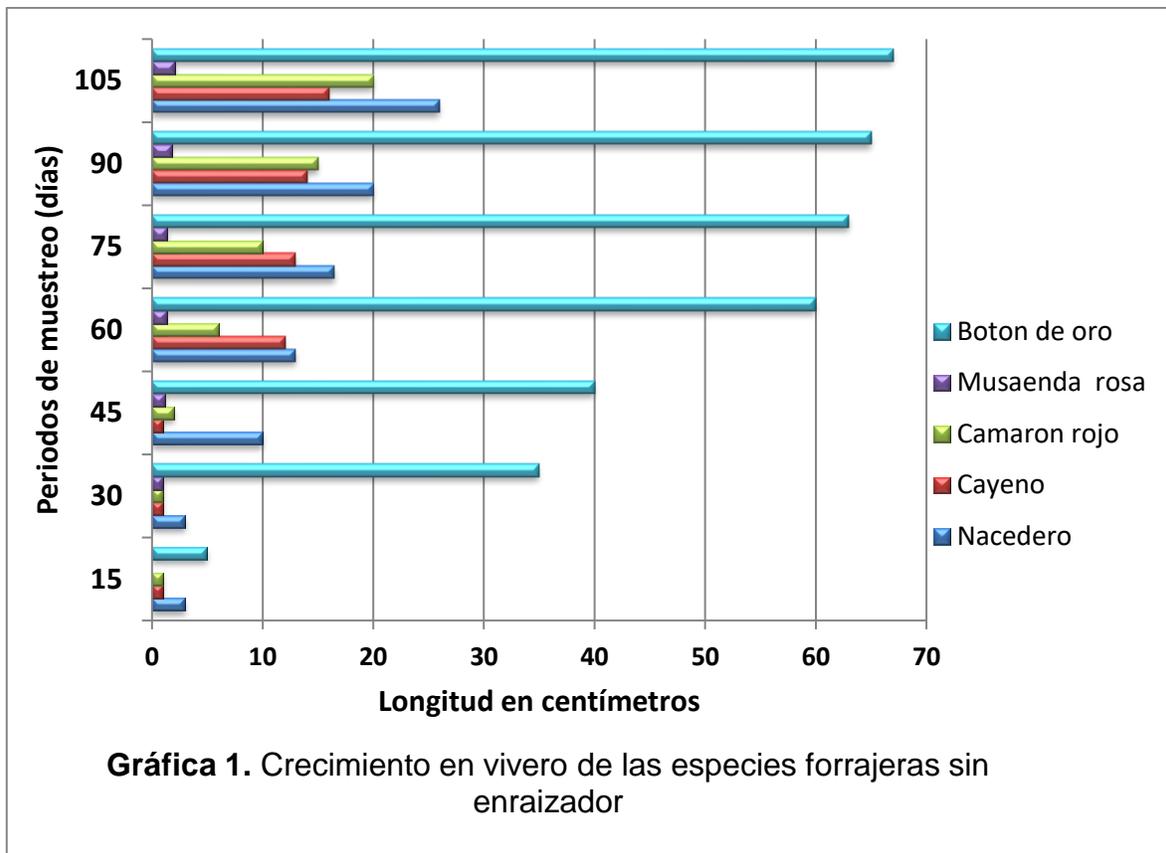
Tabla 1. Crecimiento (longitud cm) de las arbóreas a los 105 días de evaluación

Forrajes	Tratamientos				
	Sin Enraizador	Vinagre	Hormoagro (Ana)	Aloe Vera	Roca Fosfórica
Nacedero	24.07 ^{bB}	26.43 ^{bB}	17.07 ^{aB}	18.00 ^{aA}	22.14 ^{abB}
Cayeno	18.29 ^{aB}	35.00 ^{bC}	23.43 ^{aB}	16.00 ^{aA}	26.29 ^{abB}
Camarón rojo	20.86 ^{aB}	20.57 ^{aB}	23.31 ^{aB}	24.86 ^{aB}	29.86 ^{bB}
Musaenda rosa	5.26 ^{aA}	8.71 ^{abA}	5.43 ^{aA}	12.71 ^{bA}	5.26 ^{aA}
Botón de oro	65.50 ^{bC}	35.42 ^{aC}	30.60 ^{aC}	40.00 ^{aC}	41.00 ^{aC}

Letras minúsculas distintas en la misma fila. los tratamientos son distintos ($P<0.05$).

Letras mayúsculas distintas en la misma columna. existe diferencia entre las forrajeras ($P<0.05$).

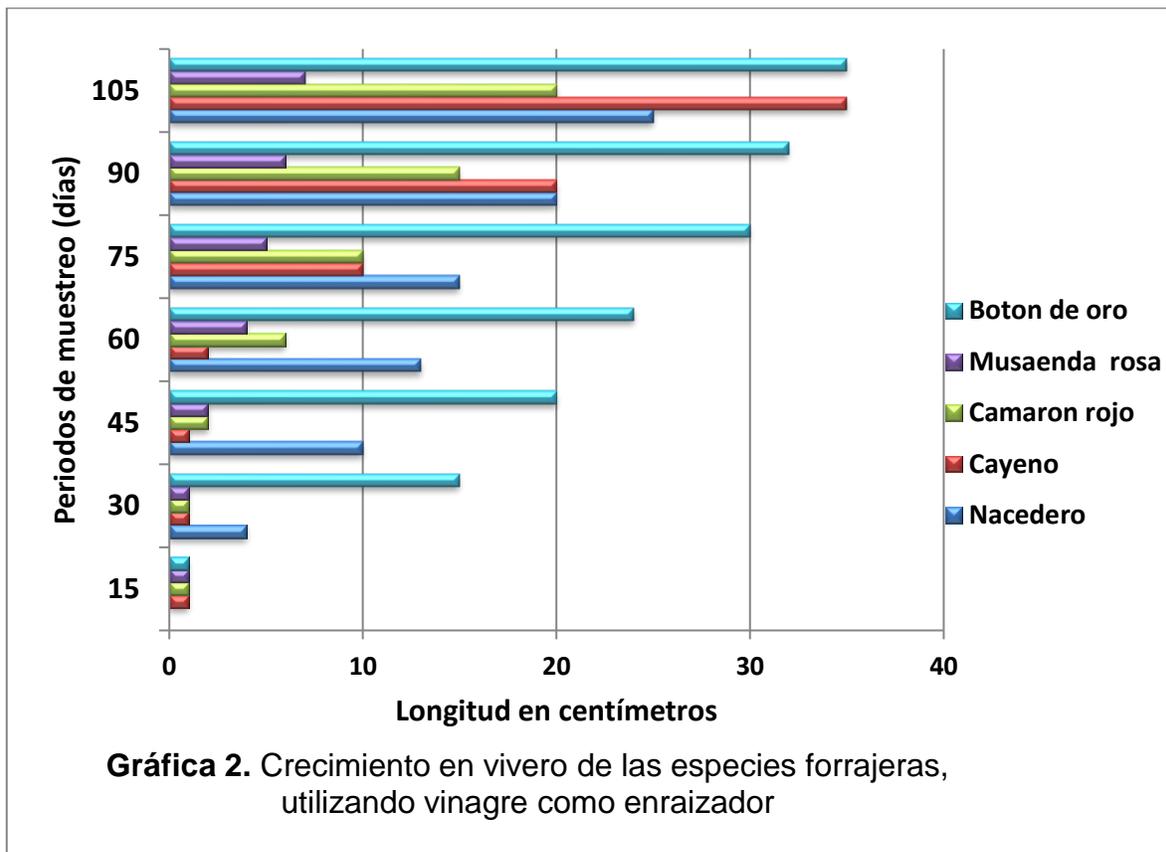
El comportamiento del nacedero fue mejor ($P<0.05$) en el testigo y cuando se adicionó vinagre y roca fosfórica, observándose, que la adición de vinagre (T1), puede mejorar levemente su crecimiento puesto que su longitud llego máximo a 26.43 cm, siendo similar a la de botón de oro y cayeno, que obtuvo su mayor con crecimiento con T1, siendo superior a su vez ($P<0.05$) a la de camarón rojo y musaenda (Tabla 1 y Gráfica 2).



En el tratamiento con hormonagro, se observó que musaenda rosa fue la de menor crecimiento ($P < 0.05$) (5.43 cm), mientras que nacedero, cayeno y camarón presentaron un comportamiento similar con T3 (Tabla 1 y Grafica 3), posiblemente este compuesto estimuló el crecimiento de su sistema radicular de estas tres especies, lo cual es muy importante porque las hormonas (ANA) aseguran el desarrollo y fortalecimiento del sistema radicular en todo tipo de vegetales (Azcón y Talón, 2000). Además las raíces son vitales para absorber y conducir agua y minerales disueltos, acumular nutrientes y sujetar la planta al suelo, cuando son trasplantadas al sitio definitivo (Lema, 2012).

Se observa, que la musaenda rosa respondió mejor ($P < 0.05$) a la adición de aloe vera (T3) en comparación con los demás tratamientos, aunque, si se hace la comparación con las demás especies su respuesta fue menor ($P < 0.05$) (12.71 cm) con relación a nacedero (18.0 cm), cayeno (16.0 cm), camarón rojo (24.86 cm) y botón de oro (40.0 cm), (Tabla 1 y Grafica 4), en investigaciones se ha

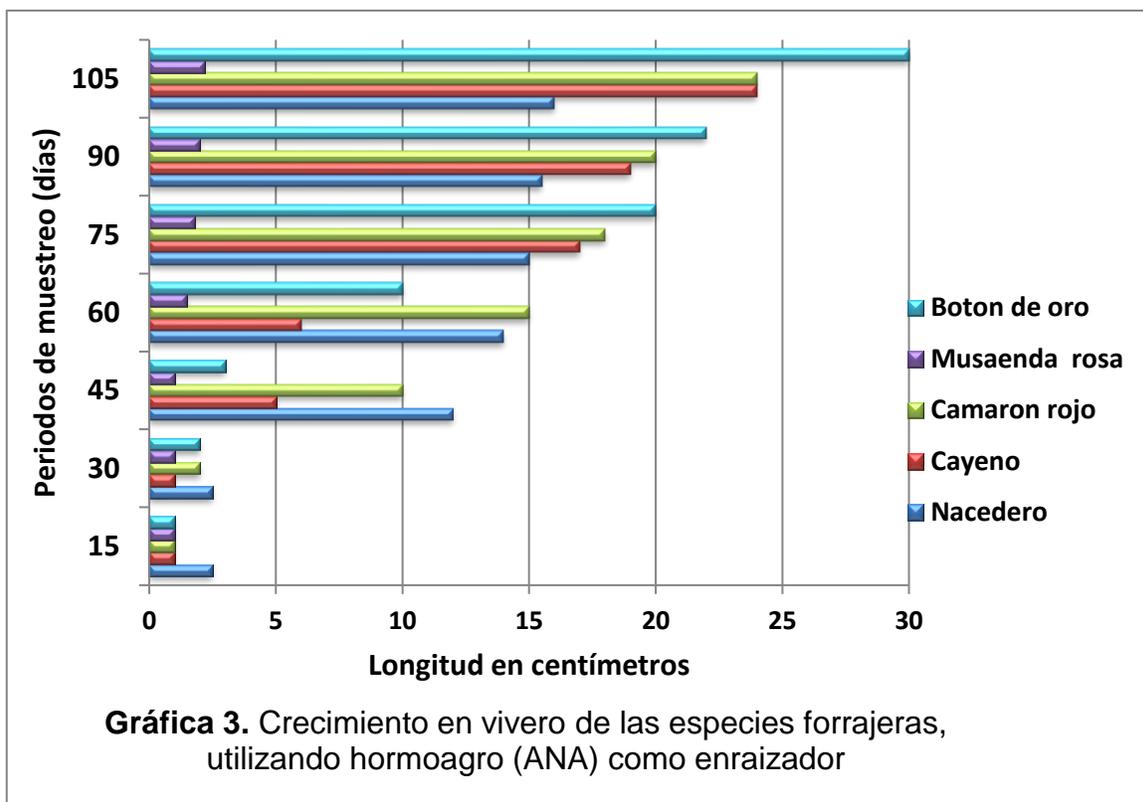
demostrado que el aloe vera influye de manera positiva en la formación de raíces, superando incluso a los reguladores químicos utilizados tradicionalmente, debido a la actividad de su hormona auxina (Rodríguez y Hechevarria, 2006; Jo *et al.*, 2008).



El crecimiento del camarón rojo fue mayor ($P < 0.05$) cuando se adicionó roca fosfórica (29.86 cm) con respecto a los otros tratamientos, aunque su comportamiento fue similar al de nacedero (22.14 cm) y cayeno (26.29), siendo el de menor longitud musaenda (5.26 cm), es de anotar que el cayeno mostró mejor crecimiento cuando se adicionó vinagre y roca fosfórica (Tabla 1 y Gráficas 2 y 5).

La buena respuesta del cayeno a la adición de vinagre y roca fosfórica puede estar relacionada con el primero, que es considerado en la agricultura como un herbicida orgánico, aunque este compuesto reduce el pH del suelo hay que tener en cuenta que este valor volverá a su estado normal dentro en 48 horas, porque es un producto de alta solubilidad en el agua por lo tanto es biodegradable

(Organic, 2008). Referente al segundo, la roca fosfórica, a pesar de tener una composición muy variable, es una fuente importante de fósforo, lo cual es beneficioso, puesto que los suelos de la zona del Piedemonte llanero son deficientes en este mineral, que es fundamental para el crecimiento óptimo de los cultivos y forrajes. Además la roca fosfórica es el insumo para la fabricación de fertilizantes fosfatados y otros compuestos químicos que se utilizan en las plantas para mejorar su producción (Chien *et al.*, 2003; Singh *et al.*, 2003).



Díámetro del tallo

El diámetro del botón de oro fue mayor ($P < 0.05$) en todos los tratamientos en comparación con las demás especies, aunque la respuesta de esta forrajera fue similar en todos los tratamientos (Tabla 2), se observó un mayor diámetro (2.71 cm) cuando se adicionó hormoagro. Comportamiento similar al botón de oro en lo referente al grosor del tallo, lo presentaron nacedero y cayeno cuando se les adicionó hormoagro, aloe vera y roca fosfórica: para la primera especie 2.93, 1.73 y 2.06 cm, para la segunda 2.07, 2.11 y 2.26 cm respectivamente (Tabla 2).

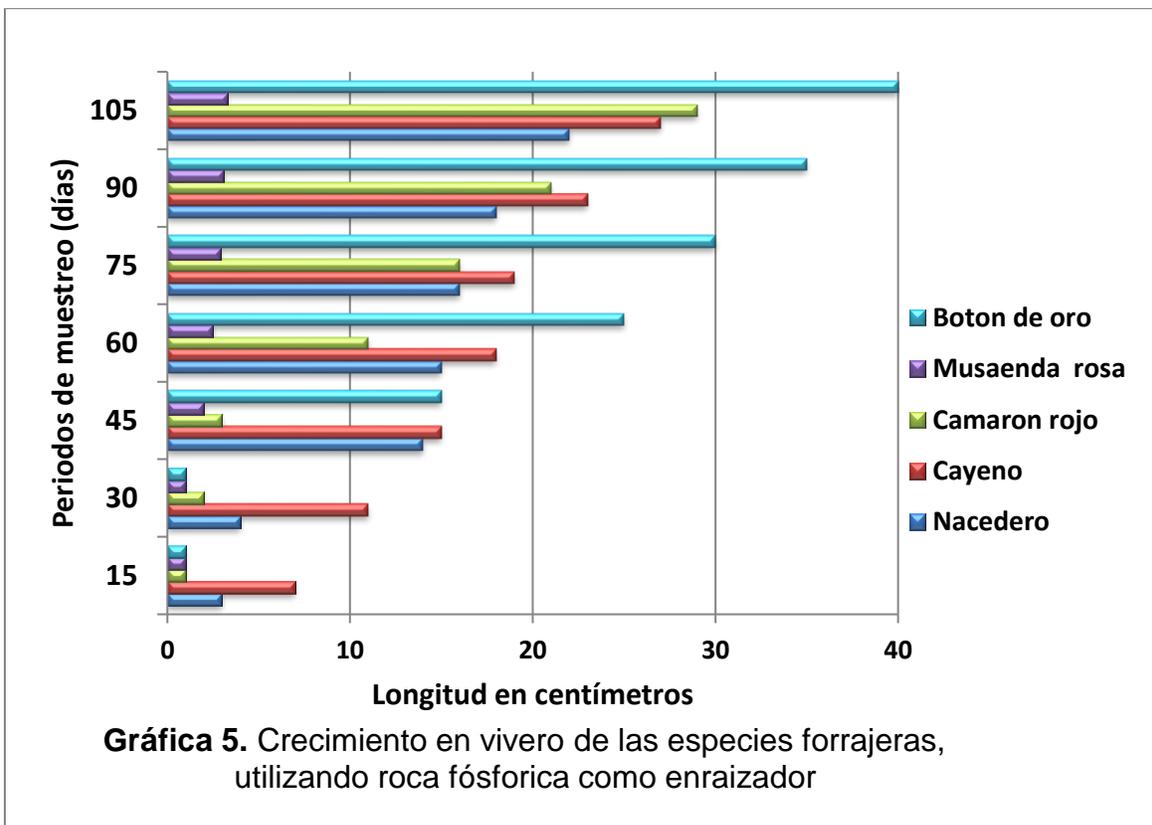
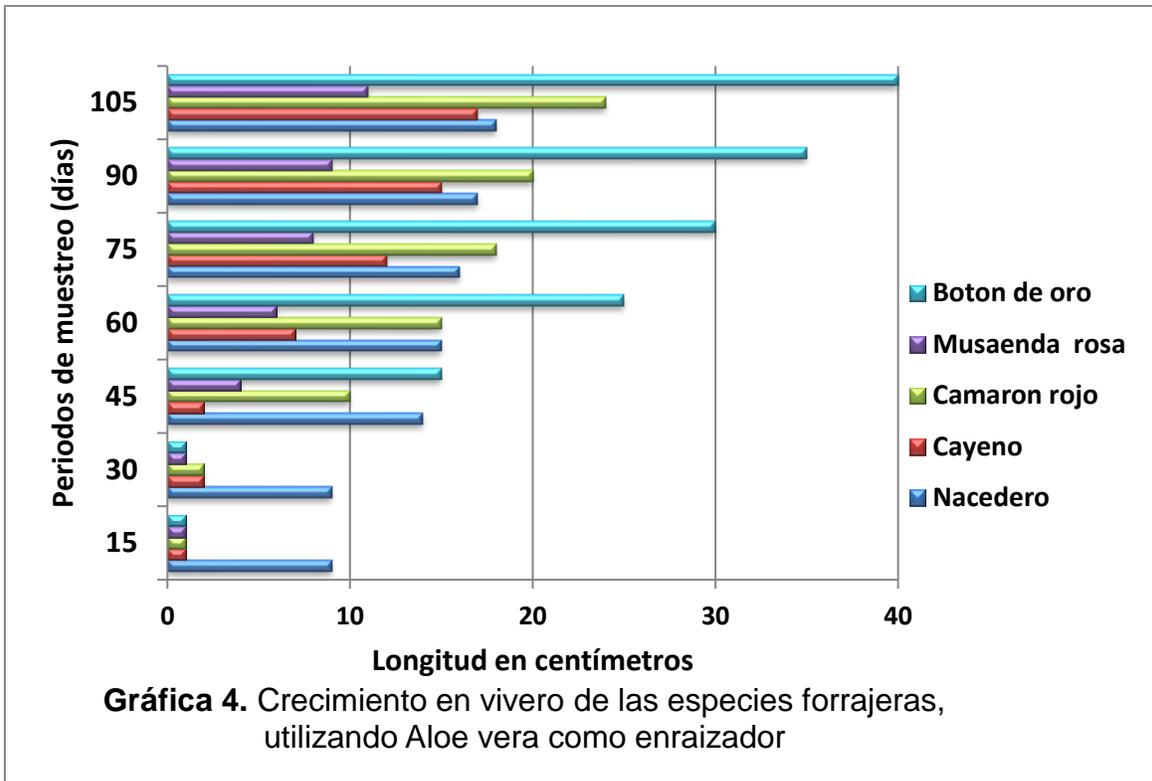


Tabla 2. Promedio de diámetro (cm) de las arbóreas a los 105 días de evaluación

Forrajes	Tratamientos				
	Sin Enraizador	Vinagre	Hormoagro (Ana)	Aloe Vera	Roca Fosfórica
Nacedero	1,50 ^{aA}	1,89 ^{aB}	2,93 ^{bB}	1,73 ^{aAB}	2,06 ^{aAB}
Cayeno	1,11 ^{aA}	1,29 ^{abA}	2,07 ^{bAB}	2,11 ^{bB}	2,26 ^{cB}
Camarón rojo	1,67 ^{aA}	1,69 ^{aAB}	1,68 ^{aA}	1,66 ^{aA}	1,33 ^{aA}
Musaenda rosa	1,26 ^{abA}	1,34 ^{abA}	1,50 ^{bA}	0,79 ^{aA}	1,54 ^{abA}
Botón de oro	2,14 ^{aB}	2,71 ^{aC}	2,21 ^{aAB}	2,47 ^{aB}	2,48 ^{aB}

Letras minúsculas distintas en la misma fila, los tratamientos son distintos ($P < 0.05$).

Letras mayúsculas distintas en la misma columna, existe diferencia entre las forrajeras ($P < 0.05$).

De acuerdo a lo resultados expuestos, los mayores diámetros de las forrajeras estudiadas, se observaron cuando se empleó fitohormonas contenidas en el ANA, auxinas en aloe vera y el fertilizante como la roca fosfórica que proporciona fósforo (P), nutriente fundamental para el desarrollo de las plantas, Estas sustancias estimulan la planta para producir reacciones naturales, que permiten la formación de brotes y yemas, lo cual está condicionado al desarrollo y fortaleza del tallo, además se requieren pequeñas cantidades, puesto que pueden ocasionar serios daños cuando se utilizan en gran proporción, lo cual ha sido estudiado por Lema, (2012); Rodríguez y Hechevarria, (2006); Jo *et al*, (2008).

Peso y número de raíces

El cultivo de botón de oro presentó el mayor peso de sus raíces ($P < 0.05$) con hormoagro, además se observó mayor número de raíces en este tratamiento, aunque fue similar en todos los tratamientos, además, presentó el mejor desarrollo radicular ($P < 0.05$) en comparación con las otras especies evaluadas (Tablas 3 y 4). También, se observó que las plántulas del botón de oro presentaron gran cantidad de hojas al final de la etapa de vivero, mostrando buena textura y una serie de raíces indefinidas, rígidas y de gran agresividad lo que indica una madurez radicular temprana. Estas raíces profundizaron y rompieron las bolsas a

los 60 días de sembradas, este factor puede dificultar el manejo en vivero debido a su desarrollo tan acelerado, por lo tanto se recomienda hacer un trasplante al sitio definitivo máximo a los 60 días.

Tabla 3. Promedio de peso de la raíz (gr) las arbóreas a los 105 días de evaluación

Forrajes	Tratamientos				
	Sin Enraizador	Vinagre	Hormoagro (Ana)	Aloe Vera	Roca Fosfórica
Nacedero	0.61 ^{aA}	1,59 ^{abB}	1,33 ^{abA}	1,94 ^{bAB}	2,94 ^{cB}
Cayeno	0.51 ^{aA}	1,41 ^{abAB}	2,13 ^{bA}	1,09 ^{abA}	0.31 ^{aA}
Camarón rojo	3,71 ^{bB}	4,50 ^{bC}	0.46 ^{aA}	2,29 ^{abB}	3,07 ^{abB}
Musaenda rosa	2,01 ^{bA}	0.77 ^{aA}	0.94 ^{aA}	1,03 ^{aA}	0.70 ^{aA}
Botón de oro	4,75 ^{aC}	3,21 ^{aBC}	7,00 ^{bB}	5,43 ^{aC}	5,47 ^{aC}

Letras minúsculas distintas en la misma fila, los tratamientos son distintos ($P < 0.05$).

Letras mayúsculas distintas en la misma columna, existe diferencia entre las forrajeras ($P < 0.05$).

Tabla 4. Promedio de numero de raíces de las arbóreas a los 105 días de evaluación

Forrajes	Tratamientos				
	Sin Enraizador	Vinagre	Hormoagro (Ana)	Aloe Vera	Roca Fosfórica
Nacedero	12 ^{aB}	14 ^{aB}	55 ^{cC}	22 ^{abB}	17 ^{abB}
Cayeno	2 ^{aA}	2 ^{aA}	21 ^{bB}	3 ^{aA}	8 ^{aA}
Camarón rojo	10 ^{abA}	7 ^{aA}	2 ^{aA}	18 ^{bB}	7 ^{aA}
Musaenda rosa	2 ^{aA}	4 ^{aA}	3 ^{aA}	2 ^{aA}	4 ^{aA}
Botón de oro	7 ^{aA}	6 ^{aA}	15 ^{aAB}	9 ^{aA}	9 ^{aA}

Letras minúsculas distintas en la misma fila, los tratamientos son distintos ($P < 0.05$).

Letras mayúsculas distintas en la misma columna, existe diferencia entre las forrajeras ($P < 0.05$).

Los resultados demuestran un buen desarrollo radicular del botón de oro en este experimento, los cuales se pueden confirmar con los experimentos realizados por Uribe *et al.*, (2011), en los cuales se evaluaron el número de raíces y porcentaje

de prendimiento a los 15 días después de la siembra en vivero, encontrando un 94% de prendimiento en estacas y un número de raíces fue de 4.25.

En el comportamiento del nacedero se puede observar un mayor peso de la raíz con roca fosfórica ($P < 0.05$) 2.94 g, aunque su número de raíces (22) es menor ($P < 0.05$) en comparación con el tratamiento con hormonagro (55), en el cual su peso fue inferior 1.33 g, de esto se deduce que cuando el nacedero desarrolla mayor número de raíces, su peso es menor y viceversa (Tablas 3 y 4), también se observó que el nacedero es una especie que se enfatiza primero en desarrollar su morfología radicular antes que la foliación. La relación inversa del peso con número de raíces se confirma, al comparar el nacedero con otras especies, en el testigo el peso de raíz fue similar, exceptuando el botón de oro, aunque su número de raíces fue superior ($P < 0.05$) con relación a las otras especies. En el tratamiento con vinagre el nacedero y cayeno fueron similares y superiores en el peso de la raíz en comparación con musaenda, mientras que el número de raíces del nacedero fue superior ($P < 0.05$) con relación a las otras especies (Tablas 3 y 4). En estudios realizados por Giraldo *et al.*, (2009) quienes trabajaron con nacedero, midiendo el peso de la raíz a los 60 días, observaron una mejor respuesta con ANA (0.69 g) en comparación con aloe vera (0.53 g), mientras que en este experimento se observó una mejor respuesta con aloe vera en relación al ANA a los 105 días (1.94 Vs 1.33 g, respectivamente).

El cayeno en su periodo inicial sin la utilización de ningún material o estimulante (testigo) presentó una emisión de la raíz a los 60 días su peso (2.13 g) y número de raíces (21), a los 105 días fue mayor ($P < 0.05$) cuando se utilizó ANA, en comparación con los otros tratamientos (Tablas 3 y 4), su emisión de hojas fue rápida, observándose que es una planta resistente a los cambios bruscos de humedad. Por otro lado, el tratamiento de las raíces de cayeno con aloe vera presentó un curtimiento de la peridermis manteniéndose un desarrollo radicular lento.

El desarrollo radicular del camarón rojo inicialmente fue lento hasta los 45 días, sus raíces son cilíndricas y en ocasiones presentaron puntos rosados, el

tratamiento con vinagre presentó el mayor ($P<0.05$) peso de la raíz (4.5 g), siendo similar con botón de oro (3.21 g), se observa que en el tratamiento con ANA, el peso (0.46 g) y número de raíces (2), fue inferior ($P<0.05$) al testigo (Tablas 3 y 4), lo que implica que el uso de fitohormonas no es recomendable para esta planta, aunque su desarrollo fue lento, sus raíces son agresivas y generaron un excelente agarre radicular, con una alta producción de hojas, lo que implica hacia el futuro una gran cantidad de biomasa, siempre que se siembre en un suelo con alto contenido de materia orgánica.

Musaenda rosa es de tipo leñoso por lo tanto emite un sistema radicular pivotante, de crecimiento tardío y comienza a emitir sus hojas antes del desarrollo de sus raíces, en el testigo se observó, que el peso de la raíz (2,01 g) fue superior ($P<0.05$), aunque su número de raíces fue similar, al compararla con los otros tratamientos (Tablas 1 y 2). La musaenda rosa mostró similar comportamiento ($P>0.05$) en el peso de sus raíces (0.77, 0.94, 1,03 y 0.70 g), con vinagre, ANA, aloe vera y roca fosfórica respectivamente; se observó en ella, indicios de secarse en la parte de las yemas cuando se aplicaron los tres primeros componentes.

CONCLUSIONES

Los componentes aplicados fueron de gran importancia para el crecimiento de las plantas, exceptuando botón de oro que alcanzó su mayor longitud en el tratamiento testigo, siendo el diámetro del tallo similar en todos los tratamientos, su respuesta a la adición de ANA se reflejó en el peso y número de raíces que fueron mayores en comparación con los otros tratamientos. Se observó un comportamiento superior en el botón de oro, en las variables evaluadas con relación a las otras especies.

El cayeno y nacedero respondieron muy bien en su crecimiento, cuando se utilizó vinagre y roca fosfórica, aunque el mayor diámetro del tallo y número de raíces de estas dos especies fue con la adición de ANA, el peso de las raíces del nacedero fue similar al testigo, mientras el cayeno presentó su mayor peso con hormonagro.

El camarón rojo respondió con buen crecimiento, a la adición de ANA, aloe vera y roca fosfórica, observándose un mayor peso en sus raíces cuando se utilizó este último compuesto. La musaenda presentó mayor longitud cuando se le adicionó vinagre y aloe vera, obteniendo el mayor peso de sus raíces con este último producto.

Se comprueba que para el botón de oro no es necesario utilizar ningún tipo de componente químico, puesto que su comportamiento radicular en el testigo fue excelente, se concluye que esta especie es muy buena para establecer sistemas para la suplementación alimenticia, por su gran cantidad de biomasa y desarrollo radicular que se obtiene en corto tiempo.

RECOMENDACIONES

Analizar los tiempos climáticos y determinar cómo las precipitaciones pueden influir en la investigación, evitando problemas de deshidratación.

Mantener un impecable control de arvenses, evitando una variación de la muestra, y al utilizar el aloe vera, es esencial licuar excelentemente, para obtener un buen suplemento, aprovechando al máximo sus propiedades.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Araméndez H, Cardona C, Correa E. Efecto de diferentes sustratos en la calidad de plántulas de berenjena (*Solanum melongena* L.). Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas, 7 (1): 55-61. 2013.
2. Argel PJ, Lascano CE. *Cratylia argentea* (Desvaux) O. Kuntze: Una nueva leguminosa arbustiva para suelos ácidos en zonas subhúmedas tropicales. Pasturas Tropicales, 20 (1): 37-43. 1998.
3. Azcon J, Talon M. Fundamentos de fisiología vegetal. Ediciones Universitat de Barcelona, primera edición, Barcelona España, p. 286, 287, 317. 2000.
4. Boby FB, Valdivia MA. Evaluación del comportamiento de tres forestales a nivel de vivero en el municipio de Telica, departamento de León. Tesis de Grado, Universidad Nacional Agraria, facultad de Recursos Naturales y del Ambiente, Managua, Nicaragua, 65 p. 2005.
5. Chien SH. Factors affecting the agronomic effectiveness of phosphate rock: a general review. En: S.S.S. Rajan & S.H. Chien, eds. Direct application of phosphate rock and related technology: latest developments and practical experiences. Proc. Int. Meeting, Kuala Lumpur, 16-20 July 2001. Muscle Shoals, USA, IFDC. 441 p. 2003.

6. Cruz CJ, Moreno DC. Efecto de la fertilización y diámetro del material vegetativo sobre el crecimiento en vivero de *Sambucus nigra* y *Morus alba*, con destino a sistemas silvopastoriles. Tesis de Grado Zootecnista, Universidad de la Salle, Facultad de Zootecnia, 196 p. 2009.
7. Díaz L, Maldonado JC, Peters J, Pérez EM, Puértolas S, Morales D, Jiménez MS, Gil L. Efecto de diferentes sustratos en la calidad de plántulas de berenjena (*Solanum melongena* L.). Cuad. Soc. Esp. Cien. For. 17: 63-67. 2004.
8. Espinoza JL, Palacios A. La ganadería orgánica, una alternativa de desarrollo pecuario para algunas regiones de México: una revisión. INCI, 32 (6): 385-390. 2007.
9. Gálvez A, Carreño D, Guzmán W. Evaluación en vivero de tres sistemas de reproducción vegetativa de *Dahlia imperialis* (Roezl ex Ortgies). Revista Investigación Pecuaria, 3 (1): 73-83. 2014.
10. García DE, Medina MG, Cova LJ, Clavero T, Torres A, Perdomo D, Santos O. Evaluación integral de recursos forrajeros para rumiantes en el estado Trujillo, Venezuela, Rev. Fac. Agron., 26 (4): 555-582. 2009.
11. Gallego EJ, Morales S, Vivas N. Propuesta para el uso de especies arbóreas y arbustivas forrajeras en sistemas ganaderos en el valle del Patía, Cauca. Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial, 10 (2): 207-216. 2012.
12. Hidalgo PR, Sindoni M, Marín C. Evaluación de sustratos a base de vermicompost y enmiendas orgánicas líquidas en la propagación de parchita (*Passiflora edulis* v. *flavicarpa*) en vivero. Revista UDO Agrícola, 9 (1): 126-135. 2009.
13. Iglesias JM. Sistemas de producción agroforestales. Capacitación y análisis en: "conceptos generales y definiciones". Rev. Sist. Prod. Agroecol., 2 (1): 151-176. 2011.
14. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). Información Histórica, Climatografía de las principales ciudades, Cartas Climatológicas – Medias Mensuales, Aeropuerto Vanguardia. 2014. Disponible En: <http://bart.ideam.gov.co/cliciu/villao/tabla.htm>
15. García M, Hernández R, Echevarría Y, Esteves M, Bustios S. Utilización del aloe vera L. en la composición de medios de cultivo para la fase de enraizamiento de la variedad comercial de plátano FHIA 18. Ciget Pinar del Rio, 10 (4): 10 p. 2008. Disponible En: <http://www.ciget.pinar.cu/Revista/No.2008-4/art%EDculos/utilizacion%20de%20aloe.pdf>
16. Giraldo LA, Ríos HF, Polanco M. Efecto de dos enraizadores en tres especies forestales promisorias para la recuperación de suelos. Revista de Investigación Agraria y Ambiental, 1: 41-47. 2009.
17. Lema L. Evaluación de la eficacia de seis enraizadores y dos sustratos para la propagación de ramillas de café robusta (*coffea canephora*) en vivero, Cantón Francisco de Orellana, provincia de Orellana". Tesis Ingeniero Agrónomo, 87p. 2012. Disponible En: http://www.usfx.bo/nueva/vicerrectorado/citas/AGRARIAS_7/Ingenieria%20Agronomica/74.pdf

18. Medina MG, García DE, Moratinos P, Cova LJ. Comparación de tres leguminosas arbóreas sembradas en un sustrato alcalino durante el período de aviveramiento. I. Variables morfoestructurales. *Pastos y forrajes*, 34 (1): 37-52. 2011.
19. Medina MG, García DE, Clavero T, Iglesias JM, López JG. Evaluación inicial de la morera (*Morus alba* L.) en condiciones de vivero. *Zootecnia Tropical*, 25 (1): 43-49. 2007.
20. Medina MG, García DE, Clavero, Iglesias JM. Estudio comparativo de *Moringa oleifera* y *Leucaena leucocephala* durante la germinación y la etapa inicial de crecimiento. *Zootecnia Tropical*, 25 (2): 83-93. 2007.
21. Moreno F, Guerrero A. Evaluación de cuatro métodos de propagación en campo de *Trichanthera gigantea*. *Rev. Fac. Agron.*, 22 (1): 13-22. 2005.
22. Navia JF, Restrepo JM, Villada DE, Ojeda PA. Agroforestería: Opción tecnológica para el manejo de suelos en zonas de laderas. Manual de Capacitación. Fundación para la Investigación y desarrollo Agrícola – FIDAR, Santiago de Cali, 78 p. 2003.
23. Organic SA. El vinagre como herbicida orgánico. 2008. Recuperado 20 de septiembre 2014. Disponible En: <http://organicsa.net/el-vinagre-como-herbicida-organico.html>
24. Rodríguez H, Hechevarria I. Gel de Aloe vera y harina de según como soporte sólido de medios de cultivo para plantas medicinales. *Revista Cubana de Plantas Medicinales* pág. 11 (1): 5 p. 2006.
25. Sabogal C, Guariguata MR, Broadhead J, Lescuyer G, Savilaakso S, Essoungou N, Sist P. Manejo forestal de uso múltiple en el trópico húmedo, oportunidades y desafíos para el manejo forestal sostenible. *FAO Forestry Paper*, 173. Roma, Italia. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura / Bogor, Indonesia, Centro Internacional de Investigación Forestal. 2013.
26. Sánchez MD, Rosales M. Agroforestería para la producción animal en América Latina – II. Memorias de la segunda conferencia electrónica, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura (FAO), Roma. 2003.
27. Singh, U., Wilkens, P.W., Henao, J., Chien, S.H., Hellums, D.T., Hammond, L.L. An expert system for estimating agronomic effectiveness of freshly applied phosphate rock. In: S.S.S. Rajan y S.H. Chien, eds. *Direct application of phosphate rock and related technology: latest developments and practical experiences*. Proc. Int. Meeting, Kuala Lumpur, 16-20 July 2001. Muscle Shoals, Estados Unidos de América, IFDC. 441 p. 2003.
28. Taiz L, Zeiger E. *Fisiología vegetal*. Ed Universitat Jaume I, Castelló de la Plana, España. 583 p. 2006.
29. Toral OC. Comportamiento de especies arbóreas forrajeras en condiciones de vivero. *Pastos y Forrajes*, 32 (1): 1-11. 2009.
30. Uribe F., Zuluaga A., Murgueitio E., Valencia L., Zapata A., Solarte L., et al. Establecimiento y manejo de sistemas silvopastoriles. Manual 1. Proyecto ganadería colombiana sostenible. GEF, BANCO MUNDIAL, FEDEGAN, CIPAV, FONDO ACCION, TNC. Bogotá, Colombia. 78 p. 2011.

Evaluación clínica, endoscópica y citológica de las vías aéreas de equinos de tracción

Clinical, endoscopic and cytologic evaluation of airways of horses pulling

Vargas Menjura Hamith Leandro¹, Castro Beck Carlos A.² y Jaramillo H. Dumar Alexander³

¹MVZ, Teniente de la Policía Nacional de Colombia; ²MV, MSc, PhD. Profesor Asociado, Director Hospital de Clínica Veterinaria de la Universidad Federal do Rio Grande do Sul y ³MVZ, Esp., (c)MSc. Líder Grupo de Investigación en Farmacología Experimental y Medicina Interna – Élite, Profesor Clínica de Grandes Animales, Universidad de los Llanos

dumar.jaramillo@unillanos.eu.co

Recibido 12 de Diciembre 2014, Aceptado 26 de Septiembre 2015

RESUMEN

Las afecciones del sistema respiratorio, tienen un papel fundamental en la disminución del desempeño atlético de los equinos, los exámenes como la broncoscopia que se realiza con endoscopio flexible, y citológicos (lavados transtraqueales y broncoalveolares), han sido usados como métodos de diagnóstico en animales con sintomatología de deficiencia respiratoria. Durante los últimos años su implementación ha tenido un notable aumento debido a su eficacia en los dictámenes, lo que se traduce, en disminución de tiempo y costos de tratamientos. En el presente estudio, se tomaron muestras a diez equinos sin raza definida, con edades entre los 7 y 15 años, provenientes de la clínica de grandes animales del hospital veterinario de la Universidad Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), los cuales nueve eran usados para la tracción de carrosa en la zona metropolitana y uno para carreras hípcas de Porto Alegre. A todos los animales se les realizó examen clínico general, enfatizando en las vías respiratorias, se realizaron cuatro endoscopias y se colectaron diez muestras de secreciones traqueales por medio de lavado y aspirado percutáneo. La suspensión celular de los lavados fue centrifugada, para realizar extendidos sobre láminas, que fueron coloreados por el método panóptico rápido (tinción diferencial), que

permite la observación de células sanguíneas. Se realizó estadística descriptiva de las variables analizadas. Los animales presentaron frecuencia cardiaca 39.2 ± 1.44 latidos por minuto (lpm), frecuencia respiratoria 19.7 ± 2.37 respiraciones por minuto (rpm), temperatura $38.25 \pm 0.08^{\circ}\text{C}$, hematocrito $34.7 \pm 1.09\%$, recuento de eritrocitos $7.25 \pm 0.27 \times 10^6/\text{ml}$, hemoglobina 11.34 ± 0.042 g/dl, volumen corpuscular medio 49.85 ± 0.96 fentolitros (fl), concentración de hemoglobina corpuscular media 32.77 ± 0.45 g/dl, plaquetas $183.8 \pm 10.98 \times 10^3/\text{ml}$, proteínas plasmáticas totales 7.3 ± 0.13 g/dl, leucocitos totales $9.880 \pm 470/\text{ml}$, neutrófilos $5.910 \pm 560/\text{ml}$, eosinófilos $359.2 \pm 70.8/\text{ml}$, linfocitos $3.420 \pm 420/\text{ml}$ y monocitos $339.8 \pm 50.12/\text{ml}$. En la citología del lavado traqueal se determinaron los porcentajes de células epiteliales en 42.3 ± 9.35 , linfocitos 3.3 ± 1.13 , macrófagos 20.1 ± 5.35 , neutrófilos 26.4 ± 8.37 y eosinófilos 2.7 ± 1.78 . Finalmente los resultados del examen endoscópico en los equinos fueron: 1) cantidad normal de moco y ausencia de bacterias (sanos), 2) aumento de la producción de moco y de bacterias en el medio extracelular y superficie de células escamosas, 3) degeneración celular y picnosis, 4) fagocitos y restos celulares, y 5) fungosis (hongos conídeos) en el fondo extracelular y fagocitosis, observándose cristales de hematoidina y procesos apoptóticos. Se concluye que la endoscopia y la citología del lavado traqueal son herramientas fundamentales para el diagnóstico de las enfermedades respiratorias, ya que permiten la identificación de trastornos funcionales, vislumbrando el tipo celular predominante, que ocasiona el proceso inflamatorio existente.

Palabras clave: Broncoscopia, sistema respiratorio, lavado transtraqueal.

ABSTRACT

Disorders of the respiratory system have a key role in reducing the athletic performance of horses, tests such as bronchoscopy that is performed with flexible endoscope, and cytological (tracheal washings) have been used as diagnostic methods in animals with symptoms of respiratory failure. In recent years its implementation has had a significant increase due to its effectiveness in the opinions, resulting in decreased treatment time and costs. In this study, samples

were taken to ten horses without defined breed, aged between 7 and 15 years, from clinical large animal veterinary hospital of the Federal University of Rio Grande do Sul (UFRGS), which nine were used for pulling in the metropolitan area and one for horse racing in Porto Alegre. All animals underwent clinical examination, emphasizing airway four endoscopies were performed and ten samples of tracheal secretions were collected by washing and percutaneous aspiration. The washed cell suspension was centrifuged for extended on slides, which were stained by the method of panoptical fast (differential staining), which allows the observation of blood cells. Descriptive statistics of the variables analyzed was performed. The animals showed heart rate 39.2 ± 1.44 beats per minute (bpm), respiratory rate 19.7 ± 2.37 breaths per minute (rpm), temperature $38.25 \pm 0.08^\circ\text{C}$, hematocrit $34.7 \pm 1.09\%$, erythrocyte count $7.25 \pm 0.27 \times 10^6/\text{ml}$, hemoglobin 11.34 ± 0.042 g/dl, mean corpuscular volume average 49.85 ± 0.96 femtoliters (fl), 32 corpuscular hemoglobin concentration 77 ± 0.45 g/dl, platelets $183.8 \pm 10.98 \times 10^3/\text{ml}$, total plasma proteins 7.3 ± 0.13 g/dl, total leukocytes $9,880 \pm 470/\text{ml}$, neutrophils $5,910 \pm 560/\text{ml}$, eosinophils $359.2 \pm 70.8/\text{ml}$, lymphocytes $3,420 \pm 420/\text{ml}$ and monocytes $339.8 \pm 50.12/\text{ml}$. In tracheal wash cytology were determined the percentages of epithelial cells in 42.3 ± 9.35 , lymphocytes 3.3 ± 1.13 , macrophages 20.1 ± 5.35 , neutrophils 26.4 ± 8.37 and eosinophils 2.7 ± 1.78 . Finally the results of endoscopic examination in horses were: 1) normal amount of mucus and absence of bacteria (healthy), 2) increased production of mucus and bacteria in the extracellular medium and squamous cell surface, 3) cellular degeneration and picnosis, 4) phagocytes and cell debris, and 5) fungus in the extracellular background and phagocytosis, observed Hematoidin crystals and apoptotic processes. It is concluded that endoscopy and tracheal wash cytology are essential tools for the diagnosis of respiratory diseases, allowing the identification of functional disorders, glimpsing the predominant cell type, which causes the existing inflammatory process.

Keywords: Bronchoscopy, respiratory system, transtracheal wash.

RESUMO

Doenças do sistema respiratório, têm um papel fundamental na redução do desempenho atlético de cavalos, exames como broncoscopia, que é realizada com endoscópio flexível e citológico (lavagens traqueais) têm sido usados como métodos de diagnóstico em animais com sintomas de insuficiência respiratória. Nos últimos anos, a sua implementação tem tido um aumento significativo devido à sua eficácia nas pareceres, resultando em diminuição do tempo de tratamento e custos. Neste estudo, foram colhidas amostras para dez cavalos, sem raça definida, com idade entre 7 e 15 anos, de clínica veterinária de animais grande hospital da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), que foram nove usado para puxar carroça na região metropolitana e outro para a corrida de cavalos em Porto Alegre. Todos os animais foram submetidos a exame clínico, enfatizando vias aéreas, quatro endoscopias foram realizadas e dez amostras de secreção traqueal foram recolhidos por lavagem e aspiração percutânea. A suspensão de células foi centrifugada durante lavada estendida em lâminas, as quais foram coloridas pelo método panóptico rápida (coloração diferencial), que permite a observação de células sanguíneas. A estatística descritiva das variáveis analisadas foi realizada. Os animais apresentaram 39.2 ± 1.44 frequência cardíaca batimentos por minuto (bpm), frequência respiratória 19.7 ± 2.37 respirações por minuto (rpm), a temperatura $38.25 \pm 0.08^\circ\text{C}$, hematócrito $34.7 \pm 1.09\%$, contagem de eritrócitos $7.25 \pm 0.27 \times 10^6/\text{ml}$, hemoglobina 11.34 ± 0.042 g/dl, volume corpuscular média 49.85 ± 0.96 fentolitros (fl), concentração de hemoglobina corpuscular 32.77 ± 0.45 g/dl, plaquetas $183.8 \pm 10.98 \times 10^3/\text{ml}$, proteínas plasmáticas totais de 7.3 ± 0.13 g/dl, leucócitos totais $9,880 \pm 470/\text{ml}$, neutrófilos $5,910 \pm 560/\text{ml}$, eosinófilos $359.2 \pm 70.8/\text{ml}$, linfócitos $3,420 \pm 420/\text{ml}$ e monócitos $339.8 \pm 50.12/\text{ml}$. Em citologia do lavagem traqueal foram determinados percentagens de células epiteliais em 42.3 ± 9.35 , linfócitos 3.3 ± 1.13 , macrófagos 20.1 ± 5.35 , neutrófilos 26.4 ± 8.37 e eosinófilos 2.7 ± 1.78 . Finalmente, os resultados do exame endoscópico em cavalos foram: 1) a quantidade normal de muco e ausência de bactérias (saudável), 2) um aumento da produção de muco e bactérias na do meio extracelular e superfície de célula

escamosa, 3) degeneração celular e picnose 4), fagócitos e detritos celulares, e 5) fungosis (conídeos do fungos) no fundo extracelular e fagocitose observados cristais hematoidin e processos apoptóticos. Conclui-se que a endoscopia e citologia lavagem traqueal são ferramentas essenciais para o diagnóstico de doenças respiratórias, permitindo a identificação de distúrbios funcionais, vislumbrando o tipo de célula predominante, o que faz com que o processo inflamatório existente.

Palavras-chave: Broncoscopia, sistema respiratório, lavagem transtraqueal.

INTRODUCCIÓN

El manejo clínico de equinos, principalmente los destinados para competencia, en deportes como corrida, hipismo, polo, rodeo o coleo, entre otras, o aquellos que son sometidos a extensas jornadas de trabajo, en la ciudad y zonas rurales, ha sido un reto para los médicos veterinarios, debido a la gran dependencia que el hombre ha impuesto sobre esta especie, alta incidencia de patologías y elevado costo de los tratamientos. En este mismo sentido, los trastornos del sistema respiratorio ocupan el segundo lugar en la limitación del desempeño atlético de los equinos, siendo solo superados por los del sistema musculo esquelético (Reed y Bayly, 2010). Estas patologías respiratorias producen grandes pérdidas económicas relacionadas con la interrupción del entrenamiento de los animales (Moran *et al.*, 2003). Al respecto, Davidson y Martin, (2003) reportaron que estas enfermedades fueron inidentificadas en un 42% de los caballos atletas que presentaban disminución de su desempeño.

La endoscopia se ha utilizado para evaluar el tracto respiratorio de equinos, siendo una herramienta muy útil, puesto que la clasificación de los signos respiratorios junto con los hallazgos endoscópicos genera información importante para el diagnóstico de enfermedades respiratorias (Viel y Hewson, 2004). Así mismo, otros exámenes complementarios pueden llevarse a cabo para detectar patologías relacionadas con el tracto respiratorio inferior, tales como la colecta de secreciones, que pueden ser obtenidas por tres métodos: lavado trans traqueal,

aspirado traqueal, y lavado bronco alveolar, donde el primero es el más económico y simple con capacidad de recuperar muestras celulares que están ocupando las vías inferiores de equinos (Santos *et al.*, 2007).

La posibilidad de ampliar los conocimientos teóricos y prácticos en el manejo de estas tecnologías y el mejoramiento del diagnóstico de patologías respiratorias, ha llevado a que en este artículo se plateé como objetivo evaluar el sistema respiratorio de algunos equinos de tracción en la ciudad de Porto Alegre (Brasil), a través del examen físico y endoscópico de sus vías aéreas, además del análisis citológico del lavado transtraqueal; el cual se realizó en la clínica de grandes animales del hospital veterinario de la Universidad Federal do Rio Grande do Sul. Este proyecto decidió hacerse dentro de la línea de investigación de los factores que afectan al caballo atleta con especialidad en el sistema respiratorio, y su premisa fue la búsqueda de algunas alteraciones del carácter respiratorio en animales destinados a la tracción de carrosa, realizando el diagnóstico y tratamiento oportunos a equinos, los cuales pertenecen a propietarios de bajos recursos económicos, y los destinados a competiciones, estableciendo el uso de estas técnicas de forma rutinaria, teniendo en cuenta que los líquidos traqueales de caballos sanos, contienen principalmente porcentajes adecuados de células epiteliales cilíndricas ciliadas, macrófagos, pequeños linfocitos y neutrófilos (Arias *et al.*, 2013). En general, poco moco está presente, y las células predominantes son macrófagos alveolares y células epiteliales, algunos problemas que causan variación están relacionados probablemente con la técnica de colecta, y la dificultad para seleccionar caballos sanos con el fin de establecer parámetros normales (Tabla 1) (Santos *et al.*, 2007).

El tipo celular varía con la enfermedad presente, las siguientes categorías son ampliamente conocidas, porque se aumenta:

- La proporción de neutrófilos, asociado a inflamación, obstrucción recurrente de vías aéreas (RAO), neumonía, pleuroneumonía, entre otras.

- El número de hemosiderófagos, asociado a la hemorragia pulmonar inducida por el ejercicio.
- La cantidad de eosinófilos, asociado a enfermedad alérgica.

Los resultados bacteriológicos, pueden variar con el medio ambiente en el que se encuentre el animal, siendo mayor la probabilidad de aislar bacterias y hongos en animales estabulados (Hodgson y Hodgson, 2007).

Tabla 1. Valores de referencia para el contenido celular del líquido traqueo bronquial obtenido de equinos por aspiración con lavado transtraqueal percutáneo (LTP).

Numero de caballos (n)	15 ¹	92 ²	66 ³
Total células**	4.9 ± 2.7	—	—
Células escamosas*	0	2.3 ± 2.6	—
Células epiteliales*	19.8 ± 6.1	13.0	30.4 ± 24.4
Macrófagos*	65.0 ± 13.7	34.0 ± 18.0	44.1 ± 23.2
Linfocitos*	7.4 ± 3.8	4.9 ± 3.1	5.4 ± 4.1
Neutrófilos*	6.4 ± 5.5	39.0 ± 21.0	17.8 ± 21.8
Eosinófilos*	1.2 ± 1.4	3.5 ± 2.0	0.7 ± 2.2
Mastocitos*	0.2 ± 0.4	1.6 ± 1.9	—
Células plasmáticas*	—	2.2 ± 3.4	—
Células alveolares*	—	10.7	—

Fuente: ¹Mair *et al*, (1987); ²Larson y Busch (1985); ³Sweeney *et al*, (1992).

**Conteos celulares totales (x10⁵/ml); y *diferencial (%)

METODOLOGÍA

Animales experimentales

Fueron usados diez equinos adultos con edades entre los 7 y 15 años (Figura 1) destinados a la tracción de carrosa en la ciudad de Porto Alegre, de los cuales nueve eran provenientes del sector de clínica de grandes animales de la UFRGS, y uno utilizado en carreras hípicas, los cuales no poseían historial de vermifugación, vacunación o algún manejo medico sanitario. Los animales fueron alojados en corrales individuales, de 3.5 x 3.5 m de área, para la cama se utilizó aserrín, el cual fue cambiado diariamente. La alimentación suministrada fue a base

de concentrado comercial y heno de alfalfa 3 y 4 kg respectivamente, en 3 suministros durante el día, con agua ad libitum.

Examen clínico

Los animales fueron identificados, realizándose la toma de datos rutinarios que incluyen edad, peso, estado general, actitud y comportamiento, aspecto de las mucosas, temperatura corporal y frecuencias cardíaca y respiratoria. Posteriormente se realizó un examen clínico que incluyó inspección, percusión y auscultación del sistema respiratorio (Figura 2), en el cual se prestó especial atención a la presencia de algún tipo de secreción en la cavidad nasal, excesiva dilatación de las narinas, presencia de tos, disnea, ruidos respiratorios normales aumentados o anormales tales como crepitaciones, sibilancias o ronquidos.



Figura 1. Equino utilizado en el experimento

Figura 2. Examen clínico.

Examen endoscópico de las vías aéreas

La endoscopia es una técnica regularmente usada para evaluar las condiciones de las vías aéreas, la transmisión de imagen básicamente se basa en la reflexión vía prisma en los sistemas de fibra óptica flexibles y video endoscopios (Arias *et al.*, 2013).

Para realizar el procedimiento se estableció una óptima seguridad del paciente, personal y del equipo, para esto los caballos fueron colocados en bretes. La mayoría fueron examinados solamente con el uso de cachimbo, en los casos de

animales con temperamento difícil, se puede utilizar Xilacina (0.9 mg/kg IV) o detomidina (0.1 mg/kg IV) y butorfanol (0.1 mg/kg IV), (Wilfong y Waldrig, 2009), teniendo en cuenta que los agonistas α_2 adrenergicos pueden alterar la funcionalidad de la laringe.

El examen endoscópico se llevó acabo en 4 animales, este fue realizado con un colonoscopio (PENTAX EPM 320®), con 1.7 m de longitud y 12 mm de diámetro externo. Cuando se evaluaron las cámaras nasales, el endoscopio se introdujo rápido y suavemente en el meato ventral mientras la narina se mantuvo abierta (Figura 3). Después de la inserción pudo examinarse durante la introducción, el meato ventral, la concha ventral y el aspecto ventral del septo nasal, las estructuras más dorsales pudieron ser observadas cuando se retiró el endoscopio, estas incluyen la concha dorsal, el septo nasal y los meatos dorsal, medial y común. El objetivo de examinar las fosas nasales es detectar lesiones como infecciones, neoplasias, cuerpos extraños, traumatismos y/o secreciones (Semeco *et al.*, 2011).

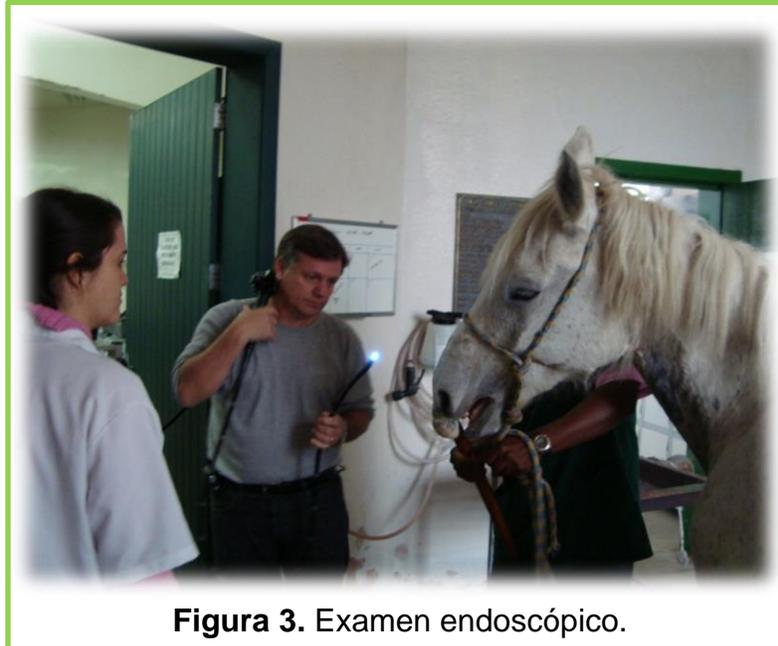


Figura 3. Examen endoscópico.

La faringe está dividida por el paladar blando en partes dorsal y ventral, en la parte anterior estas son conocidas respectivamente, como nasofaringe y orofaringe, y en la parte caudal se encuentra la laringofaringe dorsal y ventral. Inicialmente el

endoscopio se introdujo en la nasofaringe, donde es visible el paladar blando en la parte ventral, luego se avanza hacia el rostro y dorso lateral, para el receso dorsal de la faringe y aberturas para los tubos auditivos, respectivamente. La laringe generalmente es visible al fondo y fue examinada moviendo el endoscopio profundamente en la faringe. El observador debe estar familiarizado con la estructura del paladar blando y con la manera por la cual la laringe rostral (epiglotis y procesos corniculados del cartílago aritenoides) se inserta a través de la abertura intra-faríngea en el paladar blando. Los objetivos de analizar esta región del sistema respiratorio consisten en evaluar las lesiones visibles y la competencia funcional de estructuras como el paladar blando y la laringe (Arias *et al.*, 2013). En esta porción se prestó atención a la presencia o no de dislocamiento dorsal del paladar blando.

La laringe fue examinada avanzando el endoscopio al interior de la nasofaringe, la cual debe tener una disposición y anatomía normal al igual que sus cartílagos constituyentes, detectando anomalías estáticas y funcionales. Los cartílagos aritenoides (CA) en abducción son particularmente importantes, debido al alto grado de hemiplejia laríngea y de la condición conocida como paresia o laringe asincrónica, su evaluación es realizada con el animal en reposo siendo subjetiva, y puede variar con la sedación, aplicación de cachimbo o por la visualización de cada una de las narinas (Semeco *et al.*, 2011). En esta porción se evaluó la forma y tamaño de los CA, y el grado de neurolaringopatía, según el sistema propuesto por Hackett, (1992): **Grado 1:** Abducción completa durante el ejercicio y aducciones sincrónicas completas de los CA derecho e izquierdo (Tabla 6). **Grado 2:** Movimientos asincrónicos, vibración, debilidad abductora del CA izquierdo durante cualquier fase de la respiración, además se observa que la abducción completa del mismo puede ser provocada por: oclusión nasal o deglución, y ejercicio. **Grado 3:** Movimientos asincrónicos, vibración, debilidad abductora del CA izquierdo durante cualquier fase de la respiración. La abducción completa no puede ser inducida y solo ocurre durante el ejercicio en la mayoría de los caballos, aunque algunos entran en colapso dinámico del CA. **Grado 4:** Acentuada asimetría de la laringe en reposo sin movimiento significativo durante cualquier

fase de la respiración, todos los caballos entran en colapso dinámico del aritenoide.

La tráquea y los bronquios principales fueron examinados cuando el caballo estuvo en el brete, la mayoría permitieron el paso del endoscopio flexible por la porción proximal de la tráquea sin evidencias de estrés. El examen de los bronquios se realizó con un endoscopio de una longitud mínima de 150 cm; a medida que éste avanzaba hacia las porciones más distales de la tráquea, como la bifurcación en bronquios principales derecho e izquierdo, el reflejo de tos fue inducido, el cual se minimiza destilando algunos mililitros de anestésico local por el canal de biopsia del endoscopio a medida que éste avanza por la vía aérea, siendo sistemático el examen de cada bronquio principal. Para Pollock *et al.*, (2009) el procedimiento es rápido, con mínimo estrés para el animal, y aporta información valiosa por la visualización directa de las vías respiratorias en el momento del paso del endoscopio donde se evaluó: coloración de la mucosa traqueal, presencia de secreciones, reactividad traqueal, y presencia de hemorragia.

La presencia de sangre puede ser observada en la mayoría de los caballos después de ser sometidos a ejercicio fuerte o por largo periodo de tiempo (hasta 7 días) (Moran *et al.*, 2003), la cantidad de sangre en las vías puede variar de acuerdo al grado de la hemorragia, éste examen sirve para determinar la “hemorragia inducida por el ejercicio”; la clasificación de la misma según el volumen de sangre observado y su distribución a lo largo de las vías aéreas (Pereira *et al.*, 2014; Baccarin, 2005), se puede resumir en los siguientes grados: **Grado 1:** presencia de pequeñas estrías o coágulos presentes en el tercio distal de la tráquea; **Grado 2:** distribución de hilos de sangre aleatoria (no uniforme), por toda la extensión de la tráquea, lo mismo que coágulos mayores; **Grado 3:** sangre distribuida uniformemente en toda la extensión de la tráquea; **Grado 4:** cantidad abundante de sangre por toda la tráquea, laringe, faringe y fosas nasales; **Grado 5:** exacerbación del cuadro anterior y epistaxis.

Colecta y evaluación de las secreciones de las vías aéreas inferiores: lavado y aspirado trans-traqueal percutáneo

La enfermedad de las vías aéreas inferiores es diagnosticada por citología y microbiología de las secreciones respiratorias, para lo cual se colectan muestra de secreción de la tráquea o de las vías aéreas inferiores (Flórez, 2013). El examen citológico de las vías aéreas, fue realizado a través del lavado transtraqueal, aspirado traqueal, lavado traqueo bronquial y lavado bronco alveolar (Biavia *et al.*, 2006), el cual se refiere a la colección de líquido del árbol traqueo bronquial, usando una técnica percutánea para inyectar liquido de lavado y después colectarlo por aspiración. La aspiración transtraqueal se refiere al mismo proceso pero sin inyectar liquido de lavado (Dos Santos y Da Graça, 1999). Esta prueba fue adaptada a los equinos por Mansmann y Knigth, (1972) quienes constataron la gran utilidad de este método para la identificación de agentes patógenos en las afecciones respiratorias de carácter infeccioso, además su implementación tiene bajo costo.

La técnica transtraqueal posee la ventaja de eliminar el paso por la cavidad nasal y porciones del tracto respiratorio superior, eliminando el riesgo de contaminación de la muestra por microorganismos de la flora local de la nasofaringe (Hewson y Viel, 2002). Algunas desventajas del lavado traqueo bronquial percutáneo son resultantes de la aspiración percutánea, que incluyen enfisema subcutáneo, infección, condritis, perdida del catéter en las vías aéreas y hemorragia local (Engels *et al.*, 2009). Este procedimiento fue realizado en un área aproximada de 5 x 5 cm, centrada sobre el tercio medio de la tráquea, se inyectaron subcutáneamente 5 ml de solución anestésico local, entre un par de anillos traqueales adyacentes, se realizó una pequeña incisión en la piel, y una aguja calibre 16 fue insertada en los anillos traqueales y direccionada hacia abajo (Figura 4), teniendo cuidado para no causar un traumatismo en la pared opuesta de la tráquea, el bisel de la aguja estuvo posicionado hacia abajo, para minimizar el peligro de cortar accidentalmente el catéter, que avanzó hasta la entrada de la cavidad torácica (Castillo *et al.*, 2013).

Para realizar el lavado trans-traqueal percutáneo (LTP), la solución salina estéril fue rápidamente inyectada e inmediatamente aspirada, repitiendo el procedimiento hasta lograr un volumen adecuado (Figura 5). En el LTP es común recuperar una cantidad menor a la inyectada, y las repeticiones del procedimiento pueden inducir la tos, lo que puede generar dislocaciones del tubo hacia la faringe, por eso se recomienda el uso de un tubo grueso. En la aspiración transtraqueal percutánea (ATP), las secreciones fueron simplemente aspiradas, sin inyectarse previamente líquido de lavado, realizando el procedimiento solo cuando se tuvo un volumen copioso de secreción. Finalmente el tubo fue removido y la incisión suturada, y se puso un vendaje compresivo, aunque en la mayoría de los casos no precisa ninguno de las dos acciones, estas muestras fueron sometidas a evaluación citológica y bacteriológica (Flórez, 2013).



Evaluación citológica

La evaluación citológica de los aspirados traqueales, es hecha por: el conteo total de células en la cámara de Neubauer, y por la evaluación diferencial de los tipos celulares, para esta última, diferentes técnicas de coloración, como, Diff-Quick, Wright-Giemsa, Leishman's, Azul da Prússia, My-Grunwald, Azul de Toluidina y Romanovski (Hewson y Viel, 2002; Hodgson y Hodgson, 2003).

Para el procedimiento se realizó la identificación y se determinó el volumen colectado en dos tubos, de la muestra contenida en el tubo sin EDTA, se realizó un examen físico, el cual consistió en determinar el color, aspecto y consistencia, y posteriormente, se guardó como segunda opción para realizar la citología. De la muestra contenida en el tubo con EDTA, se tomó 1 ml para llevar a cabo el conteo de células nucleadas y eritrocitos en la cámara de Neubauer con un aumento de 40x, esta muestra no fue sometida a ningún tipo de dilución. Luego de realizar el conteo, se calculó el número de células presentes en las muestras usando las siguientes formulas:

CALCULO DE CÉLULAS NUCLEADAS

$$\frac{\# \text{ Células contadas} \times 10}{\# \text{ Cuadros contados (9)}}$$

CALCULO DE ERITROCITOS

$$\frac{\# \text{ Células contadas en 5 cuadrantes}}{\text{Área contada } \left(\frac{1}{5}\right) \times \text{cámara } \left(\frac{1}{10}\right) \times \text{dilución (1)}}$$



Figura 6. Centrifugación de los lavados traqueales

De la muestra contenida en el tubo con EDTA se tomó 1ml, la cual se sometió a centrifugación durante 10 minutos a 1500 rpm (Figura 6), del precipitado obtenido se realizaron 3 láminas tipo squash, que se tiñeron con el método Panóptico rápido, luego se llevó a cabo el conteo diferencial de células con un aumento de

100x, además se observaron las características morfológicas y las principales alteraciones celulares.

Para realizar otro conteo diferencial se tomó 1ml de la muestra que no fue centrifugada y se llevó a la cámara de suta, en la cual quedo en reposo durante 1 hora, para que el exceso de líquido fuera absorbido, y de esta manera las células se concentren para mejorar la observación de las mismas, posteriormente se realizó coloración por el método Panóptico

Hemograma y determinación de fibrinógeno plasmático

Las muestras de sangre fueron obtenidas por medio de venipunción yugular, tomando un volumen de 3 ml, depositándolos en tubos con EDTA, y posteriormente enviadas al laboratorio clínico veterinario (LACVET) del hospital de clínicas veterinarias de la Universidad Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

Análisis estadístico

Se realizó un análisis estadístico descriptivo utilizando el programa SPSS versión 19, haciendo las estimaciones de: error típico, mediana, moda, desviación estándar, varianza de la muestra, rango, máximo, mínimo y nivel de confianza. Se analizaron las siguientes variables: edad de los equinos relacionándola con la frecuencia cardiaca, respiratoria, temperatura, eritrograma, leucograma, fibrinógeno plasmático, citología de lavado traqueal y resultados de endoscopias.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La edad de los animales experimentales (Gráfica 1) fue similar al del estudio de Zuluaga, (2011) quien realizó endoscopias en equinos de salto, intolerantes al ejercicio, en una población de 6 a 12 años, encontrando que, de ocho animales estudiados, cinco presentaron hemiplejía laríngea idiopática izquierda, lo que representa el 62% de la población examinada. Así mismo se encontraron dos equinos con afecciones alérgicas respiratorias, lo que sugiere que el manejo ambiental es un factor importante para su cuidado. Por último se encontró un animal que se desempeña en una baja intensidad, con hemorragia pulmonar

inducida por el ejercicio, una patología descrita en caballos que se desempeñan en actividades de máximo esfuerzo e intensidad.

La estadística descriptiva de los parámetros fisiológicos (Tabla 2) como: frecuencia cardiaca (39.2 ± 1.44 lpm), frecuencia respiratoria (19.7 ± 2.37 rpm) y temperatura ($38.25 \pm 0.08^\circ\text{C}$), valores que difieren a los reportado por Perrone *et al.*, (2006) (31.27 ± 1.18 lpm, 16.18 ± 1.44 rpm y $37.14 \pm 0.09^\circ\text{C}$ respectivamente).

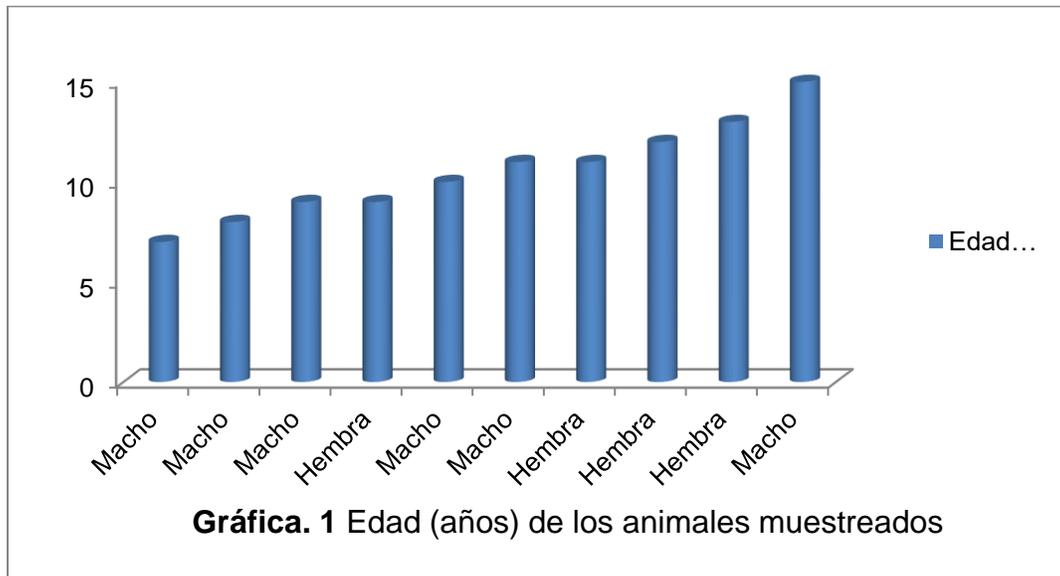


Tabla 2. Parámetros fisiológicos de los equinos examinados

Parámetros estadísticos	Frecuencia cardiaca (lpm)	Frecuencia respiratoria (rpm)	Temperatura ($^\circ\text{C}$)
Media	39.2	19.7	38.25
Error típico	1.44	2.37	0.08
Mediana	40	16	38.25
Moda	40	16	38.3
Desviación estándar	4.54	7.48	0.26
Varianza de la muestra	20.62	56.01	0.07
Rango	12	25	0.8
Mínimo	32	12	37.9
Máximo	44	37	38.7
Nivel de confianza (95.0%)	3.25	5.35	0.19

El análisis estadístico del eritrograma (Tabla 3) donde el hematocrito $34.7 \pm 1.09\%$ fue similar al encontrado por Perrone *et al.*, (2006) ($33.55 \pm 1.52\%$), y así mismo el recuento de eritrocitos ($7.25 \pm 0.27 \times 10^6/\text{ml}$) está dentro del mismo rango, según estudios realizados en caballos criollos colombianos ($6.0-9.8 \times 10^6/\text{ml}$), observándose igual comportamiento con las siguientes variables: hemoglobina ($11.34 \pm 0.042 \text{ g/dl}$), volumen corpuscular medio ($49.85 \pm 0.96 \text{ fl}$), concentración de hemoglobina corpuscular media ($32.77 \pm 0.45 \text{ g/dl}$) y plaquetas ($183.8 \pm 10.98 \times 10^3/\text{ml}$), ($10.7-15.8 \text{ g/dl}$, $43-56 \text{ fl}$, $29-37 \text{ g/dl}$ y $112-394 \times 10^3/\text{ml}$ respectivamente) (Castillo *et al.*, 2011); mientras que las proteínas plasmáticas totales encontradas ($7.3 \pm 0.13 \text{ g/dl}$) difieren con lo reportado por Perrone *et al.*, (2006) ($6.54 \pm 0.16 \text{ g/dl}$).

Tabla 3. Eritrograma y fibrinógeno plasmático

Parámetros Estadístico	Eritrocitos ($\times 10^6/\text{ml}$) ¹	Hb (g/dl) ²	Hto (%) ³	VCM (fl) ⁴	CHCM (g/dl) ⁵	Plaquetas ($\times 10^3/\text{ml}$) ⁶	PPT (g/l) ⁷	Fibrin (g/l) ⁸
Media	7.25	11.34	34.7	49.85	32.77	183.8	73.1	2.1
Error típico	0.27	0.42	1.09	0.96	0.45	10.98	1.30	0.18
Mediana	7.37	11.15	34.5	49.61	32.91	199.5	72.5	2
Moda	-	-	35	-	32.5	200	72	2
Desviación estándar	0.87	1.32	3.47	3.04	1.42	34.77	4.12	0.57
Varianza de la muestra	0.75	1.75	12.01	9.22	2.02	1205.96	16.99	0.32
Rango	2.72	5	13	10.74	4.29	104	14	2
Mínimo	5.99	9.1	30	44.35	30.26	126	66	1
Máximo	8.71	14.1	43	55.09	34.55	230	80	3
Nivel de confianza (95.0%)	0.62	0.95	2.48	2.17	1.02	24.84	2.95	0.41

Hb: hemoglobina; Hto: hematocrito, VCM: volumen corpuscular medio, CHCM: concentración de hemoglobina corpuscular medio, PPT: proteínas plasmáticas totales, Fibrin: fibrinógeno.

Rango de referencia: ¹(7.5-10.0), ²(10.0-14.0), ³(29-43), ⁴(37-58.5), ⁵(31-37), ⁶(100-350), ⁷(56-88), ⁸(1-3).

El leucograma (Tabla 4), donde los leucocitos totales ($9880 \pm 470 /\text{ml}$), neutrófilos ($5910 \pm 560 /\text{ml}$), eosinófilos ($359.2 \pm 70.8 /\text{ml}$) y linfocitos ($3420 \pm 420 /\text{ml}$) se encuentran dentro de los rangos obtenidos por Castillo *et al.*, (2011) (5235-12124,

2877-6946, 0.576 y 1021-5896 /ml respectivamente), mientras que los monocitos ($339.8 \pm 50.12/\text{ml}$) se reportan altos en comparación al estudio de este último autor (0-145 /ml).

Tabla 4. Leucograma

Parámetros Estadístico	Leucocitos totales ¹ (# x 10 ⁶ /ml)	Neutrófilos ² (# x 10 ⁶ /ml)	Eosinófilos ³ (# x ml)	Basófilos ⁴ (# x ml)	Monocitos ⁵ (# x ml)	Linfocitos ⁶ (# x 10 ⁶ /ml)
Media	9.88	5.91	359.2	21.5	339.8	3.42
Error típico	0.47	0.56	70.80	14.37	50.12	0.42
Mediana	10.1	6.28	352	0	301.5	2.9
Moda	10.1	6.5	404	0	-	-
Desviación estándar	1.47	1.60	223.89	45.43	158.51	1.32
Varianza de la muestra	2.17	2.56	50127.07	2063.83	25124.4	1.75
Rango	4.3	5.1	798	114	486	3.46
Mínimo	7.4	3.4	0	0	120	2.22
Máximo	11.7	8.5	798	114	606	5.68
Nivel de confianza (95.0%)	1.05	1.14	160.16	32.50	113.39	0.95

Rango de referencia: ¹(5.8-13.2), ²(2.9-7.0), ³(0-600), ⁴(0-60), ⁵(0-500), ⁶(2-7.5).

Los resultados de la citología del lavado traqueal (Tabla 5), en lo relacionado al porcentaje de células epiteliales (42.3 ± 9.35), y linfocitos (3.3 ± 1.13) presentaron valores similares a los analizados por Flórez, (2013) en un estudio realizado en Argentina con caballos sometidos a diferente actividad física (40.32-42.32% y 2.26-4.53% respectivamente). No sucedió igual con macrófagos (20.1 ± 5.35), neutrófilos (26.4 ± 8.37) y eosinófilos (2.7 ± 1.78), puesto que los valores fueron superiores a los de este mismo autor (45.68-47.16%, 7.74-8.47% y 0.21-0.26% respectivamente). Las diferencias podrían ser atribuidas a la fuerte correlación (Flórez, 2013) entre las variables estudiadas, cuando es positiva si hay presencia de un tipo celular, también hay de otro, y por el contrario es negativa cuando al aumentar una línea celular disminuye otra.

Flórez, (2013) en su estudio encontró que los macrófagos alveolares fueron la célula predominante en las muestras obtenidas de lavados traqueales en caballos de salto sometidos a diferentes exigencias deportivas, resultado coincidente con otros reportes bibliográficos (Hoffman *et al.*, 2002; Hodgson y Hodgson, 2007). Al igual que en este trabajo, el autor observó en algunos casos la presencia de material fagocitado en su interior, lo cual evidencia una actividad normal por parte de estas células. Ahora bien, se considera que el porcentaje de neutrófilos en las vías respiratorias de los caballos sanos debe ser menor de un 20% en el lavado traqueobronquial (Hodgson y Hodgson, 2007); Hoffman *et al.*, (2008), lo confirmó a través de su estudio, puesto que los animales evaluados tuvieron valores más altos y presentaban algún tipo de problema respiratorio (Tabla 5).

Tabla 5. Citología de lavado traqueal

Estadístico	CEES (%)	CE (%)	M (%)	N (%)	E (%)	L (%)
Media	5,2	42,3	20,1	26,4	2,7	3,3
Error típico	2,05	9,35	5,35	8,37	1,78	1,13
Mediana	3	44	16,5	13	0	2
Moda	0	-	4	-	0	2
Desviación estándar	6,49	29,55	16,93	26,47	5,62	3,56
Varianza de la muestra	42,18	873,34	286,54	700,71	31,57	12,68
Rango	18	85	56	82	18	12
Mínimo	0	7	4	5	0	0
Máximo	18	92	60	87	18	12
Nivel de confianza (95,0%)	4,65	21,14	12,11	18,94	4,02	2,55

CEES = células epiteliales escamosas superficiales; CE = células epiteliales; M = macrófagos; N = neutrófilos; E = eosinófilos; L = linfocitos.

En otro estudio Sweeney *et al.*, (1992) evaluaron 66 caballos de corrida estabulados, encontrando un 8% de bacterias aeróbicas de reconocida patogenicidad, 24% de tipo transitorias y 74% resultaron negativos. En los caballos de corrida (N=36), que se encontraban en el campo, sus muestras presentaron un 8% de bacterias de reconocida patogenicidad, 64% transitorias y

un 28% dieron negativos. En cuanto al cultivo de anaerobios, todos fueron negativos, presentando crecimiento de hongos en ambos grupos, y la bacteria que se observó en mayor proporción fue *Nocardia spp* para ambos grupos.

Respecto a los resultados de la endoscopia (Tabla 6), en algunos animales fue observada la presencia de una cantidad normal de moco y ausencia de bacterias (sanos), mientras que en otros se constató un aumento de la producción de moco y cantidad significativa de bacterias en el medio extracelular y en la superficie de las células escamosas, o picnosis y degeneración celular, o fagocitos y restos celulares, y en una muestra se observó presencia de hongos (conídeos) en el fondo extracelular. Souza *et al.*, (2014) en un análisis de secreción traqueal y examen endoscópico realizado en caballos cuarto de milla sanos, encontraron en un ejemplar hiperplasia folicular linfoide grado II, en otro condritis epiglótica y en uno neurolaringopatía grado III, que comparándolo con los equinos utilizados en este estudio ninguno presentó anomalías de este tipo, ya que no fue observada la presencia de hemiplejía laríngea, puesto que en todos los casos la abducción de los CA fue normal, completa y sincrónica, lo cual bajo el esquema propuesto por Hackett, (1992) se clasificaría como neurolaringopatía Grado I (Tabla 6).

Tabla 6. Resultados endoscopias

Fosas nasales	Vías Aéreas Superiores				Vías Aéreas Inferiores			
	HFL	DDPB	Epiglotis	Neuro-laringopatía (grado)	Tráquea	Secreción Traqueal	Carina	Hemorragia pulmonar
HE	-	S/D	-	I	-	-	-	-
-	.	S/D	-	I	-	-	-	-
-	.	DI	-	I	HE/HR	SS	HE	-
-	.	S/D	-	I	HR	SS	ED	-

HFL: hiperplasia folicular linfoide; DDPB: dislocamiento dorsal de paladar blando; (-): normal; HE: hiperémica; S/D: sin dislocamiento; DI: dislocamiento intermitente; HR: híper reactiva; ED: edematizada; SS: secreción seromucosa.

En casos de faringitis agudas se encontró la mucosa congestionada y presencia de exudado, que generalmente se acumula en el receso faríngeo. Asimismo, pudo

apreciarse incremento en el tamaño de las formaciones linfáticas distribuidas por el techo dorsal de la faringe y de la tonsila faríngea. No obstante, la hiperplasia de los folículos linfáticos faríngeos se aprecia con más frecuencia en los casos de faringitis crónicas, en las cuales es el síntoma predominante (Arias *et al.*, 2013).

CONCLUSIONES

Aunque cerca de la mitad de los animales presentaron en la endoscopia un proceso inflamatorio, no fue posible evidenciarlo en el examen clínico, puesto que los cambios celulares no fueron suficientes para generar sintomatología evidente: como la disminución del desempeño, sonidos respiratorios anormales (estertores, estridores, sibilancias y tos) o secreción nasal.

Esta experiencia confirma que el lavado traqueobronquial es un método de diagnóstico rápido, preciso y asequible, que revaloriza la aplicabilidad de la citología como ayuda diagnóstica en patologías de vías respiratorias distales, y abre la puerta para realizar futuros estudios acerca del impacto del ejercicio en la dinámica celular inflamatoria a nivel del sistema respiratorio en el equino. Así mismo, la citología del lavado traqueal es una herramienta fundamental para el diagnóstico de las enfermedades respiratorias, ya que permite la identificación de trastornos funcionales, donde se visualiza el tipo celular predominante, lo que permite una identificación del proceso inflamatorio existente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Arias M, Zuluaga D, Berrio C, Giraldo R, Escobar M. Hallazgos endoscópicos de las vías respiratorias altas en equinos de la Policía Metropolitana de Medellín, Colombia. *Rev. Med. Vet. Zoot*, 60 (1): 23-31. 2013.
2. Baccarin R. Diagnóstico e tratamento das pneumopatias de esforço. En: 2º Simpósio Internacional do Cavalo Atleta e 4ª Semana do Cavalo–SIMCAV. Belo Horizonte, Minas Gerais: Universidade Federal de Minas Gerais, p 12-28. 2005.
3. Biava J. Avaliação clínica, endoscópica e citológica da hemorragia pulmonar induzida pelo exercício (eiph) em cavalos da raça quarto de milha, Tesis MSc Medicina Veterinaria, Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botcatu, São Pablo, 107 p. 2007.
4. Biava J, Gonçalves R, Dornbusch P, Michelotto J, Biondo A, Cassou F, Zanotto G, Telles J. Avaliação clínica e citológica do trato respiratório de

- cavalos da raça Quarto de Milha após exercício. *Archives of Veterinary Science*, 11 (1): 60-65. 2006.
5. Castillo C, Tobón M, Cano C, Mira J, Suárez A, Vásquez E. Valores hematológicos en caballos criollos colombianos del Valle de Aburrá. En: Serie Lasallista de investigación y ciencia. Ed Corporación Universitaria Lasallista, Cap. 15: 245-261. 2011.
 6. Castillo C, Mira J, Suárez A. Presencia de obstrucción recurrente de las vías aéreas en un grupo de caballos criollos colombianos con signología respiratoria. *Revista de Medicina Veterinaria*, 26: 37-45. 2013.
 7. Davidson E, Martin B. Diagnosis of upper respiratory tract diseases in the performance horse. *The veterinary clinics of North America: equine practice*, 19 (1): 51-62. 2003.
 8. Dos Santos N, Da Graça D. Citología do lavado broncoalveolar de eqüinos da Polícia Militar do Distrito Federal. *Braz. J. vet. Res. anim. Sci.*, São Paulo, 44 (4): 268-274. 2007.
 9. Engels P, Bagshaw S, Maier M, Brindley P. Traqueostomía: desde la inserción a la decanulación. *Can J Surg*, 52 (5): 427-433. 2009.
 10. Flórez J. Evaluación citológica comparativa de lavajes traqueobronquiales realizados en caballos de salto sometidos a diferentes exigencias deportivas. Tesina Esp. Medicina deportiva del equino. Facultad de Ciencias Veterinaria, Universidad de Buenos Aires. Argentina. 67 p. 2013.
 11. Hackett R. The significance of arytenoid cartilagen movement. En: Robinson N (ed), *Current Therapy in Equine Medicine 3rd Ed.* Philadelphia, Saunders, 285 p. 1992.
 12. Haynes P. Larynx. En: Traub-Dargatz JL, Brown CM (eds): *Equine endoscopy*. St Louis, Mosby, Capítulo 6, 59 p. 1990.
 13. Hewson J, Viel L. Sampling, microbiology and cytology of the respiratory tract. En: Lekeux P. (Ed.). *Equine Respiratory Diseases*, Saunders, St. Louis. 2002.
 14. Hodgson J, Hodgson D. Collection and analysis of respiratory tract samples. En: McGorum B, Dixon P, Robinson N y Schumacher J, (Eds.), *Equine Respiratory Medicine and Surgery*, Saunders, Philadelphia, p 119-150. 2007.
 15. Hodgson J, Hodgson D. Tracheal aspirates: indications, technique and interpretation. En: Robinson N (Ed.). *Current Therapy in Equine Medicine*, 5^a ed. St. Louis: Saunders, p 401-406. 2003.
 16. Hoffman A. Clinical application of pulmonary fuction testing in horses. En: *Equine Respiratory Disease*, Ed: Lekeux P. Publisher: International Veterinary Information. Service, Ithaca, New York, USA, 2002.
 17. Hoffman A. Bronchoalveolar lavage: sampling technique and guidelines for cytologic preparation and interpretation. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 24 (2): 423-435. 2008.
 18. Larson V, Busch R. Equine tracheobronchial lavage: comparision of lavage cytologic and pulmonary histopatologic findings, *Am J Vet Res*, 46 (1): 144-146. 1985.
 19. Mair T, Stokes C, Bourne F. Cellular content of secretions obtained by lavage from different levels of the equine respiratory tract. *Equine Vet J.*, 19 (5): 458-462. 1987.

20. Mansmann R, Knight H. Tracheal aspiration in the horse. *Journal American Veterinary Medical Association*, 160 (11): 1527-1529. 1972.
21. Michelotto P, Biava J, Gonçalves R, Cassou F, Bonfá A, Machado C. Aspirado traqueal de cavalos clinicamente sadios da raça quarto de milha após prova de três tambores. *Archives of Veterinary Science*, 12 (2): 1-7. 2007.
22. Moran G, Araya O. Hemorragia pulmonar inducida por el ejercicio en el caballo: una revisión. *Arch. Med. Vet.*, 35 (2): 127-138. 2003.
23. Pereira J, Moreira K, Abreu M, Paula C, Yukio D, Barroso D. Ocorrência de hemorragia pulmonar induzida pelo exercício em cavalos de pólo na cidade do Rio de Janeiro/RJ. *Archives of Veterinary Science*, 19 (2): 46-51. 2014.
24. Perrone G, Caviglia J, Pérez A, Fidanza M, Marquez A, Catelli J, González G. Cambios en las variables fisiológicas en equinos compitiendo en una prueba combinada. *An. Vet. (Murcia)*, 22: 35-42. 2006.
25. Pollock P, Reardon R, Parkin T, Johnston M, Tate J, Love S. Dynamic respiratory endoscopy in 67 Thoroughbred racehorses training under normal ridden exercise conditions. *Equine vet J.*, 41 (4): 354-360. 2009.
26. Reed S, Bayly W. *Equine internal medicine*. 3rd ed. St. Louis: Saunders, 1466 p. 2010.
27. Santos L, Michelotto P, Kozemjakin D. Achados endoscópico e citológico das vias respiratórias de potros puro sangue inglês em início de treinamento no Jóquei Clube do Paraná. *Arq. Ciênc. Vet. Zool. Unipar, Umuarama*, 10 (1): 9-13. 2007.
28. Semeco E, Rodríguez M, Básalo A, Aranguren J, Fernández M. Prevalencia de las enfermedades obstructivas del tracto respiratório superior em equinos púrasangre de carreras. *Revista Científica*, 21 (3): 215-223. 2011.
29. Speirs V. *Examen clínico de equinos*. Porto Alegre: Ed Artes médicas, 366 p. 1999.
30. Souza N, Vasconcelos M, Fernandes P, Cordeiro H. Analysis of tracheal secretion in healthy horses undergoing a vaquejada simulation test. *Open Journal of Veterinary Medicine*, 4 (10): 232-238. 2014.
31. Sweeney C, Humber K, Roby K. Cytologic findings of tracheobronchial aspirates from 66 thoroughbred racehorses. *Am J Vet Res*, 53 (7): 1172-1175. 1992.
32. Viel L, Hewson J. BAL cytology in horses with exercise tolerance: what does it tell us? En: *Proceedings of the 2nd World Equine Airways Symp and 19th Comp Respir Soc Meet*, CD-ROM: 1-13. 2001.
33. Wilfong D, Waldrige B. Technical procedures. En: Reeder D, Miller S, Wilfong D, Leitch M y Zimmel D (Eds.), *American association of equine veterinary technicians and assistants. Equine manual for veterinary technicians*. Ames, Iowa: Wiley- Blackwell. p 305-310. 2009.

Pollos de engorde alimentados con dietas de consumo restringido que contienen aceite de palma de seje (*Oenocarpus bataua*)

Broilers fed with diets of restricted consumption containing seje palm oil (*Oenocarpus bataua*)

Fernández Lavado Andrea Paola¹ y Ocampo Duran Álvaro²

¹MVZ, Unillanos y ²Zoot, MSc, PhD

Grupo de Investigación Sistemas Sostenibles de Producción con énfasis en Palmas Tropicales Universidad de los Llanos

aocampo@unillanos.edu.co

Recibido 12 de Diciembre 2013, Aceptado 26 de Septiembre 2014

RESUMEN

Para que la industria avícola a pequeña escala sea rentable, es necesario encontrar alternativas de alimentación, utilizando materias primas disponibles en cada región, es así, que la palma de seje (*Oenocarpus bataua*) es un recurso nativo, valioso y con un bajo uso en la región Orinoquia; de su fruto se obtiene un aceite de alta calidad nutricional, similar en su contenido de ácidos grasos al del aceite de Oliva. Este experimento se realizó en la Reserva Natural Las Unamas, ubicada en el municipio de San Martín, Meta, se utilizaron setenta y dos pollos de engorde, en un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos y tres repeticiones de seis pollos cada una, a los que se les suministraron dietas con consumo restringido con diferentes niveles de aceite de palma de seje, los cuatro tratamientos valorados fueron: T1 = concentrado comercial (energía a partir de carbohidratos), T2 = fuente energética el aceite de palma africana (APA), T3 = reemplazo del 10% del APA por aceite de seje (AS), y T4 = reemplazo del 20% del APA por AS. Las variables evaluadas fueron la ganancia de peso total (g): 1362, 1179, 1530.8 y 1678.6 para el T1, T2, T3 y T4 respectivamente ($P < 0.082$), lo cual indica que los tratamientos fueron similares; el rendimiento en canal fue 66.7, 58.2, 61.9 y 63.2% respectivamente ($P < 0.01$), indicando que los aceites en las dietas de los pollos de engorde afectaron negativamente su rendimiento de la canal. La grasa abdominal mostró una mayor consistencia y color amarillo en T1, siendo

esta de menor calidad, en comparación con la de color blanco y de baja consistencia en T2, T3 y T4. En la prueba de degustación, la carne más apetecida (43.3%) fue la del T3 (90% APA y 10% AS), seguida del T4 (80% APA y 20% AS), T2 (100% APA) y finalmente T1 (dieta comercial-carbohidratos). Se concluye que es viable el uso de dietas ricas en ácidos grasos para la alimentación de pollos de engorde, puesto que la inclusión del total de las fuentes de aceite del 10 y 20% de AS, influyó positivamente la composición final de ácidos grasos de su carne, favoreciendo su consistencia y palatabilidad.

Palabras clave: Palma africana, ácidos grasos, alimentación, energía.

ABSTRACT

For the small-scale poultry industry to be profitable, it is necessary to find alternative feeding, using raw materials available in each region, so that palm oil (Oenocarpus bataua) is a native resource, valuable and low use in the Orinoco region; its fruit oil of high nutritional quality is obtained, similar in content to the fatty acids of olive oil. This experiment was conducted in the Natural Reserve Las Unamas, located in the municipality of San Martín, Meta, seventy-two broilers were used, in a completely randomized design with four treatments and three replicates of six chicks each one, to which are supplied with restricted diets with different levels of consumption of oil palm, the four treatments were evaluated: T1 = commercial concentrate (energy from carbohydrates), T2 = energy source palm oil (APA), T3 = 10% replacement of oil by APA (AS), T4 = replacement of 10% APA by oil (AS), and T4 = replacement of 20% APA by AS. The evaluated variables were the total weight gain (g): 1362, 1179, 1530.8 and 1678.6 for T1, T2, T3 and T4 respectively ($P < 0.082$), indicating that the treatments were similar; performance channel was 66.7, 58.2, 61.9 and 63.2% respectively ($P < 0.01$), indicating that the oils in the diets of broilers negatively affected their performance channel. Abdominal fat showed more consistency and yellow color in T1, this being lower quality, compared to white color and low consistent in T2, T3 and T4. In the taste test, the most desired meat (43.3%) was T3 (90% APA and 10% AS), followed by T4 (80% APA and 20% AS), T2 (100% APA) and finally T1

(commercial diet - carbohydrates). We conclude that it is feasible the use of diets rich in fatty acids to feed broilers, since the inclusion of all oil sources 10 and 20% AS, positively influences the final composition of fatty acid of his meat favoring his consistency and palatability.

Keywords: African palm, fatty acids, food, energy.

RESUMO

Para a pequena escala indústria avícola é rentável, você precisa encontrar fornecimentos alternativos, utilizando matérias-primas disponíveis em cada região, de modo que a palma da seje (patauá) é um recurso natural, uso valioso e com baixo custo na região do Orinoco; o seu fruto se obtém um óleo de alta qualidade nutricional, similar em conteúdo para os ácidos graxos de óleo de oliva. Este experimento foi realizado na Reserva Natural Las Unamas, localizado no município de San Martín, Meta, foram utilizados setenta e dois frangos de corte, em um delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e três repetições de seis aves cada um, a que são fornecidos com dietas restritas com diferentes níveis de consumo de óleo de palma de seje, os quatro tratamentos avaliados foram: T1 = concentrado comercial (energia a partir de carboidratos), T2 = óleo de palma africano fonte energia (APA), T3 = substituição do 10% o APA por óleo de seje (AS), e T4 = substituição de 20% o APA por AS. As variáveis estudadas foram o ganho de peso total (g): 1362, 1179, 1530.8 e 1678.6 de T1, T2, T3 e T4, respectivamente ($P < 0.082$), indicando que os tratamentos foram similares; rendimento de carcaça foi de 66.7, 58.2, 61.9 e 63.2%, respectivamente ($P < 0.01$), indicando que os óleos nas dietas de frangos de corte afetou negativamente o desempenho de seu canal. A gordura abdominal mostrou mais consistência e cor amarelo em T1, sendo este de qualidade inferior, em comparação com o cor branco e de baixa consistência em T2, T3 e T4. No teste de sabor, a carne mais desejado (43.3%) era T3 (90% APA e 10% AS), seguido de T4 (80% de APA e 20% de AS), T2 (100% APA) e, finalmente, T1 (dieta comercial - hidratos de carbono). Concluímos que é viável a utilização de dietas ricas em ácidos graxos para alimentar frangos de corte, uma vez que a inclusão

de todas as fontes de óleo o 10 e 20% de AS, influencia positivamente a composição final de ácidos gordos da sua carne favorecendo sua consistência e palatabilidade.

Palavras-chave: Palma africana, ácidos graxos, alimentos, energia.

INTRODUCCIÓN

Tradicionalmente se utiliza como fuente energética en los programas de nutrición para la producción animal, los carbohidratos que son aportados por los cereales, lo cual es considerado, muy competitivo basado en la demanda generada por la alimentación humana (Ordoñez, 2006).

Como alternativas de fuentes energéticas para la alimentación animal, se cuenta con los aceites vegetales que son producidos por las palmas, de las cuales, se han reportado aproximadamente 200 géneros y 1.500 especies, que particularmente se encuentran en el trópico y subtrópico 67 géneros y 550 especies se encuentran en América (Borchsenius y Moraes, 2006). Esto indica que las palmas son uno de los recursos más biodiversos con que cuenta el hombre. En la Orinoquia Colombiana existen alrededor de 46 especies que son la base de los pobladores, en lo que se refiere a su seguridad alimentaria (Correa *et al.*, 2005; Banco de Occidente, 2005).

La palma de seje (*Oenocarpus bataua*) es un recurso nativo, valioso y con un bajo uso en el departamento del Meta y la región Orinoquía, de su fruto se obtiene un aceite de alta calidad nutricional con elevado contenido de ácidos grasos insaturados similares a los ofrecidos por el aceite de Oliva. Igualmente del proceso de extracción, se obtienen subproductos con un alto nivel proteico y mineral (Ocampo *et al.*, 2013). La palma de seje (*Oenocarpus bataua*) es poco conocida, aunque existe información parcial de las características generales del aceite, es necesario precisar aspectos relacionados con el potencial de esta palma que es un cultivo natural con condiciones orgánicas de producción (Alfonso, 2009). Para establecer las ventajas del aceite de seje en la alimentación animal, el objetivo de este trabajo fue utilizar esta palma para enriquecer dietas ofrecidas a pollos de

engorde y determinar la ganancia de peso y su rendimiento en canal, calidad de la grasa y carne.

METODOLOGÍA

El trabajo de campo se llevó a cabo en la Reserva Natural Las Unamas, adscrita a la Red Colombiana de reservas Privadas de la Sociedad civil, Nodo Orinoquia coordinado por la Fundación Horizonte Verde en el departamento del Meta, se encuentra ubicada en el municipio de San Martín, Meta, hacienda las Pampas a 30 km del casco urbano, vereda La Novilla, donde existe un cultivo de palma de seje de aproximadamente 300 hectáreas con palmas en producción. La reserva se encuentra a una altura de 300 msnm, su clima es de cálido húmedo a muy húmedo tropical; su humedad relativa es alta en toda el área y alcanza valores de 85% en la estación húmeda y del 50 al 60% en la estación seca, el promedio de temperatura es de 27°C pero en época de verano puede alcanzar los 34°C (IDEAM, 2014).

Por la reserva circulan los caños Camoa y Cumaral y atravesándola el caño Chumeco, el paisaje predominante está definido por sabanas bien drenadas onduladas, matizadas por bosques de galería y bosques en crecimiento. La vegetación es abundante y variada, con elementos amazónicos, la cual tiene un alto grado de conservación, y la regeneración de la misma se hace en forma natural con bosques secundarios.

Dietas utilizadas para pollos de engorde

Como este experimento con pollos de engorde se efectuó en época de verano (Diciembre a Febrero), en donde la temperatura promedio en la Reserva Natural Las Unamas llega a 34°C bajo sombra, se realizaron las respectivas adecuaciones de las instalaciones para el bienestar de las aves.

Para la realización del estudio se utilizaron como animales experimentales 72 pollos de engorde de la raza *Cobb*, los cuales fueron alimentados durante 15 días con alimento balanceado de pre-inicio, siendo su contenido de proteína 22%,

grasa 3%, fibra 5%, cenizas 8% y humedad 3%, el alimento se suministró a voluntad y el agua fue tratada con cloro (1 ml/25 L de agua), tomando como referencia trabajos anteriores realizados por Herrera y Quintero, (1996).

Los bebederos y comederos se lavaron y desinfectaron con yodo en una fracción de 1 ml para 10 L de agua cada tercer día. Los bebederos se llenaron tres veces al día para proporcionar agua fresca y así ayudar a refrescar las aves cuando la temperatura en la instalación era alta. El experimento se inició con 80 pollitos, de los cuales se murieron dos en el periodo de preinicio, lo que equivale a un 2.5% de mortalidad, sacando seis pollitos para que las tres repeticiones de cada tratamiento quedaran con igual número de unidades experimentales.

En la semana tres se pesaron las aves y se dividió el número total de aves en los cuatro tratamientos, distribuidas en un diseño completamente al azar, con tres repeticiones cada una y seis unidades experimentales, utilizando un área de 0.7 m² por ave, con una cama de ocho cm de cascarilla de arroz. En esta semana se inició el acostumbramiento a las diferentes dietas, los aceites de palma y seje, se fueron sustituyendo así: 10% el primer día, 25% el segundo, 40% el tercer y cuarto, 65% el quinto, 80% el sexto y séptimo, y luego 100% en el octavo día, esto con el fin de evitar cambios bruscos en la dieta que consumían las aves (Tablas 1 y 2). El modelo estadístico fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + \epsilon_{ijk}$$

En donde, Y_{ijk} = variable respuesta de la puntuación del i sujeto sometido al j tratamiento, μ = efecto de la media poblacional, T_i = efecto del tratamiento i en las variables de: aumento de peso, rendimiento en canal, eficiencia alimenticia y calidad de carne y grasa, ϵ_{ijk} = error experimental o efecto aleatorio del muestreo.

Las instalaciones donde se formaron los corrales no eran las ideales para la explotación avícola, debido a una deficiencia en la ventilación, una altura de los muros externos de 1.20 m y la del techo de 2.35 m, lo cual impedía la circulación del aire y permitía la concentración de la temperatura dentro del galpón. Para

evitar la concentración de amoníaco y el aumento de la temperatura de la cama, se realizó dos veces al día volteo de la cascarilla lo cual ayudó a disminuir la humedad dejada por el consumo de agua. Las aves duraron un periodo de 45 días consumiendo la dieta designada para cada tratamiento, donde se pesaron semanalmente todas las aves de cada tratamiento.

En el tratamiento 1 (T1) o control se empleó concentrado suministrado diariamente en la cantidad recomendada para la raza *Cobb* (promedio de 112.71 g/día, total 5702.1 g/45 días) (Cobb-vantress, 2013); en los tratamientos dos (T2), tres (T3) y cuatro (T4) se empleó torta de soya enriquecida con vitaminas y minerales como fuente de proteína y suministrando la energía los ácidos grasos provenientes del aceite crudo de palma y seje, además se incluyeron los carbohidratos representados por la harina de arroz (Tablas 1 y 2). A los animales sometidos a estos tratamientos que fueron isoenergéticos e isoproteicos solo se les suministró el 70% de la ración diaria recomendada para la raza *Cobb* (promedio de 97.84 g/día) para evitar el exceso de grasa en los tejidos, en base a ensayos anteriores realizados por Herrera y Quintero, (1996).

Tabla 1. Aporte energético (%) de cada ingrediente en las raciones y consumo total aves

Tratamiento	Dieta	Clase de consumo	Consumo Total (g)
1	Alimento balanceado comercial	Voluntario	5072
2	TSF + 80% APA + 20% HA*	Restringido	3550
3	TSF + (90% APA + 10% AS) + 20% HA*	Restringido	3550
4	TSF + (80% APA + 20% AS) + 20% HA*	Restringido	3550

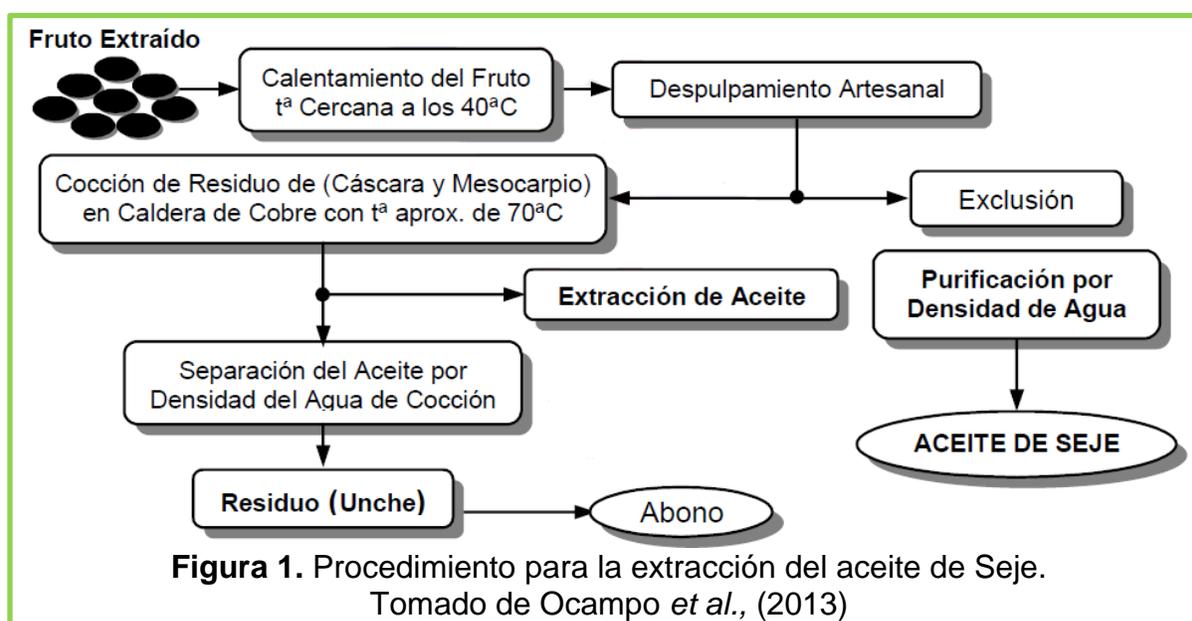
*Los valores fueron estimados tomando 4,4 megacalorías/kg de dieta, que es el contenido energético de T2, T3 y T4. TSF: Torta de soya fortificada; APA: Aceite de palma africana; HA: Harina de arroz y AS: Aceite de seje o Unama

Extracción del aceite de Seje

La extracción de aceite utilizado en las dietas para pollo de engorde, se detalla en la Figura 1, donde se logró un manejo adecuado de temperatura durante todo el proceso, utilizando de una prensa de tornillo sin fin para obtener un mayor rendimiento de la cantidad de aceite.

Tabla 2. Mezcla de los alimentos utilizados como base nutricional para los tratamientos suministrados a pollos de engorde

Producto (%)	T1	T2	T3	T4
Concentrado comercial	100	-	-	-
Torta de soya	-	50	50	50
Harina de arroz	-	9.5	9.5	9.5
Tricalfos	-	0.6	0.6	0.6
Vitaminas	-	0.3	0.3	0.3
Minerales	-	0.3	0.3	0.3
Sal	-	0.3	0.3	0.3
Aceite de palma africana	-	39	35	31
Aceite de seje	-	-	4	8
Total	100	100	100	100
Energía metabólica Mcal/kg de alimento	3,2	4,4	4,4	4,4
Proteína (%)	22	21,9	21,9	21,9



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la primera y segunda semana el aumento de peso fue similar para los cuatro tratamientos ($P < 0.420$ y $P < 0.307$, respectivamente), mientras que en la tercera el incremento fue mayor ($P < 0.035$) para T1 y T4, observándose igual comportamiento entre sí (Tabla 3 y Figura 2). La cuarta y quinta semana T2 fue el de menor aumento ($P < 0.047$ y $P < 0.083$), no se presentaron diferencias entre T1,

T3 y T4. La ganancia de peso día/ave fue poco significativa ($P>0.082$), demostrando una ganancia de peso similar entre los tratamientos, el porcentaje de rendimiento en canal fue superior (0.010) para T1 seguido en su orden por T3 y T4 (10 y 20% de AS, respectivamente) y por ultimo T2, (0% de AS) (Tabla 3).

Tabla 3. Promedios de variables evaluadas por tratamiento

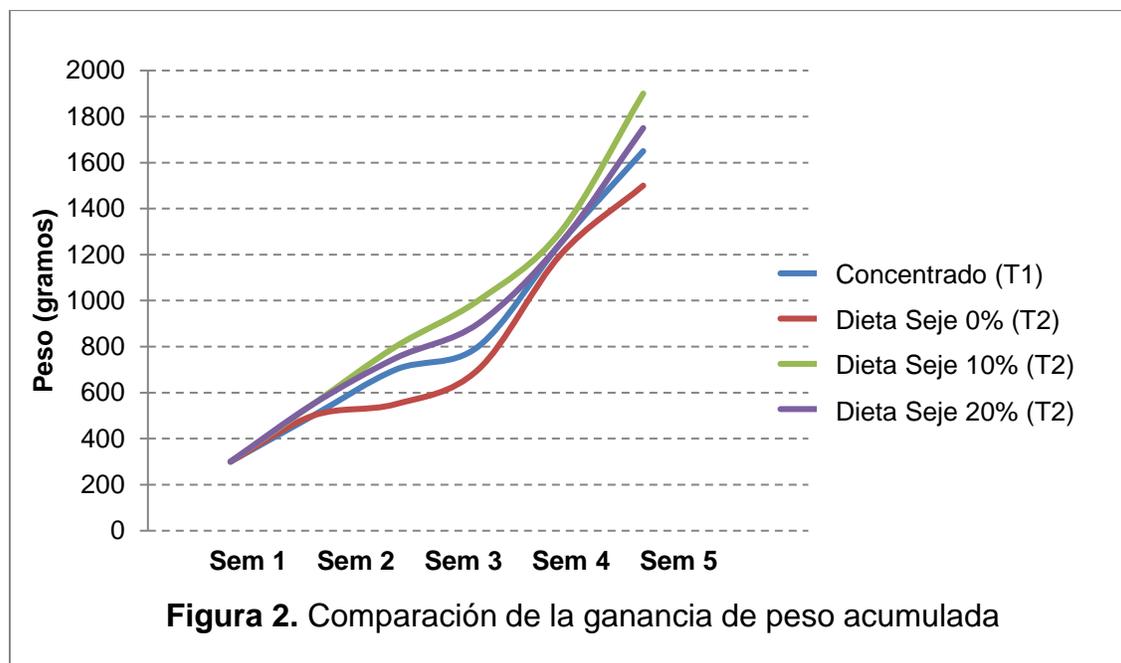
Variable	T1	T2	T3	T4	P
Peso vivo promedio inicial ave (g)	69.65	69.65	69.65	69.65	
Numero de aves inicial	19	19	19	19	
Peso vivo promedio inicial Tto/ave (g)	326 ± 19	322 ± 15	305.8 ± 18	348.6 ± 23	
Peso semana 1 Tto/ave (g) (acostumbramiento)	509.6 ± 9	497.5 ± 40	547.5 ± 40	552.6 ± 80	0.420
Peso semana 2 Tto/ave (g)	813.3 ± 19	769.5 ± 40	841.3 ± 50	857.3 ± 100	0.307
Peso semana 3 Tto/ave (g)	1012 ± 30 ^a	955.3 ± 65 ^a	1136 ± 115 ^b	1189.6 ± 73 ^b	0.035*
Peso semana 4 Tto/ave (g)	1394.3 ± 120 ^b	1216.6 ± 45 ^a	1496.3 ± 100 ^b	1390.3 ± 120 ^b	0.047*
Peso semana 5 Tto/ave (g)	1688 ± 150	1501 ± 20	1836.6 ± 130	1678.6 ± 130	0.083
Ganancia de peso total (g/ave)	1362	1179	1530.8	1678.6	0.082
Consumo total alimento/ave	5072	3550	3550	3550	
Conversión alimenticia	3.72 ^a	3.01 ^b	2.31 ^c	2.51 ^b	0.001**
% Rendimiento en canal	66.67 ± 2 ^a	58.2 ± 3 ^b	61.87 ± 0.5 ^c	63.25 ± 3 ^c	0.010**

Letras diferentes en la fila indica diferencia estadística. *Es significativo, **Es altamente significativo

Estos resultados indican que el uso de ácidos grasos en gran proporción (saturados : poliinsaturados) del APA y AS en la dieta, pueden sustituir eficientemente el uso de carbohidratos (Figura 2), igualando o mejorando el sistema metabólico para obtener energía (ATP) manteniéndolo positivo, esto se puede justificar, por las reacciones bioquímicas en el Ciclo de Krebs, donde la mayoría de los compuestos enzimáticos están constituidos por vitaminas del complejo B, cuando se utilizan dietas altas en grasas, se ha comprobado en aves, que se ahorran estas vitaminas, reduciendo el calor producido en las reacciones metabólicas, y por tanto el estrés térmico (Macari *et al.*, 2004). También ha sido comprobado en la especie porcina por Ocampo, (2004) y Terán, (2003) cuando energía digestible fue suplida por lípidos (aceites) se incrementó el peso por animal en comparación con dietas comerciales que tienen un aporte energético a base de carbohidratos (granos de cereales) confirmando estudios anteriores

realizados por Herrera y Quintero, (1996) Jorgensen, (2000) de la Llata *et al.*, (2001) y Ocampo, (2002).

La conversión alimenticia menos eficiente fue para T1 ($P < 0.001$), donde el mejor resultado lo obtuvo T3, que requirió 2.31 g de alimento para aumentar un gramo de peso, comportamiento similar se observó en T2, superando ambos a T1. Por otro lado, el porcentaje de rendimiento en canal fue mayor ($P < 0.01$) para los tratamientos tres (61.9%) y cuatro (63.3%), en los que no se observaron diferencias entre sí, pero si con los T1 (66.7%) y T2 (58.2%) (Tabla 3); aunque todos los tratamientos estuvieron por debajo del rendimiento esperado en la raza *Cobb* que es 77.66% (Cobb-vantress, 2013), con estos valores se puede evidenciar que las condiciones ambientales afectaron el consumo y su eficiencia para producción de carne, además se observó que las aves respondieron al consumo de ácidos grasos en dietas restringidas, de forma similar a los pollos alimentados con concentrados basados en carbohidratos con alimento no restringido.



La causa del menor rendimiento de T2 con solo aceite crudo de palma africana (APA) en comparación con T3 y T4, que tenían incluido no solo APA sino aceite de

seje (AS), posiblemente se debió porque el APA contiene elevados niveles de ácido oleico y palmítico, que son fuentes de ácidos grasos monoinsaturados (AGM), aunque tienen una respuesta sinérgica en la alimentación, se observó un efecto aditivo del AS, que contiene además, otros lípidos polinsaturados como ácido linoleico y linolénico), los cuales pueden estar en una proporción que se refleja en un mayor peso y eficiencia alimenticia en el animal (Ocampo, 2002; Rodríguez *et al.*, 2002).

El uso de lípidos en las dietas se puede considerar con un valor energético 3.8 veces superior al de los carbohidratos como fuente de energía (Belitz *et al.*, 1998); por lo cual el T1 obtuvo una menor conversión alimenticia comparada con la de pollos de engorde alimentados con aceites, esto indica mayor eficiencia de los lípidos con relación a los carbohidratos cuando se suministran, dietas a aves en condiciones de clima cálido (Jahan *et al.*, 2005), además el T1 no logró una conversión alimenticia similar o igual a la presentada por las incubadoras en Colombia (1.24) (Cobb-vantress, 2013), lo cual se tiene como referencia en el periodo de engorde, cuando las aves son alimentadas con dietas comerciales a base de granos.

El porcentaje de mortalidad fue 2.5% del total de aves, el experimento se inició con 80 aves pero en el momento de las adaptaciones al consumo del aceite murieron dos aves, por lo tanto se sacaron seis aves, dejando 72 para establecer igualdad numérica en las repeticiones. El problema de mortalidad fue causado por una enteritis producida posiblemente por bacterias *Escherichia coli* y *Salmonella spp.* La colibacilosis en aves es un problema secundario ligado a contaminación de la fuente de agua con materia fecal (Carranza *et al.*, 2012), además en el periodo seco aumenta la prevalencia de bacterias oportunistas (Rubio *et al.*, 2010), lo cual pudo desencadenar lesiones observadas como artritis, enteritis y sinovitis; así mismo *Salmonella* puede ser también oportunista en casos de colibacilosis (Bustos y Segura, 2005), este cuadro clínico cursó con diarrea sanguinolenta presentada en los animales bajo los tratamientos uno y dos; el problema se resolvió con la administración de protectores de mucosa intestinal y

aumento a 50 ppm de cloro por litro de agua para todas las aves. Por otro lado, los tratamientos tres y cuatro presentaron signos muy leves de la contaminación por *E. coli* como heces blandas sin sangre; esto puede indicar que la adición del aceite de seje y el uso de vitamina A, posiblemente incrementaron la inmunidad de las aves, reparando las células del epitelio de las mucosas, mejorando la actividad del sistema inmune del tracto digestivo, además de estimular la actividad de fagocitos y linfocitos (Edem, 2002).

Observaciones de la canal

El sacrificio de las aves se realizó por medio del desangrado, se continuó con el desplumado y eviscerado de las mismas; en T1 se observó una grasa pegajosa amarilla, de una consistencia muy firme, no esponjosa, muy adherida a la canal y se encuentra en gran cantidad sobre la región abdominal y del costillar, además el marmóreo encontrado en las aves de este tratamiento fue menor en comparación a las canales de los otros tratamientos.

En T2, T3 y T4 las canales presentaron una consistencia de grasa similar blanda y esponjosa de color blanco, en T2 y T3, los lípidos estuvieron poco adheridos en comparación al T4 que mostró mayor fijación al músculo, siendo su distribución uniforme dentro de sus fibras, observándose de tres a cuatro líneas de grasa dentro de los músculos pectorales y abdominales, por lo cual estas canales presentaron buen marmóreo (Tabla 4).

Tabla 4. Descripción de la grasa abdominal de las canales de los pollos de engorde

Observación	T1	T2	T3	T4
Cloro grasa	Amarilla	Blanca	Blanca	Blanca
Consistencia	Dura	Blanda	Semi blanda	Semi blanda
Adherencia	Alta	Baja	Baja	Media
Marmóreo	Poco visible	Muy visible	Muy visible	Muy visible
Color carne	Amarillo claro	Rosado claro	Rosado claro	Rosado claro

Existe una relación entre el color y la consistencia de la grasa muscular, cuando contiene altos niveles de ácidos grasos insaturados es blanca y con mayor

proporción de ácidos grasos saturados es amarilla. La cantidad aportada de aceites y grasas en la dieta ayudan a mejorar el sabor, color y firmeza de la carne (Ospina *et al.*, 2011; Jahan *et al.*, 2005). Además la consistencia de la grasa tiene una gran importancia porque determina la apariencia y facilidad de manipulación de la canal, y ésta depende fundamentalmente de la proporción de triglicéridos que se encuentran en forma líquida o sólida a una determinada temperatura, es decir que a mayor número de enlaces instaurados en las cadenas de ácidos grasos que constituyen los triglicéridos de la canal, es mejor en comparación cuando la grasa es sólida en la cobertura de la piel, la intermuscular e intramuscular, afectando la consistencia del marmóreo (López, 2004). Suministrar ácidos grasos polinsaturados produce canales con mejor marmóreo en comparación con animales que son alimentados con grasas saturadas, que posiblemente eran las fuente de lípidos en el concentrado (Pérez, 2011; Nelson *et al.*, 2004; Jahan *et al.*, 2005).

Degustación carne de pollo

Las degustaciones se realizaron inicialmente en el grupo familiar de la Reserva Las Unamas, seguido del grupo de trabajadores y grupo familiar de técnicos colaboradores; los diferentes grupos que degustaron la carne de pollo lo hicieron sin saber a qué tratamiento pertenecían las aves a aprobar, la carne se preparó asada para no agregar condimentos que alteraran su sabor, cada degustador probó la misma presa de las aves de los diferentes tratamientos y se les pidió que catalogaran a gusto personal, cuál era la carne que por su sabor, olor y textura les agradó más para consumo, la carne de los tratamientos se les suministró a un total de 30 personas para su degustación (Tabla 5).

El 43.3% (13 personas) del grupo de degustadores escogieron como la carne de primera preferencia por su olor, sabor y textura al T3 (90% APA y 10% AS), la segunda preferencia fue para el T4 (80% APA y 20% AS) con un 50% de preferencia. La tercera preferencia fue para el T2 (100% APA) con el 33.3%, y la cuarta y última preferencia fue para la carne del T1 (alimento balanceado comercial) con el 0% de elección por parte de los degustadores (Tabla 5).

Tabla 5. Análisis general de los grupos de degustación

Tratamiento	Preferencia T1		Preferencia T2		Preferencia T3		Preferencia T4	
	N Personas	%	N Personas	%	N Personas	%	N Personas	%
T1 Concentrado	-	0	3	10	6	20	21	70
T2 100% ACP	8	26.7	7	23.3	10	33.3	4	13.3
T3 10% AS	13	43.3	5	16.7	8	26.7	4	13.3
T4 20% AS	9	30	15	50	6	20	1	13.3

Consolidado de 30 degustadores. APA: aceite de palma africana; AS: aceite de seje

Costos de dietas experimentales

El costo de las dietas (Tabla 6) que contenían como fuente de energía ácidos grasos provenientes de aceites, fue menor en comparación con la dieta de cereales, la diferencia fue una disminución del 30% de los gastos de alimentación, lo cual reduce los costos totales de producción.

Tabla 6. Comparación de costos de las diferentes dietas suministradas en pollos de engorde

Materias Primas	T1 CC	T2 APA	T3 10% AS	T4 20% AS
Consumo total alimento / ave (g)	5.072	3.550	3.550	3.550
Torta de soya (\$)		1.352	1.352	1.352
Harina de arroz (\$)		202	202	202
Tricalfos (\$)		70	70	70
Sal (\$)		15	15	15
Vitaminas (\$)		306	306	306
Minerales (\$)		275	275	275
Aceite de palma africana (\$)		1.180	1.059	938
Aceite de seje (\$)		-	93	186
Valor dieta / ave (\$)	4.690	3.400	3.372	3.344
Valor Total Tratamiento (\$)	89.110	64.609	64.100	63.536

*CC = Concentrado comercial, APA = Aceite de palma africana, AS = Aceite de seje

El menor costo fue para los tratamientos que manejaron la inclusión de aceite de seje: 80% APA y 20% AS (T4) y en un 90% APA y 10% AS (T3), esto demuestra que con la inclusión de ácidos grasos en la dieta para pollos de engorde, se mejora la relación de ácidos polinsaturados : saturados, se logra una mayor o igual eficiencia en comparación a las dietas suministradas tradicionalmente en la producción animal a base de cereales. Igualmente la adición de aceites en las dietas para pollos de engorde brinda un menor consumo de alimento

disminuyendo su costo y con una aceptación mayor en la calidad del producto final para el consumidor.

CONCLUSIONES

Es viable el uso de dietas ricas en ácidos grasos para la alimentación de pollos de engorde, aunque la ganancia de peso fue similar para todos los tratamientos (cereal vs aceites), pero en términos de conversión alimenticia fue mejor en las dietas ricas en ácidos grasos (aceites). Por otro lado, el tratamiento uno a base de concentrado comercial presentó mayor rendimiento en canal seguido de los tratamientos que se les incluyó aceite de seje. La carne de pollo producida con dietas ricas en grasa fue preferida en comparación con el tratamiento uno.

Aparentemente la inclusión en el total de la dieta del aceite de seje (10 y 20%) adicionando aceite de palma africana como fuente energética, afectaron positivamente la composición final de ácidos grasos de la carne de pollo favoreciendo su consistencia y palatabilidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Alfonso N. Potencial de aprovechamiento de las palmas proveedoras de frutos alimenticios de la Orinoquia Colombiana. Trabajo de grado Bióloga, Facultad de Ciencias, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia 49 p. 2009.
2. Aparicio I. Aprovechamiento de subproductos de leguminosas para la obtención de productos funcionales. comparación de metodologías para la caracterización de la fibra alimentaria. Tesis de Grado Doctoral, Facultad de Farmacia, Departamento de Nutrición y Bromatología, Universidad Complutense de Madrid. 235 p. 2008.
3. Avila H. Comparación de las ventajas de desodorización en una refinería física "Multistock" respecto a una refinería física "unistock". Trabajo de Grado Ingeniero Químico, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 59 p. 2006.
4. Balick MJ. Jessenia y Oenocarpus: Palmas aceiteras neotropicales dignas de ser domesticadas. Estudio FAO Producción y protección vegetal 88. Roma FAO. 1992.
5. Banco de Occidente. La Orinoquia de Colombia. I/M Editores. Cali, Colombia. 2005. Disponible En: <http://www.imeditores.com/banocc/orinoquia/presentacion.htm>
6. Belitz HD, Grosch W, Schielberle P. Lipids. En: Food Chemistry. 3ª Ed. Berlín, Springer: p 157-244. 2004.
7. Bustos P, Segura C. Incidencia de Salmonella (*Salmonella ssp*) y *E. coli* en tres granjas porcícolas ubicadas en los municipios de Fómeque y Sibaté. Trabajo de Grado Zootecnista. Facultad de Zootecnia, Universidad de la Salle, Bogotá. 85 p. 2005.

8. Borchsenius F, Moraes M. Diversidad y usos de palmeras andinas (Arecaceae). *Botánica Económica de los Andes Centrales*, p 412-433. 2006.
9. Coromoto M. Usos y efectos de la incorporación de grasas y aceites en dietas para cerdos. Universidad central de Venezuela. *Journal of Animal Science*, 87 (14): 1546-1560. 2004.
10. Carranza C, León R, Falcón N, Neumann A, Kromm C. Caracterización y distribución de cepas de *Escherichia coli* potencialmente patógenos aisladas de pollos broiler de explotaciones avícolas en el Perú. *Rev Inv Vet Perú*, 23 (2): 209-219. 2012.
11. Cobb-vantress Inc. Cobb Guía de manejo del pollo de engorde. 63 p. 2013. Disponible En: <http://www.cobb-vantress.com/docs/default-source/guides/cobb-broiler-management-guide---spanish.pdf>
12. Correa, H. D, Ruiz, S. L., Arévalo, L. M. (ed.) Plan de acción en biodiversidad de la cuenca del Orinoco – Colombia / 2005 - 2015 – Propuesta Técnica. Bogotá D.C.: Corporinoquia, Cormacarena, I.A.v.H, Unitrópico, Fundación Omacha, Fundación Horizonte Verde, Universidad Javeriana, Unillanos, WWF - Colombia, GTZ – Colombia. 273 p. 2005.
13. De la Llata M, Dritzz S, Tokach MD, Goodband RD, Nelssen JL, Loughin TM. Effects of dietary fat on growth performance and carcass characteristics of growing-finishing pigs reared in a commercial environment. *Journal of Animal Science*, 79 (10): 2643-2650. 2001.
14. Delgado C, Rosegrant M, Steinfeld H, Ehui S, Courbois C. *Livestock to 2020. The next food revolution. Food, Agriculture and the Environment discussion paper N. 28*, Washington DC, International Food Policy Research Institute, Rome, FAO, and Nairobi, International Livestock Research Institute. 1999.
15. Edem D. Palm oil: biochemical, physiological, nutritional, hematological and toxicological aspects: a review. *Plant Foods Hum Nutr Fall*, 57 (3-4): 319-341. 2002.
16. Herrera A, Quintero W. Utilización del aceite de crudo de Palma Africana como fuente de energía en la alimentación de pollos de engorde en semiconfinamiento durante la fase de finalización. Tesis de pregrado Médico Veterinario Zootecnista, Universidad de los Llanos, Villavicencio, Colombia. 1996.
17. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). Información Histórica, Climatografía de las principales ciudades, Cartas Climatológicas – Medias Mensuales, 2014. Disponible En: <http://atlas.ideam.gov.co/visorAtlasClimatologico.html>
18. Jahan K, Paterson A, Piggott J, Spickett C. Chemometric modeling to relate antioxidants, neutral lipid fatty acids and flavor components in chicken breasts. *Poultry Science*, 84 (1): 158-166. 2005.
19. Jorgensen H, Gabert VM, Hedemann M, Jensen S. Digestion of fat does not differ in growing pig fed diets containing fish oil, rapeseed oil or coconut oil. *Journal of Nutrition*, 130 (4): 852-857. 2000.
20. López C. Control, mediante la alimentación animal, de la composición de la carne. Facultad de Veterinaria, Universidad Complutense. España. 2002. Disponible En: <http://racve.es/publicaciones/control-mediante-la-alimentacion-animal-de-la-composicion-de-la-carne/>
21. Macari M, Furlan RL, Maiorka A. Aspectos fisiológicos e de manejo para manutenção da homeostase térmica e controle de síndromes metabólicas. En: Mendes AA, Naas IA, Macari M. *Produção de frangos de corte*. Campinas: Facta, p 137-156. 2004. Disponibles En: <http://www.elsitioavicola.com/articles/2676/estras-calarico-en-la-produccion-de-pollos-3-alimentacion/#sthash.upjdfIGq.dpuf>

22. Merinova EM, Seizova KA, Totseva IR, Panayotova S, Marekov I, Momchilova S. Oxidative changes in some vegetable oils during heating at frying temperature, Bulgarian Chemical Communications, 44 (1): 57-63. 2012.
23. Nelson M, Marks D, Busboom J, Cronrath J, Falen L. Effects of supplemental fat on growth performance and quality of beef from steers fed barley-potato product finishing diets: I. Feedlot performance, carcass traits, appearance, water binding, retail store, and palatability attributes 1. Journal of Animal Science, 82 (12): 3600-3610. 2004.
24. Ocampo A. High lipid diets based on palm oil for growing-fattening pigs. Thesis Doctoral, University of London. Imperial College (Wye Campus). Department of Agricultural Sciences. 352 p. 2002.
25. Ocampo A, Fernández A, Castro F. Aceite de palma de seje *Oenocarpus bataua* Mart. por su calidad nutricional puede contribuir a la conservación y uso sostenible de los bosques de galería en la Orinoquia Colombiana. Rev. Orinoquia, 17 (2): 215-229. 2013.
26. Ordoñez I. Elaboración de suplementos nutricionales con base en el uso integral de las plantas de yucca (*Manihot esculenta* Crantz) y batata (*Ipomea batatas* Lam), por medio de extrusión para la alimentación de monogástricos. Tesis de grado, Facultad de Ingenierías, Universidad de San Buenaventura, Santiago de Cali. 115 p. 2006.
27. Ocampo A. Cambio del patrón de energía para producir carne: las dietas ricas en grasa basadas en aceite de palma, una oportunidad para los países tropicales. Rev Palmas, 25 (1): 275-287. 2004.
28. Ospina S, Restrepo D, López J. Derivados cárnicos como alimentos funcionales. Revista Lasallista de Investigación, 8 (2): 163-172. 2011.
29. Peñuela L, Castro F, Ocampo N. Las reservas naturales del Nudo Orinoquia en su rol de conservación de la biodiversidad. Fundación Horizonte Verde y Resnatur. Colombia. 104 p. 2011.
30. Pérez B. Suplementaciones de raciones para cebo intensivo de ternero con aceites vegetales: rendimientos productivos, calidad de la canal, de la grasa y de la carne. Tesis de Grado Doctoral. Facultad de Veterinaria, Departamento de Producción Animal, Universidad Complutense de Madrid, España. 317 p. 2011.
31. Rodríguez ML, Ortíz L, Alzueta C, Rebolé C, Treviño J. Nutritive value of high-oleic acid sunflower seed for broiler chickens. Poultry science, 84 (3): 395-402. 2005.
32. Rossell, JB. Chemical changes in soy oil during high temperature processing. En: Proceedings of the second ASA Symposium on Soybean Processing, Leysen RJ (Ed), American Soybean Association, Brussels, Belgium. 1981.
33. Rubio M, Alcides C, Silveira R, Aguilera Y. Variabilidad bacteriana en *Oreochromis* sp durante las estaciones de lluvia y seca, cultivadas en ambiente dulceacuícola en diferentes regiones de Cuba. REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria, 11 (7): 1-11. 2010.
34. Segers JC, Van de Sande R. Degumming theory and practice. Proceedings AOCs World Conference on Edible Fats and Oils Processing, Maastricht: p 83-88. 1988.
35. Terán G. Uso del aceite crudo de Palma (*Elaeis guineensis*) como fuente energética en dietas para cerdos en crecimiento y finalización. Tesis Maestría en Producción Animal Tropical, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Yucatán, México. 2003.
36. Yaulema D. Regeneración de aceites comestibles. Tesis de Pregrado Ingeniero Químico. Facultad de Ingeniería Química, Universidad de Guayaquil. Ecuador. 80 p. 2014.
37. Žilić S, Šobajić S, Mladenović S, Mladenović B, Vasić M. Effects of heat processing on soya bean fatty acids content and the lipoxigenase activity. Journal of Agricultural Sciences, 55 (1): 55-64. 2010.

Factores de riesgo de enfermedades zoonóticas transmitidas por animales en consultorios y clínicas veterinarias

Risk factors of zoonotic diseases transmitted by animals in consulting room and veterinary clinics

Álvarez Basabe Pedro Eliecer¹ y Hernández Martínez María Cristina²
¹MVZ, Unillanos y ²MVZ Esp (c)MSc, Docente Unillanos

chernandez@unillanos.eu.co

Recibido 12 de Diciembre 2014, Aceptado 26 de Septiembre 2015

RESUMEN

El trabajo realizado en consultorios y clínicas veterinarias, aunque no implique la intención deliberada de manipular agentes biológicos, puede dar origen a la exposición a estos, debido a que existe contacto directo con animales, que pueden estar enfermos o ser portadores de agentes patógenos o eliminarlos en sus diferentes fluidos biológicos; en este artículo se describe los principales factores de riesgo frente a la exposición de agentes biológicos y su relación con las zoonosis en consultorios y clínicas veterinarias, donde su mayor atención se centra en la especie canina y felina como principales animales de compañía.

Palabras clave: Zoonosis, agentes infecciosos, prevención.

ABSTRACT

The work in consulting room and veterinary clinics, although not involving the deliberate intention to manipulate biological agents, may give rise to exposure to these agents, because there is direct contact with animals, which may be sick or be carriers of pathogens, or remove it in their different biological fluids; in this article is described the main risk factors from exposure to biological agents and its relation to zoonoses in consulting room and veterinary clinics, where their most attention is focused is on the canine and feline species as main pets.

Keywords: Zoonoses, infectious agents, prevention.

RESUMO

O trabalho realizado em escritórios e clínicas veterinárias, embora não impliquem a intenção deliberada de manipular agentes biológicos, pode levar a exposição a estes, porque há contato direto com animais, que pode estar doente ou ser portadores de agentes patogênicos e remover em diferentes fluidos biológicos; neste estudo, são descritos os principais fatores de risco contra a exposição de agentes biológicos e sua relação com a zoonose em escritórios e clínicas veterinárias, onde a maioria dos focos é sobre as espécies canina e felina como animais de companhia.

Palavras-chave: Zoonoses, agentes infecciosos, prevenção.

INTRODUCCIÓN

Los profesionales de los consultorios veterinarios son un colectivo expuesto a distintos riesgos laborales en su actividad diaria, uno de los principales peligros que enfrentan al estar en contacto con animales, es la posibilidad de contraer una zoonosis, debido al contacto directo con agentes biológicos que provienen de animales o sus fluidos, lo cual puede ocurrir durante: la aplicación de tratamientos, manejo de muestras para fines diagnósticos, cirugías, instrumental contaminado, manipulación de fluidos (sangre, orina, materia fecal, placenta, saliva y otros) (Alonso *et al.*, 2010). En varios países se reportado un buen número de enfermedades laborales en médicos veterinarios, las cuales fueron adquiridas por contacto directo o indirecto con animales enfermos, vectores o fluidos corporales que contienen agentes patógenos como virus, bacterias, hongos, protozoos y parásitos. Pero en Colombia, los casos de enfermedades de riesgo profesional registradas ante las entidades sanitarias oficiales son muy bajos, lo cual se debe en parte, a la deficiencia en los sistemas de salud o por el desconocimiento de los profesionales del riesgo de las enfermedades zoonóticas. De igual manera, la literatura que se puede encontrar es escasa, para determinar la presentación de las enfermedades laborales de tipo biológico en los médicos veterinarios, por lo tanto, con este artículo, se pretende contribuir a la toma de conciencia por parte de

los profesionales veterinarios, en el aprendizaje de los protocolos de bioseguridad dentro de cada una de las actividades realizadas en los consultorios y clínicas e identificar los factores de riesgo en el desarrollo de dichas actividades, con el fin de disminuirlos especialmente los de tipo biológico, y así evitar la prevalencia de enfermedades zoonóticas.

RIESGO PROFESIONAL

Se puede definir como riesgo, la probabilidad de que ocurran accidentes laborales en cualquier momento, siendo sucesos repentinos que sobrevienen por causa u ocasión del trabajo y que produzca en el médico veterinario una lesión orgánica, perturbación funcional, invalidez o muerte. Es importante relacionar la consecuencia del peligro con la frecuencia de presentación del evento, siendo su clasificación la siguiente:

- Riesgo físico: ruido, presión, temperaturas extremas, vibraciones, radiaciones ionizantes y no ionizantes, ultravioleta, infrarrojas.
- Riesgo químico: partículas, vapores, líquidos, insecticidas, disolventes.
- Riesgo biológico: son los inherentes a la presencia de agentes productores de enfermedades o infecciones, como virus, bacterias, hongos o parásitos, que pueden provocar cuadros de diversa gravedad, pudiendo ser agudos o crónicos y de evolución lenta o hasta fulminante.
- Riesgos psicosocial: se constituye en un riesgo sino hasta el momento en que se convierte en algo nocivo para el bienestar del individuo o cuando se desequilibra su relación con el trabajo o con el entorno (UNAM, 2006).

Dentro del campo agropecuario y la medicina veterinaria, el riesgo biológico es de mayor prevalencia, porque es continuo y representa una amenaza constante para la salud dentro del ejercicio de la profesión (Castaño, 1997; Cediell y Villamil, 2004), entendiéndose como la probabilidad de existencia de un daño potencial hacia personas o animales, causado por: virus, bacterias, clamidias, hongos, parásitos, DNA recombinante y productos celulares. Este tipo de riesgo puede clasificarse según la exposición en las diferentes actividades o procedimientos

llevados a cabo en la práctica profesional de la siguiente forma (Rodríguez, 1998; Prieto, 2009): alto: donde existe contacto directo o permanente con sangre u otros fluidos corporales con potencial capacidad de contaminación; medio: el contacto con sangre u otros fluidos corporales no es permanente, bajo: no hay actividad a sangre y fluidos corporales.

Los agentes biológicos se clasifican en función del riesgo de infección, por eso la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2005), en el “Manual de Bioseguridad en el Laboratorio”, clasifica los riesgos biológicos infecciosos en:

- **Individual y poblacional escaso o nulo:** microorganismos que tienen pocas probabilidades de provocar enfermedades en el ser humano o los animales.
- **Individual moderado, riesgo poblacional bajo:** agentes patógenos que pueden provocar enfermedades humanas o animales, pero que tienen pocas probabilidades de entrañar un riesgo grave para el personal de laboratorio, la población, el ganado o el medio ambiente. La exposición en el laboratorio puede provocar una infección grave, pero existen medidas preventivas y terapéuticas eficaces y el riesgo de propagación es limitado.
- **Individual elevado, riesgo poblacional bajo:** agentes patógenos que suelen provocar enfermedades humanas o animales graves, pero que de ordinario no se propagan de un individuo a otro. Existen medidas preventivas y terapéuticas eficaces.
- **Individual y poblacional elevado:** agentes patógenos que suelen provocar enfermedades graves en el ser humano o los animales y que se transmiten fácilmente de un individuo a otro, directa o indirectamente. Normalmente no existen medidas preventivas y terapéuticas eficaces.

Los agentes biológicos poseen diferentes mecanismos para generar enfermedad en los hospederos susceptibles, siendo la mayoría de los casos en humanos que tienen contacto de forma directa o indirecta con los animales o sus productos y/o secreciones, por lo tanto, el conocimiento de los mecanismos de entrada de estos agentes al organismo y de esta forma poder tomar medidas de prevención y

control en puntos de alto riesgo, como la puerta de entrada al hospedero, siendo las vías principales:

- Vía respiratoria: por inhalación de aerosoles en el medio de trabajo, que son producidos por la centrifugación de muestras, agitación de tubos, aspiración de secreciones, toz, estornudos y otros.
- Vía digestiva (fecal-oral): por ingestión accidental, al pipetear con la boca, al comer, beber o fumar en el lugar de trabajo y otros.
- Vía sanguínea: por piel o mucosas como consecuencia de pinchazos, mordeduras, cortes, erosiones, salpicaduras y otros (López *et al.*, 2014).

RIESGOS PROFESIONALES EN MEDICINA VETERINARIA

La medicina, en cualquiera de sus manifestaciones prácticas, representa un riesgo para la salud y/o integridad de aquel que la desarrolla. Como resultado de la práctica médica es frecuente el reporte de accidentes laborales, que si bien son riesgos propios de la actividad profesional, se pueden prevenir, promoviendo, de esta manera, un ambiente saludable para los trabajadores (López *et al.*, 2014). Durante los últimos años, se han realizado estudios identificando una gran variedad de riesgos relacionados con esta profesión (Tabla 1), dentro de los cuales se incluyen: físicos por mordidas, rasguños, picotazos, caídas y patadas de grandes animales, químicos por la exposición a agentes farmacológicos y pesticidas, por radiaciones ionizantes en procedimientos terapéuticos y diagnósticos y finalmente, biológicos por el contacto con enfermedades zoonóticas (Gil *et al.*, 1997; Hill, 1998; Poole, 1998; Weese, 2002), y reacciones alérgicas e irritantes, animales, insectos y látex (Tauscher y Belsito, 2002).

El ejercicio de la medicina veterinaria implica asumir riesgos laborales, derivados de la necesidad de trasladarse para entrar en contacto con los pacientes, la especial naturaleza del paciente en cuanto a masa corporal y agresividad, la carencia de instalaciones apropiadas para ejercer la práctica clínica y la escasa adopción de medidas de prevención, hacen que los médicos veterinarios y

zootecnistas, estén particularmente en riesgo de accidentes y enfermedades profesionales (Weese *et al.*, 2002).

Tabla 1. Principales riesgos laborales a los que pueden estar expuestos los trabajadores de los centros veterinarios

Físicos	Radiaciones ionizantes y no ionizantes, mordeduras, resguños, picotazos y otros
	Anestésicos
	Medicamentos veterinarios
Químicos	Desinfectantes
	Esterilizantes
	Productos irritantes y alergénicos
	Plaguicidas
	Productos de limpieza
	Residuos con material contaminado, restos de intervenciones, excrementos
Biológicos	Cadáveres animales y/o restos de necropsias
	Pinchazos, cortes, inoculación
	Manipulación de muestras biológicas
	Extracciones de sangre
	Exposición a zoonosis
De seguridad	Recipientes a presión con oxígeno y protóxido de nitrógeno
	Equipos eléctricos
Otros factores de riesgo	Medidas inadecuadas de contención de los animales
	Manipulación de cargas
	Desplazamientos (visitas domiciliarias)

Fuente: Alonso *et al.*, (2009).

PRINCIPALES ENFERMEDADES ZONOTICAS DE CANINOS Y FELINOS EN COLOMBIA

La zoonosis, son infecciones o enfermedades infecciosas transmisibles, en condiciones naturales, entre los animales vertebrados y el hombre; puede tratarse de enfermedades enzoóticas o epizoóticas. Expresándolo de un modo más amplio se puede decir que engloba aquellas enfermedades en las que los animales juegan un papel esencial en el mantenimiento de su presencia en la naturaleza, siendo únicamente, los humanos hospederos accidentales. Se estima que hay más de doscientas enfermedades transmisibles de los animales al hombre, bajo determinadas condiciones (Tabla 2). Así mismo, también cabe considerar ciertas patologías, en las que el hombre es el hospedador definitivo y los animales solo se

infectan en contacto con el hombre, pero resultan vectores de transmisión entre personas (Rivera, 1999).

Tabla 2. Principales zoonosis ligadas a los animales de compañía

ENFERMEDAD	AGENTE CAUSAL	RESERVORIO ANIMAL
Salmonelosis	<i>Salmonella</i> (<i>S. arizonae</i> , <i>S. enteritidis</i> , <i>S. typhimurium</i> , <i>S. typhi</i> , y otros)	Gatos, perros, pajaros, tortugas y otros
Tularemia	<i>Francisella tularensis</i>	Gatos, perros, ardillas, conejos, liebres y otros
Carbunco	<i>Bacillus anthracis</i>	Animales domésticos, silvestres y de zoológico.
Psitacosis	<i>Chamydia psittaci</i>	Aves, gatos, perros, conejos y otros
Toxoplasmosis	<i>Toxoplasma gondii</i>	Gatos, felinos salvajes, perros, conejos y otros
Criptosporidiosis	<i>Cryptosporidium parvum</i>	Gatos
Leptospirosis	<i>Leptospira interrogans</i>	Ranas, sapos, perros, ardillas, roedores y otros
Tiña zoonótica	<i>Microsporum canis</i> y <i>Trichophyton mentagrophytes</i>	Perros, gatos, y otros
Campilobacteriosis	<i>Campylobacter</i> (<i>C. fetus</i> , <i>C. Jejuni</i> , <i>C. spp</i>)	Gatos, perros, pájaros y otros
Sarna zoonótica	Acaros (<i>Sarcoptes scabiei</i> , <i>Notoedres cati</i> , <i>Otodectes cynotis</i> y otros)	Perros, gatos, conejos, hámster y otros.
Enfermedades transmitidas por mordeduras	Streptococcus, Staphylococcus, <i>Corynebacterium</i> , <i>Pasteurella</i> , Rabia y otras	Perros, gatos, conejos y otros
Toxocariosis	<i>Toxocara canis</i> y <i>T. cati</i>	Perros y gatos
Giardiosis	<i>Giardia lamblia</i>	Transmisión fecal-oral
Babesiosis	<i>Babesia spp</i>	Picadura de garrapata
Anquilostomiosis	<i>Ancylostoma spp</i>	Perros y gatos (heces)

Fuente: Alonso *et al.*, 2009).

FACTORES DE RIESGO EN CLINICAS VETERINARIAS

En el ejercicio médico veterinario la magnitud del riesgo biológico ocupacional es subestimada, existiendo además una actitud pasiva por parte de los profesionales

aún ante las reglamentaciones vigentes, como consecuencia, existen pocos espacios de investigación y las acciones de educación son dispersas, en relación a la prevención de este tipo de riesgos, lo cual, repercute directamente sobre la salud de los trabajadores del área, la calidad de los servicios ofrecidos, la imagen de las instituciones de salud animal y lógicamente sobre la calidad de vida de la sociedad. Se debe señalar que el papel de la comunicación y divulgación de la prevención del riesgo biológico es fundamental (Friedrich, 2010). De la misma forma es necesario un ambiente de trabajo con instalaciones, equipos, infraestructura y seguridad adecuados que complementen una adecuada ejecución del ejercicio profesional (Prieto, 2009). Donde se puede encontrar que los factores de riesgo son: infraestructura, iluminación y ventilación e instalaciones.

Infraestructura

Con independencia de la obligatoriedad del cumplimiento de las exigencias previstas en la normativa estatal, comunitaria y municipal en general para la apertura y funcionamiento de los establecimientos, los centros veterinarios se denominan y registran según las características siguientes:

- *Consultorio veterinario*: conjunto de dependencias que comprenden como mínimo: sala de recepción o espera, consultorio (Figura 1) y área para pequeñas intervenciones médico-quirúrgicas (Figura 2), que incluyen, al menos, mesa de exploración con la iluminación adecuada y dotación de agua fría y caliente, la cual debe ser independiente de la sala de espera; materiales médico-quirúrgicos e instalaciones necesarias para las actividades que se realicen.
- *Clínica veterinaria*: conjunto de dependencias que comprenden como mínimo: sala de recepción o espera, consultorio y además las siguientes: quirófano (Figura 3) independiente, con medios de reanimación y gases medicinales, existencia de equipos de esterilización para el instrumental y material quirúrgico, instalación de radiodiagnóstico de acuerdo con la normativa vigente; laboratorio que incluya microscopio y medios para análisis

bioquímicos y hematológicos (propios o concertados, propios si anuncia ofrecer urgencias y/o servicio de 24 horas) (Jiménez, 2004)



Figura 1. Consultorio Clínica Veterinaria Unillanos.
Fotografía: cortesía Daniel Zambrano, Docente Unillanos



Figura 2. Sala de procedimientos e intervenciones menores Clínica Veterinaria Unillanos. **Fotografía:** cortesía Daniel Zambrano, Docente Unillanos



Figura 3. Quirófano Clínica Veterinaria Unillanos.
Fotografía: cortesía Daniel Zambrano, Docente Unillanos

Iluminación y ventilación

En los locales cerrados o en los lugares de trabajo y dependencias anexas, debe renovarse el aire de manera uniforme y constante, con el objeto de proporcionar al trabajador un ambiente inofensivo y cómodo. Las entradas de aire puro deben estar ubicadas en lugares opuestos a los sitios por donde se extrae o se expulsa el aire viciado. Todos los lugares de trabajo deben tener la iluminación adecuada e indispensable de acuerdo a la clase de labor que se realice, a la vez que se deberá satisfacer las condiciones de seguridad para todo el personal. La iluminación puede ser natural o artificial, o de ambos tipos; la natural debe disponer de una superficie de iluminación (ventanas, claraboyas lumbreras, tragaluces, techos en diente de serrucho u otros). Cuando no sea factible la iluminación natural, se optará por la artificial en cualquiera de sus formas, y deberá instalarse de modo que no produzca deslumbramientos, causa de reflexión del foco luminoso en la superficie de trabajo o foco luminoso en la línea de visión, y que tampoco ofrezca peligro de incendio o sea perjudicial para la salud de los trabajadores (Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, 1979).

Instalaciones

A diario el trabajador de la salud, labora en íntimo contacto con las mucosas, sangre y fluidos corporales de numerosos pacientes, por lo tanto, existen múltiples posibilidades de transmitir y contraer enfermedades infecciosas durante la asistencia médica, ya que su campo de acción son áreas y procedimientos muy contaminados, por tal motivo se hace imperativo, implementar protocolos rigurosos de prevención de la infección, teniendo en cuenta el nivel de riesgo de contaminación en que se encuentre el área (Olarte y Pineda, 2008).

Las áreas de riesgo son aquellos lugares de la clínica donde se realizan actividades o procedimientos médicos, quirúrgicos, de laboratorio clínico o patología entre otras, y pueden ocasionar tres tipos de riesgo: *alto o área crítica*: donde hay contacto directo con sangre o fluidos de fácil contaminación, generalmente corresponden a urgencias, quirófano, hospitalización, laboratorio clínico y microbiológico, depósitos de desechos y residuos biológicos; *medio o área semicríticas*: hay contacto permanente con agentes pero se tienen precauciones de bioseguridad como en radiología, consulta externa, servicio de mantenimiento y aseo; y *bajo o área no críticas*: las actividades no implican contacto con agentes patógenos como en el caso de las oficinas y parte administrativa (Jiménez, 2004). Así mismo, es necesario una limpieza y desinfección especiales para cada una de ellas para asegurar asepsia en los procedimientos que allí se realicen, así como seguridad para pacientes, personal de apoyo y profesionales.

Las salas de espera deben ser ambientes seguros para los clientes, personal veterinario y animales, si estos son agresivos o presentan una posible enfermedad contagiosa, deben ser colocados directamente en el consultorio o en un lugar aislado. Los animales con signos respiratorios o gastrointestinales o con un historial de exposición a un agente infeccioso conocido, deben ingresar por una entrada distinta de la entrada principal (Asociación Nacional de Salud Pública Estatal, 2010).

Los animales con posibles enfermedades infecciosas deben ser examinados en un consultorio o en un lugar aislado y deben permanecer allí hasta que finalicen los procedimientos de diagnóstico y los tratamientos. De allí en adelante el consultorio debe permanecer fuera de servicio hasta que se la limpie y desinfecte adecuadamente. Cada consultorio debe tener una fuente de agua corriente, un dosificador de jabón y toallas de papel. Puede utilizarse un desinfectante de manos a base de alcohol cuando las manos no están visiblemente sucias, pero no se debe confiar exclusivamente en él (UNAM, 2006).

Es importante brindar una sala de descanso o un área para que el personal pueda comer y beber, dichas actividades están prohibidas en el laboratorio, en el consultorio y en el resto de las áreas de alojamiento y de atención al paciente. Se deben utilizar refrigeradores separados, debidamente etiquetados para la alimentación humana, la alimentación animal y los productos biológicos. El lavado y almacenamiento de la vajilla para uso humano se debe realizar lejos de las áreas de atención de los animales (Prieto, 2009).

MEDIDAS DE PROTECCIÓN DE PROFESIONALES Y PERSONAL

La capacitación y la formación del personal son componentes esenciales de un programa de salud ocupacional eficaz, ésta debe contar con objetivos definidos y debe existir alguna forma de medir su eficacia (Kaiser *et al.*, 2002). La capacitación del personal al inicio de la vinculación debe hacer hincapié en las prácticas de control de infecciones, la potencial exposición a enfermedades zoonóticas, los riesgos asociados con las obligaciones laborales y la prevención de lesiones. Se debe incluir también adiestramiento en cuanto a la manipulación, control y reconocimiento de claves de comportamiento animal, además, brindar capacitación adicional dentro del servicio por lo menos una vez al año y cada vez que cambien las recomendaciones o las políticas (Asociación Nacional de Salud Pública Estatal, 2010).

El papel del médico veterinario es fundamental en la asignación de responsabilidades para los programas de salud y seguridad en el trabajo, bien sea

en clínicas, zoológicos, laboratorios de investigación, granjas, y otros (Wulf *et al.*, 2008). Las medidas de bioseguridad están relacionadas con la habilidad para prevenir la transmisión de agentes patógenos, así como para controlar su diseminación hacia los humanos y hacia las instalaciones, es decir que contempla prácticas de manejo dirigidas a reducir la oportunidad de que agentes infecciosos ganen acceso o se dispersen dentro de una unidad de producción, de hospitales, regiones o países (Morley, 2002; Rivera, 1999; Oliver, 2002).

El inicio inespecífico de la mayoría de las entidades zoonóticas no permite un reconocimiento y diagnóstico definitivo adecuado (Cediel y Villamil, 2004), este factor contribuye fuertemente al aumento del silencio y no registro de enfermedades epidemiológicas, que ha caracterizado a las zoonosis en Latinoamérica, así como las limitantes diagnósticas por parte del sector salud sobre la clínica, la epidemiología y los métodos de laboratorio de las enfermedades zoonóticas.

En Colombia, las zoonosis son relativamente frecuentes en los profesionales y han sido estudiadas ampliamente en animales, sin embargo, para humanos no hay un sistema de información específico para este riesgo, la actitud de los profesionales del sector salud es de desinterés y falta de apoyo técnico hacia la categorización de un diagnóstico profesional (Martínez y Cediel, 2010).

A lo anterior se le suma una gran cantidad de consultorios, clínicas veterinarias y fundaciones donde no hay profesionales graduados, sino personas empíricas que hacen las labores de un veterinario y de esta manera magnifican el riesgo por el desconocimiento de las enfermedades y los mecanismos para prevenirlas, además esta problemática se aumenta con la indiferencia de los profesionales, estudiantes y personal relacionado con la manipulación de estos agentes, debido a que no se practican medidas adecuadas de protección personal, bioseguridad, manipulación de animales y fluidos corporales de alto riesgo de contaminación. Así mismo, personas y trabajadores involuntariamente expuestos a agentes biológicos, en particular tienen poco conocimiento sobre los microorganismos, sus condiciones de vida y sus características benéficas o perjudiciales, por lo tanto la

comunidad debe informarse sobre los peligros biológicos a los que se encuentran expuestos (Prieto, 2009).

En Colombia, el sector agropecuario se caracteriza por la carencia de cultura sobre la salud ocupacional, la subvaloración de la presencia del riesgo biológico de origen animal, el silencio y falta de registros confiables de las enfermedades zoonóticas, y la no existencia de red de laboratorios que apoyen este diagnóstico, lo cual en conjunto, contribuye a ignorar su magnitud e importancia, permitiendo el incremento de los efectos negativos de esta problemática en la sociedad (Cediel y Villamil, 2004). Las universidades que tienen programas agropecuarios, deben fomentar la investigación sobre la temática de enfermedades zoonóticas, haciéndose evidente el surgimiento de espacios educativos que permitan a la comunidad académica actuar de forma eficaz y proactiva para tomar medidas de prevención y control frente a los agentes biológicos que representan un riesgo dentro de la práctica profesional y una amenaza constante para las demás personas que interactúan con este medio, adicionalmente se debe plantear la necesidad de agremiación y comunicación entre los profesionales, creación de planes de educación y capacitación encaminados específicamente a prevenir el riesgo en las actividades que representan mayor peligro, para así lograr que el Médico Veterinario tenga una actitud proactiva y participativa dentro de los programas gubernamentales, con el fin de consolidar un sistema de notificación sólido manejado a nivel local, regional y nacional, que permita conocer la concepción real de la problemática de las enfermedades causadas por los agentes biológicos de origen animal en Colombia, y por consiguiente formular medidas específicas para el fomento de la salud, la prevención y control (Martínez y Cediel, 2010).

CONSIDERACIONES FINALES

Las infecciones humanas que resultan del contacto con animales están directamente relacionadas con la salud, por tal motivo, se debe tener cuidado, previniendo accidentes laborales, tales como mordeduras y arañazos y, por otro, evitar que los animales expongan agentes biológicos, y que pueda llegar a

desarrollar reservorios en sus fluidos biológicos. Sin embargo, la actividad del Médico Veterinario hace difícil evitar la exposición a dichos agentes, por lo tanto, es importante un plan de medidas preventivas específicas que incluyan procedimientos de trabajo y materiales adecuados, teniendo en cuenta una fase previa de identificación de peligros, diagnóstico y valoración de los riesgos.

Las acciones recomendadas para disminuir el riesgo con la exposición a agentes biológicos (Alonso *et al.*, 2009), son los siguientes: 1) Identificar los animales susceptibles. 2) Aplicar precauciones para los trabajadores que manipulen de sangre u otros fluidos biológicos, promoviendo la utilización correcta de elementos corto-punzantes. 3) Aislar animales con enfermedades infectocontagiosas. 4) Controlar, desinfectar y esterilizar áreas e instalaciones que pueden ser fuente de infección, haciendo además, una adecuada gestión de residuos biológicos, así como, el uso de equipos de protección individual, tales como guantes, tapabocas, gafas y ropa adecuada. 5) Cubrir las lesiones de las manos con apósitos impermeables. 6) Lavar las manos con jabón antiséptico, tener en cuenta que el uso de guantes no sustituye esta acción. Lo mismo asear adecuadamente la ropa de trabajo. 7) Impartir capacitación e información a los trabajadores sobre las medidas de bioseguridad. 8) Realizar procedimientos correctos de gestión del riesgo biológico como por ejemplo: registros de actividades, incidencias, eliminación de residuos y otros.

Aunque el plan curricular del pregrado de Medicina Veterinaria incluye enfermedades zoonóticas, otros peligros laborales deben ser aprendidos en base a la experiencia diaria, por lo tanto, un trabajo de capacitación a cargo de todas las instituciones involucradas (universidades, colegios veterinarios, organismos de investigación y extensión, entre otros) parece ser primordial para minimizar los riesgos ocupacionales (Bernal, 2003).

Finalmente, en las entidades legalmente destinadas para hacer diagnóstico, y en las instituciones prestadoras de servicios (EPS), existe una indiferencia del equipo médico sobre tener la decisión de profesionalizar un diagnóstico, procurando la

comodidad de no comprometerse en un caso que le exige justificación teórica y técnica (Cediel y Villamil, 2004).

CONCLUSIONES

Los riesgos biológicos en consultorios y clínicas veterinarias que enfocan sus servicios a pequeños animales o de compañía, se encuentran enmarcados en un compendio de fallas correspondientes a:

1. Falta de conciencia y responsabilidad por parte de organismos estatales, instituciones educativas, docentes, estudiantes y profesionales de programas de medicina veterinaria, al no dar el carácter prioritario y encaminar alternativas para el fortalecimiento en las medidas de prevención ante los riesgos biológicos.
2. Incumplimiento de las normas de bioseguridad en consultorios y clínicas veterinarias indicadas para las prácticas que se realizan principalmente en lo referente al uso de elementos de protección personal en áreas de alta manipulación de agentes biológicos y manejo adecuado de residuos hospitalarios.
3. Manejo inadecuado de animales durante la consulta y procedimientos clínicos, los cuales predisponen a accidentes que en su mayoría de casos no son notificados, enmascarando la realidad de incidencia de enfermedades profesionales por agentes biológicos.
4. Desconocimiento o desinterés de los trabajadores por el conocimiento de la reglamentación que los cubre al ser personal de alto riesgo por la manipulación de agentes biológicos durante la ejecución de su actividad laboral.
5. Falta de rigidez por parte de los profesionales que administran consultorios y clínicas veterinarias al permitir que se infrinjan normas que atentan contra la salud y bienestar de todos los que toman servicios o trabajan dentro de estos establecimientos.

Hay carencias en importancia que se le da al riesgo biológico dentro de la práctica de medicina veterinaria ya que no hay apropiación de este concepto por parte del profesional y por consiguiente no se toman las precauciones necesarias para prevenir estos riesgos de alto peligro para la salud.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Alonso RM., Lampurlanés XS, Aubert AC. Centros veterinarios: Exposición laboral a agentes biológicos. Notas Técnicas de Prevención NTP 821. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. 6 p. 2009. Disponible En: <http://comisionnacional.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/821a921/821%20web.pdf>
2. Arango J, Luna J, Correa Y, Campos A. Marco legal de los riesgos profesionales y la salud ocupacional en Colombia, Siglo XX. Revista de Salud Pública, 15 (3): 354-365. 2013.
3. Asociación Nacional de Veterinarios de Salud Pública Estatal (NASPHV). Compendio de precauciones veterinarias estándar para la prevención de enfermedades zoonóticas en el personal veterinario. Comité de Control de Infecciones Veterinarias. Journal of the American Veterinary Medical Association, 237: 1403-1422. 2010.
4. Bernal M. Los riesgos biológicos en los trabajadores de la salud. Tribuna Médica, 2: 49-56. 2003.
5. Castaño P. Estudio y análisis del riesgo biológico ocupacional en Colombia. Informe Técnico, Ministerio de Trabajo y Seguridad Social: p 9-80. 1997.
6. Cediell N, Villamil L. Riesgo biológico ocupacional en la medicina veterinaria, área de intervención prioritaria. Revista de Salud Pública. 6 (1): 28-43. 2004.
7. Friedrich N. Riesgos ocupacionales en médicos veterinarios dedicados a pequeños animales de la ciudad de Córdoba (2010). Tesis de Posgrado, Maestría en Salud Pública, Facultad de Ciencias Médicas, Universidad Nacional de Córdoba, 62 p. 2010.
8. Gill J, Aulakh R, Sonwinder K, Joshi D, Sharma D. Seroepidemiological studies on brucellosis among veterinarians in Punjab state of India, Epidemiol. Santé Anim., p 31-32. 1997.
9. Hill D, Langley R, Morrow M. Occupational Injuries and illnesses reported by zoo veterinarians in the United States. Journal of Zoo Wildlife Medicine, 29 (4): 371-385. 1998.
10. Jiménez A. Reglamento para el ejercicio profesional en clínica de pequeños animales. Aprobado por la Asamblea General de Presidentes del Consejo General de Colegios Veterinarios de España el día 13 de Diciembre de 2003. Información Veterinaria, 3: 31-35. 2004.
11. Kaiser R, Garman R, Bruce M, Weyant R, Ashford D. Clinical significance and epidemiology of NO-1, an unusual bacterium associated with dog and cat bites. Emerging Infectious Diseases, 8 (2):171-174. 2002.
12. López M, Andrade R, Tarabla H, Signorini M, Molineri A. Factores asociados con la presentación de accidentes laborales en veterinarios zootecnistas del departamento de Boyacá (Colombia). Revista Salud Uninorte, 30 (1): 23-33. 2014.

13. Martínez A, Cediell N. Interacción entre el desplazamiento forzado en Colombia y zoonosis en el marco del conflicto social. *Revista Sapuvet de Salud Pública*, 2: 43-67. 2010.
14. Ministerio de Trabajo y Seguridad Social (MTSS). Resolución 2400 de 1979. 126 p. 1979.
15. Olarte A, Pinedo J. Manual de bioseguridad clínica veterinaria Universidad de la Salle. Versión 002. 2008.
16. Oliver O. Bioseguridad en los servicios de prestación animal. Memorias 1er Encuentro sobre riesgo biológico. Universidad Nacional de Colombia, p. 9-12. 2003.
17. Organización Mundial de Salud (OMS) y Organización Panamericana de la Salud (OPS). Sistemas locales de salud, La Salud Pública Veterinaria; 1993.
18. Organización Mundial de la Salud (OMS). Manual de bioseguridad en el laboratorio. 3ª Ed. Ginebra, Suiza. 210 p. 2005.
19. Poole A, Shane S, Kearney M, Rehn W. Survey of occupational hazards in companion animal practices. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 212 (9): 1386-1388. 1998.
20. Prieto C. Determinación del riesgo biológico en la clínica veterinaria de pequeños animales de la Universidad de la Salle. Tesis de grado MV. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de la Salle, Bogotá. Colombia, 133 p. 2009.
21. Real Decreto. Protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo. Decreto 664 del 12 de mayo de 1997. Disponible En: <http://www.jccm.es/trabajo/web/pdf/RD%20664-1997.pdf>
22. Rivera O. Consideraciones económicas y epidemiológicas de las enfermedades en la industria avícola colombiana. En: Bioseguridad en la industria avícola. 1ª Ed. Bogotá, Colombia FENAVI. 1999.
23. Rodríguez C. Protocolos para el diagnóstico de enfermedades Profesionales. *Sociedad colombiana de medicina del trabajo*; 14: 3-28. 1998.
24. UNAM. Manual para la prevención y control de infecciones y riesgos profesionales en la práctica estomatológica en la República Mexicana. Secretaría de Salud. Centro Nacional de Vigilancia Epidemiológica y Control de Enfermedades, México, 82 p. 2006.
25. Tauscher AE, Belsito DV, Frequency and etiology of hand and forearm dermatoses among veterinarians, *American Journal of Contact Dermatitis*, 13 (3): 116-124. 2002.
26. Weese JS, Jack DC. Needlestick injuries in veterinary medicine. *The Canadian Veterinary Journal*, 49 (8): 780-784. 2008.
27. Weese JS, Peregrine AS, Armstrong J, Occupational health and safety in small veterinary practice: Part I nonparasitic zoonotic diseases. *The Canadian Veterinary Journal*, 43 (8): 631-636. 2002.
28. Wulf MW, Sorum M, van Nes A, Skoy R, Melchers WJ, Klaassen CH, Voss A. Prevalence of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* among veterinarians: an international study. *Clinical Microbiology and Infection*, 14 (1): 29-34. 2008.

El papel en la salud pública de *Histoplasma capsulatum*

The public health role of *Histoplasma capsulatum*

Barrera Henao Adriana Yisell¹ y González Paya Gustavo²

¹MVZ, Unillanos y ²MV, Esp. Docente Unillanos

ggonzalez@unillanos.eu.co

Recibido 12 de Diciembre 2014, Aceptado 26 de Septiembre 2015

RESUMEN

La histoplasmosis o citomicosis reticuloendotelial o enfermedad de las cavernas o de Darling, es causada por el hongo *Histoplasma capsulatum*, que por falta de políticas de control, se ha presentado altas tasas de morbi-mortalidad en humanos y animales, afectando la productividad laboral y zootécnica. Además se ha comprobado una crisis mundial, por desconocimiento del método clínico, menospreciando la importancia de la relación médico-paciente, e interrogatorio nulo. Las actividades laborales que predisponen a la presentación de la enfermedad son: espeleólogos, colectores de guano, mineros, trabajadores rurales (biólogos y veterinarios), que están en contacto directo con las aves o manipulan pollinaza y turistas que tienen contacto principalmente con cuevas, actualmente se incluyen personas que trabajan en remoción de tierra, limpieza o demolición de viejas construcciones y tala de árboles. El *H. capsulatum* posee tres grandes variedades las cuales tienen una amplia distribución geográfica y con alto potencial patogénico que afecta a humanos y animales, encontrándose que *H. capsulatum* var. *capsulatum* es endémico en América y algunos países de África, Asia y Europa, mientras que el *H. capsulatum* var. *farciminosum* (HCF), produce en equinos, la enfermedad conocida como linfangitis epizoótica, que esta reportada en África, Asia y Europa, afectando también mulares, asnales, camélidos y vacunos, que se contaminan por contacto directo con fómites y suelo, albergando esporas de este hongo, su transmisión puede darse, a través de abrasiones en el tegumento; por ejemplo por infestaciones con garrapatas como vectores mecánicos. Por otro lado en humanos, la mayoría de pacientes afectados

tienen un curso asintomático debido a su respuesta inmunológica. El *H. capsulatum* aprovecha las células epiteliales pulmonares esperando que el hospedero se vea inmunocomprometido por otras enfermedades tales como VIH, cáncer, alcoholismo crónico y fármacos inmunosupresores, para generar una reactivación endógena de la infección. No existen estudios que reporten contagios con este hongo, por medio del agua o alimento, ni tampoco transmisiones de persona-persona, o animal-persona. Por el momento, erradicar el hongo de los ecosistemas afectados, es realmente difícil, lo único que queda es prevención y educación a la población, para evitar la contaminación con histoplasmosis, se recomienda en personas con una inmunodepresión, no asistir a lugares que sean catalogados como reservorios del hongo como cuevas.

Palabras clave: Histoplasmosis, quirópteros, paloma, enfermedad ocupacional.

ABSTRACT

Histoplasmosis or reticuloendothelial citomycosis or cave or Darling disease, is caused by the fungus *Histoplasma capsulatum*, which by lack of control policies, has presented high rates of morbidity and mortality in humans and animals, affecting labor productivity and animal husbandry. It has also proved a global crisis, by ignorance of the clinical method, underestimating the importance of the doctor-patient relationship, and no interrogation. The work activities that predispose to disease presentation are: speleologists, guano collectors, mining, rural workers (biologists and veterinarians), which are in direct contact with poultry or poultry manure handling and tourists who have contact mainly with caves, currently are included people working in earthmoving, cleaning or demolition of old buildings and logging. The *H. capsulatum* has three major varieties which have a wide geographical distribution and with high pathogenic potential which affects humans and animals, found to *H. capsulatum* var. *capsulatum* is endemic in America and some countries in Africa, Asia and Europe, while the *H. capsulatum* var. *farciminosum* (HCF), produce equine disease known as Epizootic lymphangitis, which is reported in Africa, Asia and Europe, also affecting mules, asinine, camels and cattle, that they are contaminated by contact with fomites and soil, harboring

spores of this fungus, his transmission can occur, through abrasions on the integument; for example by tick infestations as mechanical vectors. Moreover in humans, most affected patients have an asymptomatic course due to their immune response. *H. capsulatum* fail the lung epithelial cells expecting the host be immunocompromised for other diseases such as HIV, cancer, chronic alcoholism, and immunosuppressive drugs, for generating a reactivation of endogenous infection. There are no studies that report infections with the fungus, through water or food, nor transmission from person-person or animal-person. For now, eradicate the fungus from affected ecosystems is really difficult, all that remains is prevention and education to the population, for avoid the contamination with histoplasmosis, is recommended in people with immunosuppression, not assist to places that have been labeled as reservoirs of fungus as caves.

Keywords: Histoplasmosis, chiropterans, pigeon, occupational disease.

RESUMO

Histoplasmose ou citomicosis reticuloendotelial ou doença de Darling ou caverna, é causada pelo fungo *Histoplasma capsulatum*, que por falta de políticas de controle, tem apresentado altas taxas de morbidade e mortalidade em humanos e animais, afetando a produtividade do trabalho e criação de animais. Ele também provou ser uma crise global, por ignorância do método clínico, subestimando a importância da relação médico-paciente, e nenhum interrogatório. O atividades de trabalho que predisõem à apresentação da doença são: speleologists, coletores de guano, mineração, trabalhadores rurais (biólogos e veterinários), que estão em contato direto com a manipulação de aves de capoeira ou esterco de galinha e os turistas que têm contato principalmente com cavernas, Atualmente são incluem pessoas que trabalham em terraplanagem, limpeza ou demolição de edifícios antigos e extração de madeira. O *H. capsulatum* tem três principais variedades que têm uma ampla distribuição geográfica e com elevado potencial patogénico que afecta os seres humanos e animais, encontrado para *H. capsulatum* var. *capsulatum* é endêmica na América e alguns países da África, Ásia e Europa, enquanto o *H. capsulatum* var. *farciminosum* (HCF), produz doença equina,

conhecido como linfangite epizoótica, que é relatado na África, Ásia e Europa, afetando também mulas, asinino, camelos e gado, que estão contaminados pelo contato com fômites e do solo, abrigando esporos do fungo, sua transmissão pode ocorrer, através de abrasões na tegumento; por exemplo, infestações de carrapatos como vetores mecânicos. Além disso, em seres humanos, a maioria dos pacientes afectados ter um curso assintomático devido à sua resposta imunitária. *H. capsulatum* falha células epiteliais pulmonares esperando o anfitrião deste imunocomprometidos por outras doenças, como HIV, câncer, alcoolismo crônico, e drogas imunossupressoras, para gerar uma reactivação da infecção endógena. Não há estudos que relatam infecções com o fungo, através de água ou alimentos, nem a transmissão de pessoa-pessoa ou animal pessoa. Por agora, erradicar o fungo de ecossistemas afectados é realmente difícil, tudo o que resta é a prevenção e educação para a população, para evitar a poluição com histoplasmose, se recomenda em pessoas com imunossupressão, não assistir a lugares que são categorizados como reservatórios de fungos como cavernas.

Palavras-chave: histoplasmose, quirópteros, pomba, doença profissional.

INTRODUCCIÓN

La formación de nuevos ecosistemas está arraigada a la influencia del humano sobre diversas situaciones como: el aumento mundial de su población, globalización, migración de personas, exploración de nuevos territorios, que facilitan una interrelación más íntima con todos aquellos agentes que integran el ecosistema, y están ligados al cambio ambiental, deterioro de los hábitats naturales, migración de especies silvestres e introducción de animales exóticos, entre otros factores que promueven la alteración de la fauna nativa, afectándose el débil equilibrio entre el hombre y el ecosistema, lo cual favorece el incremento y adaptación de agentes infecciosos causantes de enfermedades zoonóticas como el caso de las micóticas que se pueden encontrar donde viven aves y quirópteros (Arias y Barrientos, 2002), lo que implica desafíos constantes al sistemas inmunológico del hombre y animal.

Miller, (1997) afirmó que el 43.6% de las enfermedades zoonóticas reconocidas hasta ese entonces estaban distribuidas por todos los continentes, afectando principalmente a África y Asia, seguido de Norteamérica, Suramérica, Europa y por último Centroamérica. En un estudio más reciente Fuentes *et al.*, (2006) evaluaron los agentes responsables de las enfermedades zoonóticas: 45% tenían un origen viral, seguido por bacterias con un 28%, parásitos 20% y hongos 7%, por lo que se hace necesario determinar las estrechas relaciones entre la salud animal y la humana, poniendo de manifiesto un sinnúmero de oportunidades y desafíos a la profesión veterinaria.

En los últimos años, han tomado importancia las enfermedades de origen micótico, en primer lugar por las características propias de los agentes causales y su fácil asociación al ambiente y al humano, siendo uno de sus vehículos principales las heces de aves y quirópteros, y por otro lado, el creciente número de pacientes inmunodeficientes, ligado a la presencia de patologías como el VIH, así, como el uso de: 1) Quimioterapia ante el tratamiento de enfermedades malignas y 2) Fármacos inmunodepresores en el manejo de trasplantes de órganos (Arias y Barrientos, 2002), estos dos factores han favorecido la presentación de enfermedades zoonóticas micóticas.

Una de estas enfermedades es la causada por el hongo *Histoplasma capsulatum*, que por la falta de políticas de control y desconocimiento en el método clínico, donde se menosprecia la importancia de la relación médico-paciente, interrogatorio nulo y deficiente examen físico, ha empezado a mostrar altas tasas de morbi-mortalidad en humanos y animales, afectando la productividad laboral y zootécnica a nivel mundial (Muñoz *et al.*, 2010). Es necesario convocar a la comunidad médica humana y animal, a observar y discutir inquietudes, porque de allí surge la investigación sobre los factores de riesgos que influyen en el desarrollo de estas enfermedades, y así poder frenar su crecimiento incontrolado, puesto que muchas de las estas son asintomáticas.

La ley de 1977 en su artículo 9 de la legislación cubana, definió a la enfermedad profesional, como una alteración de la salud patológicamente definida a causa de

ejercer una actividad laboral, en ese mismo año se definió las sustancias y agentes presentes en el medio ambiente que eran capaces de originar una enfermedad profesional, listado emitido en el cual no se reportó la histoplasmosis. Once años más tarde, por medio del decreto 39 de 1988 se estipuló que toda enfermedad profesional debería ser reportada en un sistema de notificación obligatorio, proceso similar al que adoptó Argentina, pretendiendo afianzar la comunicación entre los actores de la salud como la Unidad Nacional de Salud Ambiental junto al médico laboral, con el fin de establecer la vigilancia, prevención y control de aquel nuevo riesgo para los trabajadores del área pecuaria. A comienzos de 1995 Cuba estableció un nuevo listado de agentes amenazantes para las labores profesionales, reflejada en la Resolución 2 de 1996, donde se incluyó la histoplasmosis, siendo de importancia, por sus constantes brotes epidémicos y gravedad en el cuadro clínico.

En el 2005, la Organización Internacional del Trabajo reunió en Nebraska al grupo de expertos en salud laboral, con el fin de actualizar la lista de este tipo de enfermedades que se han transmitido a los 85 países miembros entre ellos Colombia y la mayoría de países Americanos, la histoplasmosis no se incluyó desde un principio en la lista, consecuentemente Cuba apoyado únicamente por Chile formuló una petición donde pedía que se considerara a la histoplasmosis como una enfermedad laboral, pero esta opción no se tuvo en cuenta, y quizás es por ello que actualmente, la histoplasmosis cobra a diario vidas humanas, siendo categorizada como una enfermedad fantasma, y que se ha venido enfrentando con desconocimiento para su control.

GENERALIDADES DE LA HISTOPLASMOSIS

La histoplasmosis fue descrita por primera vez en 1906 durante la construcción del canal de Panamá por el médico Samuel Darling mediante necropsias, siendo identificado como un protozoario y diagnosticados como casos de Leishmaniosis, pues entonces se desconocía la existencia de la histoplasmosis (Canteros *et al.*, 2005; Sánchez, 2009). Posteriormente, Da Rocha Lima, (1912) corrigió la clasificación taxonómica del agente, categorizándolo como un hongo; su primer

aislamiento se logró en 1934 por De Monbreun mediante cultivos a partir de material clínico, unos años más tarde (1941) se aisló en Buenos Aires-Argentina, por primera vez el agente en Suramérica (Ulloa *et al.*, 2006).

La histoplasmosis es también conocida como: citomicosis retículoendotelial (porque afecta éste orgánulo celular), enfermedad de las cavernas o de Darling (Acha y Szyfres, 2001). Diferentes estudios realizados han identificado diversas actividades laborales que predisponen a la presentación de la enfermedad tales como: espeleólogos, colectores de guano, mineros y trabajadores rurales que estén en contacto directo con las aves o manipulen pollinaza, así como turistas que tienen contacto con cuevas, actualmente se incluyen personas que trabajan en remoción de tierra, limpieza o demolición de viejas construcciones y tala de árboles; teniendo como factor común la perturbación de los microfocos (formados por aerosoles) (Kaufman, 2007; Muñoz *et al.*, 2010) siendo favorecida la dispersión de las esporas conocidas como macroconidios (Figura 1) los cuales son esféricos de 8 a 14 μm de diámetro presentando proyecciones digitiformes (Figura 2) con forma oval, de 1-4 por 2-6 μm de diámetro, que pueden estar unidos a los conidióforos (Sánchez, 2009) además de pequeños fragmentos de hifas que aprovechan las corrientes de aire, donde una vez inhalados estos cuerpos permiten establecer la enfermedad (Kaufman, 2007; Muñoz *et al.*, 2010), puesto que, se ha comprobado experimentalmente que de uno a diez conidios pueden infectar a un ratón (Torres *et al.*, 2000), y actualmente la enfermedad es reconocida como ocupacional (Acha y Szyfres, 2001; Fernández *et al.*, 2010).

H. capsulatum es un hongo dimórfico, con una fase parasitaria que consiste en células de levadura (fase-Y), y una fase micelial sapróbica (fase-M). En cultivo, la transición de una fase a la otra puede revertirse por medio de regulación de la temperatura de incubación entre 25°C (micelio) y 37°C (levadura). Los micelios son encontrados en el suelo y nunca en tejidos infectados, en contraste a la Y-fase, la cual solo se presenta en pacientes (Maresca y Kobayashi, 1989). La mayoría de pacientes afectados tienen un curso asintomático debido a su respuesta inmunológica, y otros son sintomáticos debido a que su respuesta inmunológica es

de tipo fungistático más no fungicida; la fase-Y intracelular del *H. capsulatum* aprovecha las células epiteliales pulmonares esperando que el hospedero se vea inmunocomprometido por otras enfermedades tales como VIH, cáncer, alcoholismo crónico y fármacos inmunosupresores, para una reactivación endógena de la infección (Sánchez, 2009).

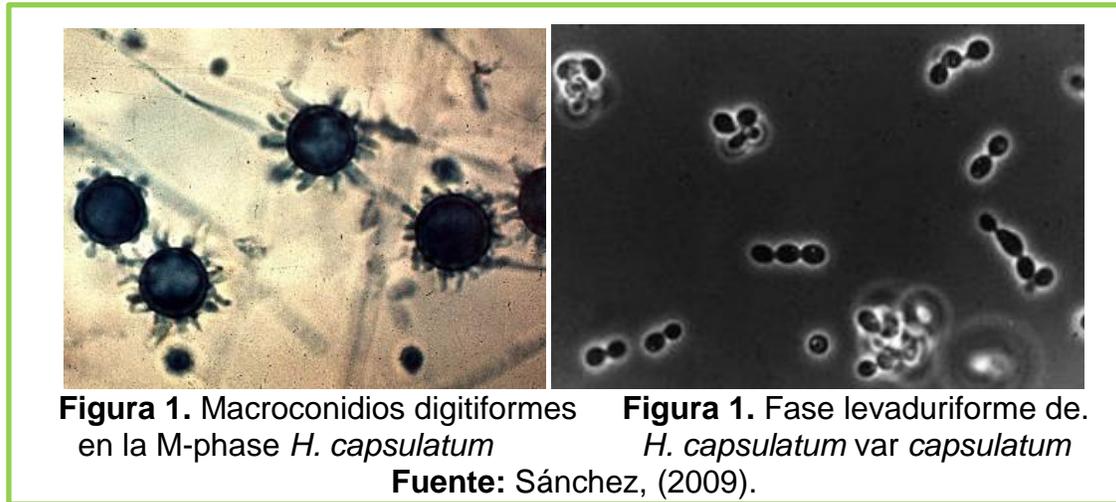


Figura 1. Macroconidios digitiformes en la M-phase *H. capsulatum*

Figura 1. Fase levaduriforme de *H. capsulatum* var *capsulatum*

Fuente: Sánchez, (2009).

ETIOLOGÍA

El dimorfismo de *H. capsulatum* se considera factor de virulencia (Acha y Szyfres, 2001; Sánchez, 2009; Muñoz *et al.*, 2010) que favorece su adaptación, supervivencia y colonización en el animal; este microorganismo vive en el suelo (Ameni, 2006) y su clasificación taxonómica está en la Tabla 1; el microorganismo presenta tres variedades: var. *Capsulatum*, ureasa⁺, var. *Farcimosium*, de lento crecimiento y var. *Duboisii*, ureasa⁻.

Los microorganismos que han sido aislados del suelo y aquellos implicados en la infección humana se reproducen exitosamente, pero existe un bajo polimorfismo genético (Cáceres *et al.*, 2012). Las tres variedades del *H. capsulatum* tienen una amplia distribución geográfica y poseen un alto potencial patogénico para humanos y animales (Torres *et al.*, 2000), encontrándose que la variedad *capsulatum* es endémico en América y algunos países de África, Asia y Europa (Acha y Szyfres, 2001; Kaufman, 2007; Sánchez, 2009), mientras que la variedad *farcimosium* (HCF) ha sido reportada en África, Asia y Europa, y produce en

equinos, mulares, asnales, camélidos y vacunos, la enfermedad conocida como linfangitis epizoótica, donde las esporas del hongo son transportadas por los animales infectados, contaminados por contacto directo con fómites y suelo (Acha y Szyfres, 2001; Kaufman, 2007). La entrada del agente puede darse a través de las heridas que ocasionan las infestaciones de garrapatas como vectores mecánicos, se ha confirmado que la contaminación de humanos y caninos posiblemente por compartir el espacio con caballos que fueron infectados con HCF (Ameni, 2006; Ueda *et al.*, 2003).

Tabla 1. Clasificación taxonómica del *H. capsulatum*

Reino	<i>Fungi</i>	
Subreino	<i>Dikaryomycota</i>	
Filo	<i>Ascomicota</i>	
División	<i>Ascomycota</i>	
Clase	<i>Eurotiomycetes</i>	
Orden	<i>Onygenales</i>	
Familia	<i>Onygenaceae</i>	
Estado	Teleomorfo	Anamorfo
Género	<i>Emmonsella Ajellomyces</i>	<i>Histoplasma</i>
Especies	<i>Capsulata</i> (estadio reproductivo sexual)	<i>Capsulatum</i> (estadio reproductivo asexual)

La fase-M, es de tipo saprófita, filamentosa de carácter geofílico, puesto que vive en diferentes tipos de suelos preferencialmente los ácidos con concentraciones elevadas de Ca⁺⁺ (155.7-280.9 miliequivalentes (mEq)/100g) y moderadas de Mg⁺⁺ (32.9-88.6 mEq/100g) siendo un hongo termo-nutricional porque sólo en ambientes tropicales y subtropicales prospera. Prefiere espacios de recintos cerrados como cuevas, grutas, minas y edificios desalojados (Sánchez, 2009), debido a que son sitios oscuros con temperaturas entre 25 y 32.2°C (Ulloa *et al.*, 2006), sus procesos de esporulación se ven favorecidos por la presencia de oxígeno y materia orgánica (0.62-78.1%), también se considera zoofílico porque afecta y depende de un sinnúmero de animales (López, 2005), en ambientes muy

húmedos con más de 40°C se disminuye su desarrollo entre 75.2 a 100% (Ameni, 2006 y Cáceres *et al.*, 2012).

Estudios realizados en cuevas de México, donde conviven diversas especies de murciélagos, determinaron que éstos microambientes cumplen con todos los parámetros que requiere *H. capsulatum* para su desarrollo (Ulloa *et al.*, 2006), también, los espacios abiertos se consideran óptimos para la subsistencia de la fase micelial, debido a que pueden estar contaminados con guano de murciélagos, gallinas, palomas u otras aves, lo cual contribuye a su diseminación (López, 2006; Sánchez, 2009), pero en los últimos años esta condición ha sido reevaluada, puesto que un estudio realizado en 2001 a un grupo de 250 estudiantes norteamericanos que visitaron un hotel en remodelación en México (Acapulco), resultaron todos con cuadros clínicos compatibles con histoplasmosis, de los cuales 60% de ellos fueron positivos, informándose al centro de control de enfermedades (CDC, Atlanta EEUU) (UNAM, 2013) concluyendo que la infección se adquirió en sitios diferentes que no tenían acumulación de guano de murciélagos ni aves (López, 2005; Sánchez., 2009).

Cabe resaltar que en la superficie del suelo y los primeros 20 cm de profundidad donde se encuentra material vegetal y residuos de animales se hallan microorganismos como: actinobacterias y hongos como el *H. capsulatum* (Garrido y Alvarado, 2010), los cuales son activados por la descomposición de la materia orgánica, siendo su fuente directa de nutrientes (Brömel y Sykes, 2005; Ulloa *et al.*, 2006).

HOSPEDEROS DE *H. capsulatum*

Las especies en las cuales este hongo puede completar su ciclo biológico son principalmente: paloma (*Columba livia*) y murciélagos (orden: *Chiroptera*). La paloma (*Columba livia*) se encuentran desde el nivel del mar hasta los 5000 msnm, en zonas templadas y tropicales, es una especie invasora en áreas urbanas y suburbanas (se observan en plazas, edificios y parques) debido en primer lugar a la destrucción sistemática de su hábitat, y en segundo, su

capacidad de vuelo que favorece su migración (Lack, 2003; Gómez *et al.*, 2005; Gottdenker *et al.*, 2008). Su excremento contiene compuestos químicos como nitratos, sulfatos, sulfitos e hidrógenos de carbono, que sirven como medio de cultivo para el desarrollo y transmisión de diferentes agentes patógenos como protozoarios, hongos, bacterias, clamidias y virus, además sus nidos alojan piojos, hongos y bacterias (Dickx *et al.*, 2010). Actualmente en pocos países de Europa y América consideran a la paloma como una plaga, por su impacto sobre la salud pública, donde se desarrollan programas para el control de su materia fecal, en Colombia aún no se estima dicho riesgo, porque esta ave se encuentra sin ningún control, en zonas urbanas, semiurbanas y rurales, e incluso en las islas del Caribe.

El murciélago (*Chiroptera*) debido a su etiología, tiene predilección por sitios oscuros como: cuevas, grietas de rocas, minas abandonas, oquedades de troncos, espacios entre las ramas de árboles y palmeras, alcantarillas, sótanos, paredes o techos de casas o edificios antiguos, entre otros (Teniente, 2008).

Taylor *et al.*, (2005) afirmaron que la frecuencia de infección para un murciélago, está altamente correlacionada con la distancia que existe entre el suelo y el techo de la cueva, por lo cual, entre menor distancia de separación tengan estos dos elementos hay mayor probabilidad de infección para el murciélago, además su incidencia es directamente proporcional al tamaño de la colonia. Los murciélagos infectados con *H. capsulatum* desarrollan una relación comensal, adquiriéndolo por inhalación de los propágulos presentes en el ambiente (Canteros *et al.*, 2005; Ulloa *et al.*, 2006), donde posteriormente se evidenció un aislamiento del agente en el contenido intestinal de los murciélagos infectados, lo cual sugiere, que es a través de las heces como se elimina el hongo al ambiente. Actualmente, existen 38 especies de murciélagos en distintos países responsables de la diseminación de esta enfermedad, entre ellos *Molossus molossus*, *Tadarida brasiliensis*, insectívoros como *Myotis californicus*, *Pteronotus parnelli*, así como de nectívoros y polinívoros como *Glossophaga soricina* (Ulloa *et al.*, 2006) pero el número de especies de murciélagos que diseminan el microorganismo se ha incrementado, relacionándolo con las migraciones locales y largas distancias que recorren,

contribuyendo a la dispersión de las cepas del hongo (Sánchez, 2009; Cáceres *et al.*, 2012).

Los humanos se han visto afectados por brotes en zonas urbanas, debido al uso de fertilizantes elaborados con guano de murciélagos y heces de aves, así como la invasión de estos animales en construcciones antiguas, implicando una estrecha asociación entre humanos inmunológicamente comprometidos (Acha y Szyfres, 2001), con la infección, lo que permite aumentar las probabilidades de contaminarse con otros hongos como *criptococcus* y *candidas*, para que finalmente adquieran la histoplasmosis, no es necesario tener presencia de los microfocos, pero tan solo algunos minutos de exposición, basta para que el humano se infecte, como en el caso que le sucedió en un grupo de estudiantes en México, quienes estuvieron alrededor de una hora en las afueras de una cueva y todos resultaron seriamente afectados (Fernández *et al.*, 2010).

FISIOPATOLOGÍA EN HUMANOS

La histoplasmosis pulmonar primaria es la forma de presentación más común en personas inmunocompetentes (Sánchez, 2009), algunos pacientes que habitan en áreas endémicas, son asintomáticos, debido a que su sistema inmune está íntegro para combatir la infección, por lo tanto no requieren tratamiento (Cáceres *et al.*, 2012). En la histoplasmosis pulmonar aguda, la persona tiene fiebre intermitente, tos, cefalea, dolores musculares y en tórax (Sánchez, 2009). No se observan en la mayoría de pacientes alteraciones torácicas cuando se hacen prueba radiológicas, pero en algunos casos se logra visualizar pequeños infiltrados, con un aumento en el volumen de ganglios linfáticos hiliares y mediastínicos (Acha y Szyfres, 2001). En las pruebas hemáticas, se aprecia cierto grado de anemia y moderada leucopenia, aunque en otros casos, se observa leucocitosis, en los cuales se requieren tratamiento (Tobón, 2012).

La histoplasmosis pulmonar cavitaria, que es grave, afecta principalmente a personas mayores de 40 años, en casos preexistentes de otras enfermedades pulmonares, teniendo una sintomatología similar a la tuberculosis (Acha y Szyfres,

2001), además existe tos severa, expectoraciones abundantes, fiebre alta e intermitente (Sánchez, 2009), fibrosis progresiva con formación de cavidades en los lóbulos superiores, presentándose hemoptisis (Tobón, 2012). El proceso de la enfermedad, puede durar meses o años, y en algunos casos, la curación es espontánea (Acha y Szyfres, 2001); finalmente la histoplasmosis diseminada progresiva, es la presentación más común en personas inmunocomprometidas, enmarcada en un crecimiento incontrolado del hongo en diversos órganos (Cáceres *et al.*, 2012), debido a las fallas en los mecanismos defensivos del hospedero, se ha observado que más del 90% de los casos reportados son atribuidos al virus de la inmunodeficiencia humana (VIH), además, algunas veces no se evidencian alteraciones radiográficas del tórax, y los pocos casos en que sí, se observan infiltrados intersticiales o de tipo extensivo miliar, teniendo manifestaciones de la enfermedad en formas aguda, subaguda y crónica (Tobón, 2012; Sánchez, 2009).

En el ambiente *H. capsulatum* existe como un moho, contenido en el polvo principalmente de áreas contaminadas con guano o heces, la inhalación de los conidios es la primera vía de infección para el hombre, antes de 1970 se consideraba que las únicas rutas de entradas eran digestiva y cutánea. Una vez ha ingresado el microorganismo, se pone a prueba la primera línea de respuesta, que es el tejido linfoide asociado a la mucosa del sistema respiratorio superior (Acha y Szyfres, 2001), una vez superada esta defensa, el hongo logra establecerse en el tracto respiratorio inferior con la subsecuente infección pulmonar (Cáceres *et al.*, 2012), generando un daño acentuado en alvéolos y bronquiolos, con posterior deterioro progresivo de la función pulmonar, donde se presenta la transición dimórfica al morfotipo fase-Y (levadura), durante las primeras horas de interacción con el parénquima pulmonar (Figura 3) (Garrido y Alvarado, 2010; Cáceres *et al.*, 2012; Sahaza *et al.*, 2014).

La respuesta inmune respiratoria contra hongos desarrollada por el hospedero es de tipo fungistático y no fungicida, primero, la inmunidad innata da el reconocimiento por parte de las células epiteliales, mediante la unión de

inmunoglobulinas con la adhesina (proteína producida por el hongo para adherirse efectivamente al hospedero) Hsp 60, la cual es una proteína perteneciente a la familia de las Chaperoninas, cuya función principal es ayudar al plegamiento de otras proteínas recién sintetizadas (Sahaza *et al.*, 2014), el hongo seguidamente enfrenta las defensinas (péptidos con función biosida natural contra bacterias, hongos y virus) como las proteínas surfactantes tipo A y D, producidas por los neumocitos tipo II, las cuales fomentan un aumento en la permeabilidad de la pared celular de la fase-Y (levadura), con el objetivo de disminuir así el crecimiento e internalización de la carga fúngica a los macrófagos (Arango *et al.*, 1990); segundo, la inmunidad adquirida involucra la activación de células T y sus subpoblaciones como CD4⁺ (linfocito T colaborador), Th1 (linfocito T colaborador que se ha diferenciado en efector, y activa macrófagos mediante la producción de interferón Gamma), Th17 (linfocito T colaborador que se ha diferenciado en efector, y segrega interleucinas 17 y 22, que son los principales medidores de algunas reacciones alérgicas) y CD8⁺ (linfocito T citotóxico), quienes a su vez producen citoquinas como el interferón Gamma (IFN- γ), factor de necrosis tumoral Alfa (TNF- α), interleucina 1b (IL1b) e interleucina 17 (IL17), estas 2 últimas promueven la migración de linfocitos implicados en el proceso y presentación de antígenos (Ag) a las células T (linfocitos T), asesinas naturales (NK) y linfocitos citotóxicos (CD8⁺), con la resultante quimiotaxis de macrófagos y neutrófilos para reforzar el proceso de fagocitosis y activación de gránulos que fomentan explosiones oxidativas principalmente en los espacios alveolares.

La interacción hongo-macrófago está dada por la subfamilia de integrina b2, que es una glicoproteína que participa en la unión de las células con otras células, y está ampliamente distribuida en la superficie de neutrófilos, macrófagos alveolares y monocitos, siendo los macrófagos las células de predilección para éste hongo, porque en su superficie existe un enriquecimiento de glicoproteínas con residuos D-b-galactosyl (radical glicosil de la galactosa), los cuales son reconocidos por diversos tipos de lectinas de la fase-Y (levadura), la cual con prontitud se une a estos residuos galactosados (Sahaza *et al.*, 2014), y así permitir la internalización del hongo (Duarte *et al.*, 2003).

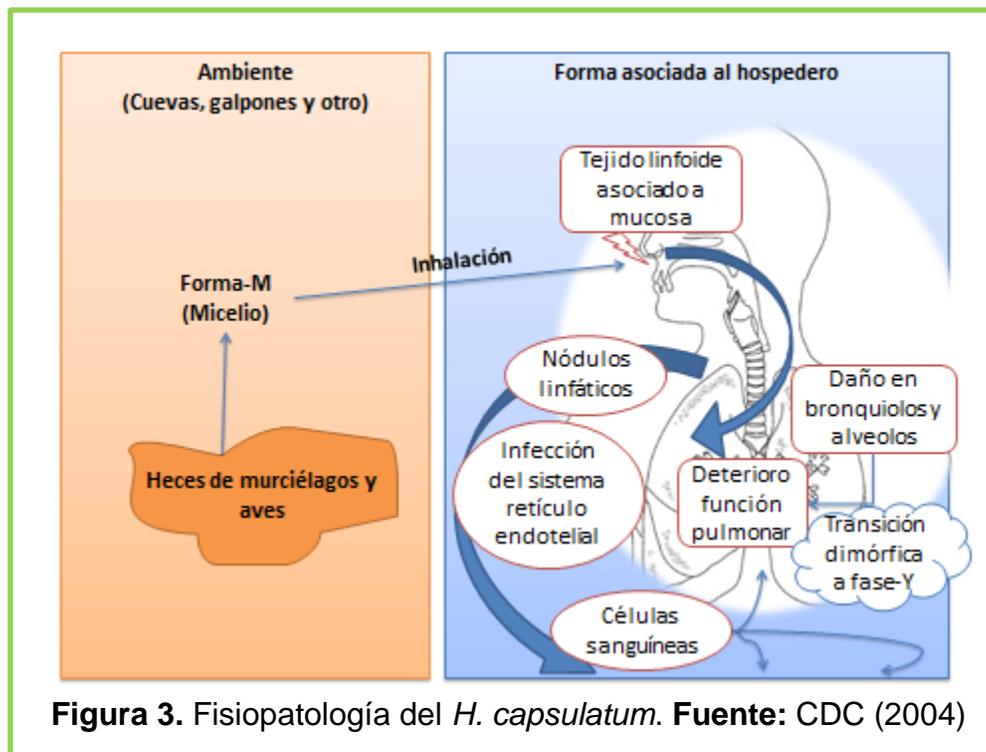


Figura 3. Fisiopatología del *H. capsulatum*. **Fuente:** CDC (2004)

Una vez internalizado, en el fagolisosoma se ejecuta la inmunoxidación a través de metabolitos oxidativos como peróxido de hidrogeno (H_2O_2), llegando a producir una oxidación celular, con propiedades antifúngicas (Arias y Barrientos, 2002); pero la fase-Y (levadura) genera mecanismos de resistencia por medio de especies reactivas de oxígeno (ERO) donde degradan con enzimas el H_2O_2 (Arias y Barrientos, 2002; Brömel y Sykes, 2005; Sánchez, 2009), además el hongo manipula el pH de éste ambiente por medio de su bomba de protones, impidiendo que descienda a menos de 6.0, evitando así la activación de proteasas y demás enzimas hidrolíticas (Sánchez, 2009), posteriormente se inicia la síntesis y liberación de sideróforos del ácido hidroxámico por parte del hongo, para ayudar a atrapar el Fe^{++} proveniente de la transferrina, utilizándolo como cofactor para varias metaloenzimas como ribonucleótido reductasa y succinato deshidrogenasa, las cuales participan en la actividad redox ya mencionada (Sahaza *et al.*, 2014).

Otro factor de virulencia es el secuestro de Ca^{++} intracelular, ejecutada por la proteína ligadora de calcio CBP1, en su fase-Y (levadura); y su último factor de virulencia, es la mutación (ausencia) del patrón molecular asociado a patógenos (PAMP) α 1-3 glucano (polisacárido constituyente de la pared celular de hongos

patógenos respiratorios), evadiendo y pasando inadvertido frente a la inmunidad hospedera, considerándolo como el mejor mecanismo para aguardar en las células epiteliales, puesto que se ha comprobado que la cepa tradicional rugosa (R) (con α 1-3 glucano) prospera en cultivos sólidos, generando colonias rugosas que destruyen el fagocito, mientras que la forma mutante denominada cepa lisa (S) prospera en cultivos líquidos generando colonias lisas, que persisten dentro del macrófago al menos por tres meses sin llegar a afectarlo (López , 2013).

La fagocitosis del hongo por parte de los macrófagos, no es garantía de su destrucción, por el contrario sirve de vehículo para viajar en un término de 14 a 21 días después de la primera infección, a todo el sistema retículo endotelial (SER), además permite la gemación constante dentro del fagolisosoma (Acha y Szyfres, 2001; Garrido y Alvarado, 2010), y así el hongo puede pasar al citoplasma de células adyacentes, siguiendo su multiplicación deliberadamente (Figura 3).

Las citoquinas pro-inflamatorias generan como resultado final una respuesta inflamatoria-granulomatosa compartida con focos de caseificación y necrosis, formando calcificaciones llamadas histoplasmonas que son la lesión definitiva, estas miden cerca de 2 a 3 mm con una cápsula de 1 mm de espesor, los órganos afectados son los ganglios linfáticos y pulmón, posteriormente por diseminación hematogena invaden al hígado, bazo y tejido mucocutáneo (Figura 3); éstas histoplasmonas no dejan de crecer porque persisten los antígenos (Ag) del granuloma, con un asentamiento constante de colágeno y fibrosis, aumentando su espesor hasta erosionar el órgano implicado (Cáceres *et al.*, 2012).

FISIOPATOLOGÍA EN ANIMALES

El papel de los animales domésticos y silvestres, en la epidemiología es similar a la del hombre, son hospederos accidentales de *H. capsulatum*, a pesar de ser altamente susceptibles a la infección sistémica natural no participan en el mantenimiento o en la transmisión de la enfermedad. Se han realizado constantes aislamientos del hongo en diversos órganos de ratas, ratones, roedores silvestres (*Proechimys guyanensis*), perezosos, hurones y zorrillos (Acha y Szyfres, 2001),

pero pocos son los resultados obtenidos al intentar infectar animales de manera experimental, por lo tanto, se cree que el punto crítico no son los animales sino el sitio de sus deposiciones (Ameni, 2006).

En équidos y vacunos la incidencia de la enfermedad es directamente proporcional a la densidad poblacional, el hongo toma varias formas dependiendo de su vía de entrada por: 1) Tegumentosa, se presenta por disposición de lesiones de piel ocasionadas por picaduras de garrapatas, que entran en contacto con secreciones contaminadas con esporas, con lo cual se puede apreciar lesiones nodulares, pustulosas y ulcerosas que producen dolor; 2) Conjuntiva, siendo los vectores moscas del género *Musca* o *Stomoxys*, demostrado por Gabal y Hennager, (1983) quienes aislaron el microorganismo del tracto gastro-intestinal de éstas moscas; 3) Pulmonar, es poco frecuente y sólo ocurre por inhalación del hongo (Ameni, 2006); sea cual sea su forma de presentación, por lo general se aprecia, pérdida progresiva de la condición corporal y poco apetito.

En caninos y felinos, hay cuatro formas de presentación de la enfermedad: 1) Clínica, 2) Subclínica (Brömel y Sykes, 2005), 3) Respiratoria primaria (Acha y Szyfres, 2001) o granulomatosa pulmonar (histoplasmosis pulmonar aguda), en la que los animales enfermos tienen tos, fiebre y anorexia (Brömel y Sykes, 2005); y 4) Histoplasmosis diseminada progresiva (HDP), se manifiesta en perros jóvenes y gatos (menores de 1 año de edad) con infección previa del virus de la leucemia viral felina (FeLV) (Acha y Szyfres, 2001), y sus signos clínicos son debilidad, letargia, emaciación, fiebre, taquipnea, sibilancias, tos crónica acompañada de linfadenopatías hiliares generando obstrucciones parciales en los bronquios principales, ocasionando disnea, estornudos, jadeo, lesiones oculares, cojera en uno o más de sus miembros por artralgias, así como también hinchazones en sus miembros por artralgias e inflamaciones, evidenciando procesos de osteomielitis con reacciones endósteas, mucosas ictericas, vómito, dolor abdominal, diarreas con hematoquecia o melena, engrosamiento y ulceración de nódulos cutáneos. Cuando se hacen radiográficas de tórax, las lesiones son escasas, siendo difusas e infiltrándose en alveolos por medio de procesos neurológicos como los

nistagmos verticales (Brömel y Sykes, 2005), en el cuadro hemático se puede observar una anemia leve no regenerativa de carácter normocrómico-normocítico, mientras los cambios leucocitarios dependen del curso de la enfermedad, siendo más común la leucopenia que la leucocitosis (neutrofilia) y trombocitopenia tal vez por un aumento en el consumo o secuestro de plaquetas (Jubb *et al.*, 1991).

DIAGNÓSTICO

Para el diagnóstico de esta enfermedad se utilizan los siguientes mecanismos: intradermorreacción cultivos microbiológicos, métodos colorimétricos, pruebas serológicas y moleculares.

La intradermorreacción es un método para establecer con certeza la situación epidemiológica, además de evaluar la existencia de una inmuno-competencia, para lo cual se emplea el antígeno (Ag) micelial histoplasmina al 1%, inoculando al paciente 0,05 ml en la región antebraquial anterior, leyendo el resultado a las 48 horas después (Torres *et al.*, 2000). La prueba ofrece la ventaja de tener una sensibilidad independiente al cuadro de infección, como desventajas cabe resaltar que la sensibilidad se establece a partir de 1 a 2 meses después de la primoinfección (Sánchez, 2009), no discrimina una infección reciente de una antigua y se presentan reacciones cruzadas con la coccidioidina y blastomicina (Torres *et al.*, 2000; Acha y Szyfres, 2001).

Los cultivos microbiológicos son la principal prueba de diagnóstico de histoplasmosis, como material biológico se puede hacer en sangre, pulmón, médula ósea, orina (Acha y Szyfres, 2001), lesiones de piel, esputo (Arango *et al.*, 2011), muestras de hígado, líquido pleural y líquido cefalorraquídeo (LCR) (Brömel y Sykes, 2005), tiene la desventaja de requerir condiciones especiales y personal capacitado en la manipulación del hongo (Muñoz *et al.*, 2010), puesto que en una muestra contaminada no se diferencia cuando existe infección o es una colonización, siendo muy variables los valores de sensibilidad, además, se necesita mínimo 21 días para la fase-M (micelio) y 5 días para fase-Y (levadura), siendo ocho semanas, el plazo de lectura del cultivo para obtener resultados

(Sánchez, 2009), el cultivo debe complementarse utilizando azul de lactofenol para el estudio microscópico de las características tuberculadas de las macroconidias e hifas septadas e hialinas (Zerpa *et al.*, 2011).

Las pruebas colorimétricas son directas, se realizan con biopsias de: hígado, úlceras orofaríngeas, bazo, pulmón, ganglios linfáticos (Zerpa *et al.*, 2011), glándulas suprarrenales, médula ósea, extendidos de sangre periférica, muestras con aguja fina de lesiones cutáneas y mucosas (Tkach *et al.*, 2012), mediante el empleo de coloraciones especiales (Muñoz *et al.*, 2010), como el plata metenamina de Grocott (Acha y Szyfres, 2001) donde se pueden evidenciar la fase-Y (levadura) intracelular pequeña de color marrón en el citoplasma de los macrófagos y demás células fagocíticas como los polimorfonucleares (PMN) o histiocitos (Muñoz *et al.*, 2010; Zerpa *et al.*, 2011). Las levaduras se observan libremente en los exudados piogranulomatosos, empleando coloraciones hematológicas (Muñoz *et al.*, 2010) como la de Wright o Giemsa, y pueden confundirse con: *Candida glabrata*, *Penicillium marneffeii*, *Pneumocystis jirovecii* antes conocido como *Pneumocystis carinii*, *Cryptococcus neoformans* y *Blastomyces dermatitidis* y *Leishmania spp* (Sánchez, 2009). La sensibilidad depende directamente de la forma clínica al momento de la toma de la muestra y la habilidad del observador (Restrepo *et al.*, 2003; Muñoz *et al.*, 2010).

Las pruebas serológicas tienen la desventaja de diagnosticar la enfermedad hasta la cuarta semana pos-infección, tiempo en el cual se producen los anticuerpos (Ac), siendo su sensibilidad dependiente del cuadro clínico de la enfermedad. Las pruebas más usadas son la inmunodifusión (ID) y la fijación del complemento (FC) (Sánchez, 2009). En la ID en gel agar, se observan 2 tipos de bandas gracias a la presencia de Ac específicos contra los antígenos (Ag) H y M, estos Ag son dos glicoproteínas obtenidos en los cultivos de fase-M (micelio) o fase-Y (levadura); el Ag H es similar a la β -glucosidasa y cuando se detecta indica que la histoplasmosis está en pleno curso, el inconveniente es que se puede detectar en el 10% de los casos, mientras que el Ag M, es similar a una catalasa, y se observa en un 80% de las muestras, pero no determina si la histoplasmosis está activa,

puesto que los Ac formados contra este Ag perduran hasta por 6 años, así el patógeno haya sido eliminado (Ulloa *et al.*, 2006), siendo menos sensible que la fijación del complemento (FC) para humanos y animales (Brömel y Sykes, 2005), pero es más específica que esta misma sin importar la forma clínica por la que se esté cursando. La FC tiene como objetivo la identificación de Ac fijadores de complemento específicos contra el hongo presente en el suero o LCR, observándose que en el Ag histoplasmina para el análisis, los resultados de títulos de Ac entre 1:8 a 1:16, se consideran sugestivos de un posible contacto, mientras que títulos mayores a 1:32 indican una histoplasmosis activa (Muñoz *et al.*, 2010).

En las pruebas moleculares se utiliza la reacción en cadena polimerasa (PCR) anidada, desarrollada Bialek *et al.*, (2001) que tiene por objetivo detectar el DNA del *H. capsulatum* para lo cual se emplea de un gen llamado Hc100 que busca, detecta y amplifica un gen codificador de la proteína 100 KDa única y específica para el hongo, cuenta con una sensibilidad y especificidad del 95 y 100% respectivamente, mientras que para la PCR en tiempo real es de 77 y 100% respectivamente (Muñoz *et al.*, 2010); su gran ventaja es que no revela resultados de reacciones cruzadas con otros agentes fúngicos ni bacterianos (Brömel y Sykes, 2005). Otros beneficios del uso de PCR es la posibilidad de establecer nuevas zonas endémicas y así ampliar los estudios epidemiológicos, también detecta el hongo en muestras fijadas en parafina, y en heces de aves y murciélagos, sin necesidad de que la muestra presente una cantidad considerable de carga fúngica para llegar a ser encontrada (Muñoz *et al.*, 2010).

Para la detección de Ag, se utiliza: sangre, líquido alveolar, LCR y orina (Sánchez, 2009), siendo útil en los casos de histoplasmosis difusa progresiva, porque tiene alto grado de sensibilidad, teniendo en cuenta que la aclaración del Ag en orina es más lenta que en el suero (Garrido y Alvarado, 2010).

La prueba de ELISA que es un ensayo de inmunoabsorción ligado a enzimas, tiene varias ventajas, entre ellas la detección del Ag de tipo polisacárido de manera temprana y rápida sin importar baja concentración de Ac, establecimiento de un margen epidemiológico y la evolución al tratamiento (Muñoz *et al.*, 2010;

Cáceres *et al.*, 2014). Las desventajas se deben a una reacción cruzada entre blastomycosis, paracoccidiodomycosis y peniciliosis, también el uso de antifúngicos enmascara la presencia de concentración de Ag debido a que se promueve una baja carga fúngica (Muñoz *et al.*, 2010); y este tipo de pruebas aún no han sido aplicadas en pacientes caninos ni felinos (Brömel y Sykes, 2005).

EPIDEMIOLOGÍA DE LA HISTOPLASMOSIS

La histoplasmosis es señalada como un problema de salud pública (Gómez, 2011), debido a que la población afectada en su mayoría son pacientes VIH+, quienes tienen un acceso limitado a los servicios de salud, y las herramientas diagnósticas que se emplean en mayor grado arrojan resultados tardíos, alcanzando una mortalidad del 12 a 48% (Cáceres *et al.*, 2012). Por otro lado, la mayoría de países reportan escasos datos clínicos y epidemiológicos sin ninguna coherencia, a pesar del número elevado de pacientes con histoplasmosis en regiones endémicas y no endémicas; esto indica que las medidas de prevención, control y tratamiento presentan grandes dificultades para implementarse en dichos lugares (Gómez, 2011).

En la actualidad existe un sistema de vigilancia llamado Geo-Sentinel a nivel mundial, que incorpora diferentes clínicas y hospitales cuyo objetivo es hacer el seguimiento epidemiológico de los casos de micosis que afectan a los viajeros; esto ha permitido concluir que entre los años 1998 a 2002, la histoplasmosis fue la micosis que más afectó a turistas alcanzando un 70% de los casos, seguido por la coccidiodomycosis, en viajeros que provenían de Norteamérica, Centroamérica y Suramérica, lo cual se relacionó con el ecoturismo (visita a cuevas) en los países Centro y Sur América, por lo cual la histoplasmosis ahora está registrada y señalada en el "Health information for international travel yellow book" con una serie de recomendaciones para evitar la infección, además de referenciar las áreas altamente endémicas (Sánchez, 2009).

Situación mundial

La histoplasmosis está distribuida en todo el mundo, aunque es más frecuente su presentación en el continente americano porque posee que en otros posee zonas endémicas de tal forma, que toda su población podría contraer la infección, mientras que en el continente Europeo y Asiático los casos en humanos son escasos (Acha y Szyfres, 2001; Sánchez, 2009). En México, el inicio de la histoplasmosis difusa progresiva fue considerada como una entidad rara, cambiando este panorama a partir de 1980, por el aumento de casos de individuos con inmunosupresión de diversos orígenes y afectados por ésta patología, lo que obligó a los sistemas de salud mexicanos a incluirla en el registro oficial de enfermedades infecciosas y vigilar la micosis, la incidencia de la enfermedad se incrementó entre los años 1991-1995, actualmente en el país no se tiene una visión clara de su vigilancia y control (Corcho, 2013).

En la década de 1990 en EEUU, la histoplasmosis fue la infección micótica sistémica de mayor recurrencia en pacientes con VIH⁺ en lugares endémicos como: Valle de los ríos Ohio, Missouri y Mississippi, y su incidencia alcanzó 2 y 26.7% (Sánchez, 2009; Acha y Szyfres, 2001; Cáceres *et al.*, 2012), desarrollando el estadio de la enfermedad en su forma difusa progresiva, estimando que el 80% de la población (30 millones de personas) de estos lugares han tenido contacto alguna vez con el *H. capsulatum* (Acha y Szyfres, 2001; Sánchez, 2009). En los últimos años, las condiciones de trabajo en las empresas avícolas de EEUU han cambiado poco, a pesar de que se han informado sobre el alto riesgo que implica la ejecución de estas tareas, pues la mayoría de los galpones constan de suelos donde su base es la tierra siendo una condición que favorece mucho más la estancia del hongo en el suelo porque aumenta sus procesos de esporulación, que aunado a los sistemas de ventilación de dichas infraestructuras, se incrementa la diseminación del hongo, porque se volatilizan las esporas a grandes distancias (Construction Safety Council, 2012).

En Brasil, el hongo se presenta en la piel de pacientes con VIH⁺ en comparación con EEUU, también, existen casos de la enfermedad en la forma en que afecta el

tracto gastrointestinal (TGI) alcanzando una prevalencia del 10%, los pacientes presentan dolor abdominal, diarrea, fiebre, obstrucción y ruptura de intestino delgado o el colon (Garrido y Alvarado, 2010); esto puede sugerir diferencias genéticas del hongo entre regiones, reflejada en la patogenia (dermatotropismo) con lesiones muco-cutáneas alcanzando el 44% (Gómez, 2011). En Venezuela, en estudios retrospectivos efectuados entre los años 2000 a 2005, de una muestra de 158 casos de histoplasmosis el 34% eran portadores de VIH⁺, 13% otras enfermedades malignas, 12% tenían contacto con aves de corral, 10% eran menos de 2 años de edad y un 7% mayores de 65 años. En Guyana Francesa, estudios del mismo tipo identificaron pacientes con VIH⁺ que presentan infecciones concomitantes con histoplasmosis (frecuencia de 15.4 por cada 1000 pacientes/año), seguido de la candidiasis esofágica, toxoplasmosis cerebral y por último la tuberculosis (Gómez, 2011).

Las regiones de la Pampa, Río de la Plata y Buenos Aires en Argentina, son consideradas zonas endémicas, la incidencia alcanza un 22,4 a 53,6% en pacientes inmuno-competentes, y con VIH⁺ 6% a 7% (Sánchez, 2009), sin embargo igual que en la mayoría de países los procesos para identificación del hongo demandan altos costos por su complejidad (Toranzo *et al.*, 2009).

En Cuba 1965, se reportaron los primeros brotes epidémicos de histoplasmosis, donde es considerada la micosis sistémica y oportunista más frecuente de ese país, esta enfermedad se observó en trabajadores y empleadores de cuevas y minas, quienes realizaban actividades que alteran el suelo con excavaciones o sitios de refugio para murciélagos y aves, trabajos ejercidos sin protección en vías respiratorias, por lo que se consideró la histoplasmosis como una enfermedad de tipo profesional, con declaración obligatoria ante las autoridades sanitarias (Fernández *et al.*, 2010; Gómez, 2011).

Situación en Colombia

La histoplasmosis tiene una elevada frecuencia de presentación en Colombia, pero su incidencia real e impacto en la salud pública es desconocida; no existen

en la actualidad políticas de control, porque no se considera una enfermedad de declaración obligatoria, siendo así que las cifras de incidencia son difíciles de calcular, aunque tratando de llegar a una aproximación de la epidemiología, se diseñó la encuesta nacional para la vigilancia de la histoplasmosis, con la finalidad de recopilar los datos existentes entre 1992 a 1997 y otra encuesta realizada entre 2005 a 2008, con información de pacientes diagnosticados clínicamente con histoplasmosis, en 20 departamentos del país (Figura 4).

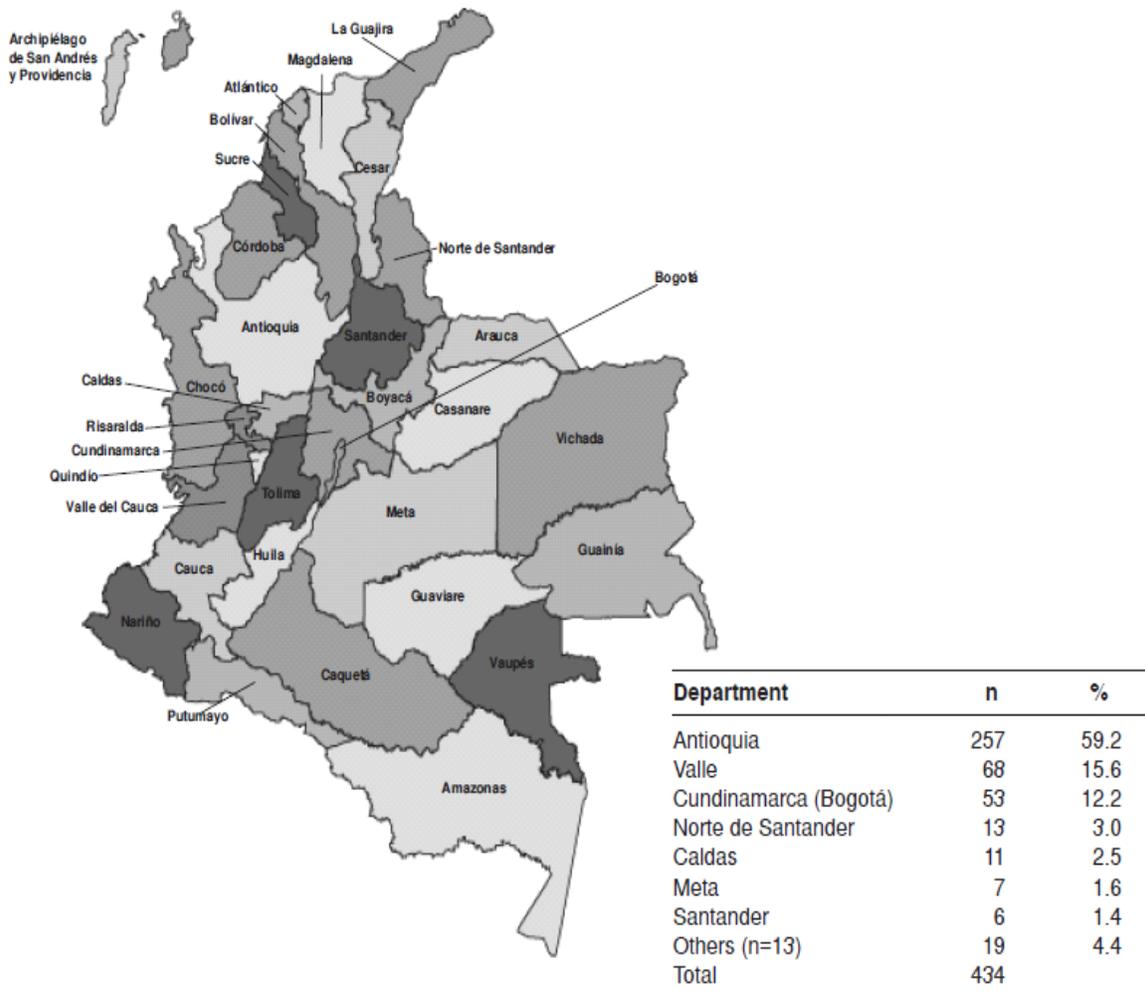


Figura 3. Histoplasmosis en Colombia. **Fuente.** Arango *et al.*, (2011)

El 87% de los reportes provenían de los principales departamentos: Valle, Antioquia y Cundinamarca, en el último periodo del estudio (2005-2008) se observó un incremento cinco veces mayor de la enfermedad en comparación con

el primer periodo del estudio (1992-1996) (Arango *et al.*, 2011), se encontró que un 3.9% eran niños menores de 15 años mientras que 96.1% eran adultos, con predominio del género masculino (77%) y edad promedio de 38 años, de los cuales 70.5% eran portadores de VIH⁺, por último, un 7% presentaban otro tipo de inmunosupresión causada por el uso de esteroides, neoplasias, diabetes, cirrosis, alcoholismo y malnutrición, trasplantes de órganos (Muñoz *et al.*, 2010; Cáceres *et al.*, 2012; Arango *et al.*, 2011; Gómez, 2011). Existe evidencia que la donación de un órgano contaminado a un organismo receptor es otra forma de contaminación (Gómez, 2011; CDC, 2004).

ANÁLISIS CRÍTICO

Muchos vacíos quedan este tema, lo que genera un gran número de oportunidades de investigación entre ellos ¿por qué se encuentra en murciélagos el hongo?, otra situación de pregunta ronda al hecho de ¿cómo es la interacción del microorganismo con el sistema inmune del murciélago hasta la eliminación por sus heces?

A pesar de que el auge de ésta enfermedad está directamente ligada con la población de quirópteros, no debe olvidarse que éstos últimos tienen una importancia relevante en el mantenimiento de los ecosistemas (Teniente, 2008), por ejemplo los murciélagos insectívoros tienen un consumo mínimo de 500 insectos/hora, los polinívoros dispersan aproximadamente 5 semillas/m² en bosques talados, estableciendo fenómenos de quiropterofilia-quiropterocoria especialmente de especies arbustivas importantes para la vida cotidiana del hombre tales como las de los generos *Piper*, *Solanum* y *Cecropia*; siendo así que el objetivo de éste escrito no es precisamente estigmatizar la existencia de los quirópteros, sino que se invita a reconocer los factores de riesgo de la enfermedad y buscar mecanismos de eliminación del hongo, aunque es difícil, o de controlar con mayor eficacia el hongo.

CONCLUSIONES

No existen estudios que reporten infecciones de histoplasmosis transmitidas a través del abastecimiento de agua o alimento, ni tampoco de la forma persona-persona, o animal-persona.

Por el momento, erradicar el hongo de los ecosistemas afectados, es realmente difícil, lo único que queda es prevención y educación a la población. El mejor método para la prevención de la histoplasmosis, especialmente en personas con una inmunodepresión, es no asistir a lugares que sean catalogados como reservorios del hongo.

El tiempo que toma el diagnóstico, juega un papel crucial en la sobrevivencia de los pacientes, actualmente los métodos más eficaces en tiempo, sensibilidad y especificidad, son empleados de una forma centralizada por laboratorios privados, donde la mayoría de pacientes afectados se ven limitados por el factor económico.

Los veterinarios y biólogos son una importante población de riesgo en la adquisición de la enfermedad, porque constantemente comparten espacios que favorecen el crecimiento del hongo (galpones, cuevas y otros).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Acha PN, Szyfres B. Zoonosis y enfermedades transmisibles comunes al hombre y a los animales. Vol. 1: Bacteriosis y Micosis. Publicación Científica y Técnica, N. 580. 3ª ed. Organización Panamericana de la salud, Washington, DC. p 366-377. 2001.
2. Ameni G. Epidemiology of equine histoplasmosis (epizootic lymphangitis) in carthorses in Ethiopia. *The Veterinary Journal*, 172 (1): 160-165. 2006.
3. Arango M, Cano LE, De Bedout C, Estrada S, Gómez I, Franco L, Jaramillo E, Muñoz C, Naranjo MS, Orozco B, Ramírez R, Tabares A, Velásquez G, Restrepo A. Histoplasmosis y criptococosis diseminada en pacientes con el síndrome de inmunodeficiencia adquirida (SIDA). *Acta Médica Colombiana*, 15 (2): 84-91. 1990.
4. Arango M, Castañeda E, Agudelo C, De Bedout C, Agudelo CA, Tobón A, Linares M, Valencia Y, Restrepo Á. Histoplasmosis: results of the Colombian National Survey, 1992-2008. *Biomédica*, 31 (3): 344-356. 2011.
5. Arias R, Barrientos E. Reacciones adversas a la anfotericina B en pacientes VIH (+) con diagnóstico de micosis sistémica. Tesis pregrado Químico Farmacéutico, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Lima, Perú. 73 p. 2002.

6. Bialek R, Fischer J, Feucht A, Najvar L, Dietz K, Knobloch J, Graybill JR. Diagnosis and monitoring of murine histoplasmosis by a nested PCR assay. *Journal of Clinical Microbiology*, 39 (4): 1506-1509. 2001.
7. Brömel C, Sykes J. Histoplasmosis in dogs and cats. *Clinical Techniques in Small Animal Practice*, 20 (4): 227-232. 2005.
8. Cáceres DH, Gómez BL, Restrepo A, Tobón A. Histoplasmosis y sida: factores de riesgo clínicos y de laboratorios asociados al pronóstico de la enfermedad. *Infectio*, 16 (3): 44-50. 2012.
9. Cáceres D, Scheel CM, Tobón A, Ahlquist A, Restrepo Á, Brandt M, Chiller T, Gómez B. Validation of an enzyme-linked immunosorbent assay that detects *Histoplasma capsulatum* antigenuria in Colombian patients with AIDS for diagnosis and follow-up during therapy. *Clinical and Vaccine Immunology*, 21 (9): 1364-1368. 2014.
10. Canteros CE, Iachini RH, Rivas MC, Vaccaro O, Madariaga J, Galarza R, Snaiderman L, Martínez M, Paladino M, Cicutin G, Varela E, Zuiani F, Sahaza JH, Tylor ML, Davel G. Primer aislamiento de *Histoplasma capsulatum* de murciélago urbano *Eumops bonariensis*. *Revista Argentina de Microbiología*, 37 (1): 46-56. 2005.
11. Centro de control y prevención de enfermedades (CDC - Centers for Disease Control and Prevention). *Biology of histoplasmosis*. 2004. Recuperado 07 Septiembre de 2015. Disponible En: <http://www.cdc.gov/niosh/docs/2005-109/pdfs/2005-109FS-sp.pdf>
12. Construction Safety Council. *Health hazard in construction workbook*. Chicago, Estados Unidos, 247 p. 2012. Disponible En: https://www.osha.gov/dte/grant_materials/fy09/sh-19495-09/health_hazards_workbook.pdf
13. Corcho A, Muñoz B, Palma G, Ramírez A, Martínez M, Frías M, Reyes M, Martínez E, Manjarrez M, Alfaro L, Higuera A. Brote inusual de histoplasmosis en residentes del estado de México. *Gaceta Médica de México*, 147 (5): 377-384. 2011.
14. Dickx V, Geens T, Deschuyffeleer T, Tyberghien L, Harkinezhad T, Beeckman DS, Braeckman L, Vanrompay D. *Chlamydomyces psittaci* zoonotic risk assessment in a chicken and turkey slaughterhouse. *Journal of Clinical Microbiology*, 48 (9): 3244-3250. 2010.
15. Duarte E, Zenteno E, Taylor M. Interaction of *Histoplasma capsulatum* yeasts with galactosylated surface molecules of murine macrophages. *Archives of Medical Research*, 34 (3): 176-183. 2003.
16. Fernández CM, Martínez G, Illnait MT, Perurena MR, González L. Brote de histoplasmosis ocupacional en la provincia La Habana. *Revista Cubana de Medicina Tropical*, 62 (1): 68-72. 2010.
17. Fuentes M, Pérez L, Suárez Y, Soca M, Martínez A. La zoonosis como ciencia y su impacto social. *REDVET Revista Electrónica de Veterinaria*, 7 (9): 1-19. 2006.
18. Gabal MA, Hennager S. Study on the survival of *Histoplasma farciminosum* in the environment/experimentelle untersuchungen zur lebensfähigkeit von *Histoplasma farciminosum*. *Mycoses*, 28 (9): 481-487. 1983.
19. Garrido EJ, Alvarado JL. Caracterización clínica y epidemiológica de los pacientes con diagnóstico de histoplasmosis y criptococcosis con el síndrome de inmunodeficiencia adquirida-SIDA. Tesis de Pregrado Médico Cirujano,

- Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Médicas, 86 p. 2010.
20. Gómez B. Histoplasmosis: Epidemiology in Latin America. *Current Fungal Infection Reports*, 5 (4): 199-205. 2011.
 21. Gómez H, Oliveras A, Medellín R. *Columba livia*. Vertebrados superiores exóticos en México: diversidad, distribución y efectos potenciales. Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto U020. México. D.F. 6 p. 2005. Disponible En: <http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/exoticas/fichaexoticas/Columbalivia00.pdf>
 22. Gottdenker N, Walsh T, Jiménez G, Betancourt F, Cruz M, Soos C, Miller E, Parker P. Causes of mortality of wild birds submitted to the Charles Darwin Research Station, Santa Cruz, Galápagos, Ecuador from 2002-2004. *J. Wildlife Dis.*, 44 (4): 1024-1031. 2008.
 23. Jiménez RA, Urán ME, De Bedout C, Arango M, Tobón AM, Cano LE, Restrepo A. Brote de histoplasmosis aguda en un grupo familiar: identificación de la fuente de infección. *Biomédica*, 22 (1): 155-159. 2002.
 24. Jubb K, Kennedy P, Palmer N. *Patología de los animales domésticos*. 3ª Ed. Editorial Agropecuaria Hemisferio Sur, Montevideo, Uruguay. Tomo 3: p 236-238, Tomo 2: p 191 y Tomo 1: p 439. 1991.
 25. Kasuga T, White TJ, Koenig G, McEwen J, Restrepo A, Castañeda E, Da Silva C, Heins EM, De Freitas RS, Zancopé RM, Qin Z, Negroni R, Carter DA, Mikami Y, Tamura M, Taylor ML, Miller GF, Poonwan N, Taylor JW. Phylogeography of the fungal pathogen *Histoplasma capsulatum*. *Molecular Ecology*, 12 (12): 3383-3401. 2003.
 26. Kauffman CA. Histoplasmosis: a clinical and laboratory update. *Clinical Microbiology Reviews*, 20 (1): 115-132. 2007.
 27. Lack P. *Pigeons and Doves*. 2ª Ed. Editorial Oxford University Press, Oxford, USA: 288-295. 2003.
 28. Lara H, Ayala N, Rodríguez C. Laboratorios de bioseguridad nivel 3 y 4: Investigación de patógenos peligrosos. *Revista Mexicana de Patología Clínica*, 54 (4): 177-186. 2007.
 29. López C. Dimorfismo y patogenia de *Histoplasma capsulatum*. *Revista Argentina de Microbiología*, 38: 235-242. 2006.
 30. López R. Ecología de los hongos patógenos para el hombre. *Revista Mexicana de Micología*, 21 (1): 87-91. 2005.
 31. Maresca B, Kobayashi GS. Dimorphism in *Histoplasma capsulatum*: a model for the study of cell differentiation in pathogenic fungi. *Microbiology Rev*, 53 (2): 186-209. 1989.
 32. Miller J. Zoonosis de los pequeños animales. *Tratado de Medicina Interna Veterinaria*, 4ª edición, Vol. I. Ed Intermédica, Buenos Aires, Argentina: p 342-420. 1997.
 33. Muñoz C, Cano L, González A. Detección e identificación de *Histoplasma capsulatum* por el laboratorio: de los métodos convencionales a las pruebas moleculares. *Infectio*, 14 (2): 145-158. 2010.
 34. Parra Y, Torres A. Prevalencia y factores de riesgo para *Histoplasma capsulatum* en el personal que labora en la Universidad de los Llanos Sede Barcelona, Villavicencio, I periodo. (III Fase de búsqueda de casos). Tesis de Pregrado Enfermería, Universidad de los Llanos: p 3-44. 2010.

35. Restrepo A. Histoplasmosis. En: Ed. Restrepo A, Robledo J, Leiderman E, Restrepo M, Botero D, Bedoya V. Enfermedades Infecciosas, 6ª Ed, Fondo Editorial CIB, Medellín, Colombia: p 316-326. 2003.
36. Sahaza J, Pérez A, Zenteno E, Taylor M. Usefulness of the murine model to study the immune response against *Histoplasma capsulatum* infection. *Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases*, 37 (3): 143-152. 2014.
37. Sánchez M. Histoplasmosis, la micosis del viajero. *Enfermedades Infecciosas y Microbiología*, 29 (3): 111-116. 2009.
38. Taylor ML, Chávez CB, Rojas A, Reyes R, del Valle MB, Zúñiga G. Geographical distribution of genetic polymorphism of the pathogen *Histoplasma capsulatum* isolated from infected bats, captured in a central zone of Mexico. *FEMS Immunology & Medical Microbiology*, 45 (3): 451-458. 2005.
39. Teniente M. Diseño de un plan de interpretación para la conservación de la cueva "Las Grutas" de ciudad Hidalgo, Michoacán. Tesis de Pregrado Bióloga, Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F. 99 p. 2008.
40. Tkach A, Moreno J, Bava A. Diagnóstico presuntivo de histoplasmosis en un frotis sanguíneo. *Acta Bioquímica Clínica Latinoamericana*, 46 (4): 677-681. 2012.
41. Tobón, A. Epidemiología de la histoplasmosis en pacientes infectados por el virus de la inmunodeficiencia humana. En: XV Congreso Colombiano de Parasitología y Medicina Tropical. *Biomédica*, 31 (3): 221-223. 2011.
42. Tobón, A. Protocolo de estudio y manejo de histoplasmosis. *Infectio*, 16 (3): 126-128. 2012.
43. Toranzo AI, Tiraboschi IN, Fernández N, Ibarra B, Rivas M, Lee W, Davel G, Canteros CE. Diagnóstico molecular de histoplasmosis humana en muestras de sangre entera. *Revista Argentina de Microbiología*, 41 (1): 20-26. 2009.
44. Torres J, Ribas E, Gascón J, López O, Espasa M. Utilidad diagnóstica de la prueba intradérmica con histoplasmina, en áreas no endémicas de histoplasmosis. *Revista Iberoamericana de Micología*, 17 (3): 97-101. 2000.
45. Ueda Y, Sano A, Tamura M, Inomata T, Kamei K, Yokoyama K, Kishi F, Ito J, Mikami Y, Miyaji M, Nishimura K. Diagnosis of histoplasmosis by detection of the internal transcribed spacer region of fungal rRNA gene from a paraffin-embedded skin sample from a dog in Japan. *Veterinary Microbiology*, 94 (3): 219-224. 2003.
46. Ulloa M, Lappe P, Aguilar S, Park H, Pérez A, Toriello C, Taylor ML. Contribution to the study of the mycobiota present in the natural habitats of *Histoplasma capsulatum*: an integrative study in Guerrero, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 77 (2): 153-168. 2006.
47. Wheat LJ, Freifeld AG, Kleiman MB, Baddley JW, McKinsey DS, Loyd JE, Kauffman CA. Clinical practice guidelines for the management of patients with histoplasmosis: 2007 Update by the Infectious Diseases Society of America. *Clinical Infectious Diseases*, 45 (7): 807-825. 2007.
48. Zerpa R, Béjar V, Rojas R. Agentes de infecciones por hongos dimórficos y *Cryptococcus neoformans*. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*. 28 (4): 685-687. 2011.

Experiencias sobre la suplementación de rumiantes desarrolladas en la Universidad Federal do Río Grande do Sul, Brasil

Experiences about supplementation of ruminants developed in the Federal University of Río Grande do Sul, Brazil

Monroy Peña Gersson Mauricio¹, Hurtado Nery Víctor Hurtado² y Ospina Patiño Harold³

¹MVZ, Unillanos, ²MVZ, MSc, PhD, Docente Unillanos y

³PhD, Docente Universidad Federal de Río Grande do Sul

vhurtado@unillanos.edu.co

Recibido 12 de Diciembre 2014, Aceptado 26 de Septiembre 2015

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue evaluar el desempeño productivo y realizar un análisis económico del uso del antibiótico virginiamicina como aditivo, en la suplementación a base de maíz para novillas en pastoreo. Fueron utilizados 24 animales de la raza Brangus con edades de 260.29 ± 42.93 días y con peso medio inicial de 233.9 ± 19.32 kg, suplementados individualmente, en pastoreo de *Brachiaria hybrida* CIAT 36087 (mulato II) con disponibilidad promedio de 7885.0 kg de materia seca por hectárea. Los tratamientos evaluados consistieron en la suplementación con 0.8% de maíz con respecto al peso vivo (PV) (T1 = Testigo), 0.5% del PV con maíz más 0.00225% del PV en virginiamicina (T2 = virginiamicina 0.5); y 0.8% del PV de maíz más 0.00225% del PV en virginiamicina (T3 = virginiamicina 0.8). No se observaron diferencias estadísticas ($P > 0.05$) durante el período experimental para peso corporal (PC), puntaje de condición corporal (PCC), ganancia de peso diaria promedio (GDP), área del ojo del lomo (AOL), ultrasonografía de la canal (espesor de grasa subcutánea (EGS) y del anca (EGA), y puntaje del tracto reproductivo (PRT)). La sustitución de 0.3% del PV de maíz por virginiamicina en el tratamiento dos generó el mismo desempeño productivo y PTR que los otros tratamientos, posibilitando la disminución del costo del suplemento por novilla en pastoreo de mulato II. Aunque no se presentaron

diferencias estadísticas, numéricamente, el tratamiento con mayor ganancia de peso fue el 3 (virginiamicina 0.8) con 390 g/día seguido de T2 (virginiamicina 0.5) con 290 g/día y por último T1 (suplementación con solo maíz) con 270 g/día.

Palabras clave: Ganancia de peso, maíz, novilla, pastoreo, virginiamicina.

ABSTRACT

The aim of this study was evaluate the productive performance and conduct an economic analysis of the use of antibiotic virginiamycin as additive in corn-based supplementation for grazing heifers. Were used 24 animals Brangus 260.29 ± 42.93 days aged and initial average weight of 233.9 ± 19.32 kg, individually supplemented, grazing *Brachiaria hybrid* CIAT 36087 (mulato II) with average availability of 7885.0 kg of dry matter per hectare. The evaluated treatments consisted of supplementation with 0.8% corn with respect to body weight (PV) (T1 = Control); 0.5% of PV corn more 0.00225% PV in virginiamycin (T2 = virginiamycin 0.5); and 0.8% of PV corn more 0.00225% PV in virginiamycin (T3 = virginiamycin, 0.8). No statistical difference ($P > 0.05$) were observed during the experimental period for body weight (PC), body condition score (PCC), average daily gain (GDP), loin eye area (AOL), ultrasonography of the channel (subcutaneous fat thickness (EGS) and the haunch (EGA), and reproductive tract score (PRT)). The replacement of 0.3% of PV corn by virginiamycin in treating two produced the same performance and PTR productive than the other treatments, enabling lower cost of supplement heifer grazing mulato II. Although statistical differences were not presented, numerically the treatment with greater weight gain was the T3 (virginiamycin 0.8) with 390 g/day followed T2 (virginiamycin 0.5) with 290 g/day and finally T1 (only maize supplementation) with 270 g/day.

Keywords: Weight gain, corn, heifer, herding, virginiamycin.

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar o desempenho produtivo e realizar uma análise econômica da utilização do antibiótico virginiamicina na suplementação à base de

milho para pastagem novilhas. Foram usados 24 animais com idade Brangus $260.29 \pm 42,93$ dias e peso inicial médio de $233,9 \pm 19,32$ kg, completadas individualmente, pastagem de *Brachiaria híbrida* CIAT 36087 (mulato II) com disponibilidade média de 7.885,0 kg de matéria seca por hectare. Os tratamentos consistiram da suplementação com 0.8% de milho com relação ao peso corporal (PV) (T1 = controle); 0.5% do PV milho mais 0.00225% PV em virginiamicina PV (T2 = virginiamicina 0.5); e 0.8% do PV de milho mais 0.00225% PV em virginiamicina (T3 = virginiamicina 0.8. Não houve diferença estatística ($P > 0.05$) durante o período experimental para o peso corporal (PC), escore de condição corporal (PCC), ganho médio diário (GMD), área de olho de lombo (AOL), ultrasonografia do canal (espessura de gordura subcutânea (EGS) eo pernil (EGA), e escore de trato reprodutivo (PRT)). A substituição de 0.3% do PV de milho pela virginiamicina no tratamento de dois produziram o mesmo desempenho e PTR produtivos do que os outros tratamentos, permitindo menor custo de suplemento novilha pastagem mulato II. Embora diferenças estatísticas não foram apresentados, numericamente o tratamento com ganho maior peso foi o T3 (virginiamicina 0.8) com 390 g/dia seguido por T2 (virginiamicina 0.5) com 290 g/dia e, finalmente, T1 (suplementação com apenas milho) com 270 g/dia.

Palavras-chave: Ganho de peso, milho, bezerra, pastoreio, virginiamicina.

INTRODUCCIÓN

La región sur de Brasil se encuentra comprendido por los estados de Río Grande do Sul, Santa Catarina y Paraná. La región se encuentra en una transición entre el clima tropical y templado, donde los veranos e inviernos son extremos, sin la presencia de una estación seca. Por otro lado, los campos nativos del estado se extienden por la región de la pampa y mata atlántica; los campos sulinos cobijan regiones pastoriles de planicies en tres países de América del Sur: cerca de dos tercios de Río Grande do Sul, las provincias Argentinas de Buenos Aires, La Pampa, Santa Fé, Entreríos y Corrientes y la República Oriental de Uruguay. El clima de la región es controlado por un anticiclón del atlántico sur que transporta masas tropicales húmedas para el continente, todo el año. En cuanto a las

precipitaciones posee una media anual de 1200-1600 mm. La zona de convergencia intertropical causa lluvias abundantes durante los meses de verano y lluvias escasas en invierno, generando periodo seco en los meses de Abril a Septiembre (IBGE, 2004).

Se estima para el estado de Río Grande do Sul, Brasil, unas 3000 especies vegetales, de las cuales 523 son gramíneas, 357 asteráceas, 250 leguminosas y 200 ciperáceas (Boldrini, 2006). Los campos nativos han sido reemplazados por otras especies forrajeras, así como también por la introducción de ganado, manteniendo los potreros mediante “quemadas”. Este estado cuenta con un inventario de ganado bovino de casi 12 millones de cabezas (IBGE, 2006). La crianza de ganado es en pastoreo continuo y extensivo (Nabinger *et al.*, 2000). Por esta razón, se puede encontrar zonas sobre pastoreadas causando perjuicios para la cobertura vegetal y el suelo, siendo las especies de tipo rastrero las que mas proliferan, por estar cercanas al suelo como: *Axonopus affinis Chase* y *Paspalum notatum Flugge*, las cuales se ven beneficiadas por este manejo, ocasionando que especies de tipo más aéreo no puedan adaptarse a este tipo de condiciones.

Corporaciones gubernamentales, entes privados y el Grupo de Investigación en Nutrición de Rumiantes, adscrito a la facultad de Agronomía de la Universidad Federal de Rio Grande do Sul, forman parte de la cadena como actores que trabajando de la mano con el productor para generar nuevos conocimientos y conceptos, que son llevados a la práctica y en pro de alternativas para la solución de problemáticas nutricionales en ganado, para lo cual se utilizan sub-productos, algunos de ellos de la misma propiedad de la finca, lo que implica mejoras en el manejo de la dieta de los animales, técnicas de conservación de forrajes con uso de aditivos; estos ensayos mancomunados buscan beneficiar a todos los productores, desde el pequeño que aún no implementa gran cantidad de tecnología en su propiedad, hasta el mediano y grande que buscan una mayor eficiencia del negocio (Franco, 2005).

Se deben buscar nuevos métodos de alimentación, con el fin de obtener mayores eficiencias productivas y rentabilidad en la ganadería de carne, por lo tanto el uso

de aditivos causa innumerables beneficios en el sistema de producción, como: aumento de la ganancia de peso, mejora en la conversión alimenticia, respuesta inmunológica, lo cual se traduce en mayor eficiencia en el desempeño productivo (Mesquita, 2013).

Una de las herramientas nutricionales para optimizar el comportamiento productivo y reproductivo de novillas pastoreando, es la suplementación energética (Lobato, 2009) y el uso de aditivos como el antibiótico virginiamicina, que ha mostrado tener una eficiencia en el control de acidosis en bovinos alimentados intensivamente en corral, con raciones con grano por arriba de la mitad de ración, por lo tanto su utilización, puede promover un mayor rendimiento de ganado criado en pastos (Ferreira *et al.*, 2011). En cuanto a los primeros, cabe destacar la importancia de la sustitución, ya que en general, la suplementación se basa en reemplazar parte de la energía aportada por los pastos disminuyendo el consumo de forraje por animal, a medida que se aumenta el porcentaje de participación del concentrado en la dieta (Figueiredo *et al.*, 2011). El grano de maíz ha sido la materia prima usada por excelencia en Brasil para la fabricación de concentrados energéticos para la producción animal, y su uso se ha visto afectado debido a su diversificación en otros campos como al consumo humano, y uso para fabricación de biocombustibles. Otras fuentes de energía que se utilizan son: el sorgo, trigo, cebada, avena y subproductos como afrecho de trigo y la malta salida del proceso de fabricación de la cerveza (Gallardo, 2008).

La virginiamicina es un antibiótico del grupo de los estreptograminos originados del *Streptomyces virginiae*, cuya actividad es preferentemente sobre microorganismos gram-positivos como cocos en general, *Clostridium* y algunos gram-negativos como *Leptospiras*, *Treponema hyodisenteriae* y *Haemophilus*. La virginiamicina actúa en el rumen uniéndose a los ribosomas de los microorganismos gram-positivos, inhibiendo la síntesis de proteínas de estos, y así se incrementa la población de gram-negativas, formadores de ácido propiónico, que al unirse dos moléculas son las precursoras de la formación de glucosa en rumiantes que están en pastoreo (Terencio, 2011). Este antibiótico en rumen,

ataca únicamente a bacterias gram-positivas, puesto que las gram-negativas poseen una capa protectora. La inhibición de bacterias gram-positivas genera una fermentación más eficiente porque el substrato de la dieta pasa a ser fermentado por bacterias que favorecen el acumulo del sub-producto ácido propiónico disminuyendo la proporción de ácidos acético y butírico, los cuales generan energía en forma de grasa (Goulart, 2010).

El uso de virginiamicina aumenta la eficiencia del uso de nitrógeno por rumiantes y reduce la producción de gas metano en el rumen, pudiendo contribuir con la mitigación de la emisión de este gas de efecto invernadero (Tedeschi *et al.*, 2003). A nivel productivo, los factores que mejora el uso de virginiamicina son: perfil de ácidos grasos volátiles (AGV'S), aumento de la digestibilidad, reducción de la deaminación por bacterias ruminales, control de coccidiosis, y reducción de casos de acidosis ruminal porque se disminuye la producción de lactato, también se ha comprobado que la inclusión de virginiamicina en la dieta a razón de 20 a 40 gramos por tonelada de alimento ha mejorado la eficiencia de conversión de alimento en un 10-12%, al incrementar las ganancias de peso diarias en un 4% al mismo tiempo que se reduce el consumo de alimento en un 7%. El rendimiento en canal de los animales se aumenta en 1 a 1.5 unidades porcentuales, lo que representa aproximadamente 4-6 kilos más por canal en un animal de 420 kilos de peso al sacrificio (Goulart, 2010).

En Brasil la evaluación de la calidad de canal se viene realizando en la raza Angus por imágenes ultrasonografía del músculo longísimo (*longissimus*) entre las costillas 12 y 13, con el fin de determinar el área y grasa depositada. Las razones para escoger este sitio se debe a varios factores, entre ellos, que es una zona en la cual el músculo *longissimus* presenta mayor repetitividad, es de fácil acceso lo que hace fácil su localización de animal a animal (Tarouco *et al.*, 2007). Por otro lado, Silva *et al.*, (2003) encontraron correlación positiva entre las medidas tomadas de área del ojo del lomo (AOL) y el espesor de la grasa subcutánea (EGS) antes del sacrificio con las medidas de las mismas zonas luego en la canal de 0.83 y 0.86 respectivamente.

La ultrasonografía de canal no sólo sirve como una herramienta para evaluación de calidad de carne, Tarouco *et al.*, (2007) y Silva *et al.*, (2012) demostraron que a partir de medidas de AOL se pueden estimar el porcentaje y el peso de los cortes de mayor valor comercial. Estudios realizados, observaron que los pesos de las canales son mayores en Nelore comparada con la Red Norte, lo cual indica que las razas cebuínas, pueden remunerar mejor al productor; sin embargo, al comparar el porcentaje de cortes traseros y delanteros la raza mestiza Red Norte superó a la Nelore (Lopes, 2012).

Respondiendo a la necesidad de los sistemas de producción ganaderos de buscar constantemente herramientas que les permitan mejorar sus índices productivos, para así consecuentemente mejorar sus ingresos, de tal forma que estén mejor preparados para enfrentar factores externos a la producción que puedan llegar a afectar su rentabilidad, el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la suplementación con maíz y del aditivo virginiamicina en novillas post-destete de la raza Brangus en praderas de mulato II convert (*Brachiaria hibrido* CIAT 36087) en la Estación Experimental Agronómica de la Universidad Federal de Rio Grande do Sul, adicionalmente se evaluó la ganancia de peso media y puntaje de condición corporal de los animales en cada tratamiento con intervalo de 28 días. También se determinó la disponibilidad de materia seca en las praderas estimando el efecto de la suplementación, puntuación del tracto reproductivo y ultrasonografía de canal en las novillas, y finalmente se analizó el costo económico de la suplementación de novillas post-destete con el uso de maíz y virginiamicina

METODOLOGÍA

El experimento se realizó en la Estación Experimental Agrícola de la Universidad Federal de Río Grande do Sul (UFRGS), ubicada en el km 146 de la Rodovia BR-290 (Brasil), a 311 msnm. El clima es subtropical húmedo, con veranos calientes e inviernos frescos y lluviosos, la temperatura media en Enero es de 25°C y en Julio de 14°C, la media anual es de 19.5°C aproximadamente, y la presencia de nieve es muy rara, y una precipitación promedio de 1397 mm.

La duración del experimento fue de 70 días. El área experimental estuvo constituido por seis potreros de una hectárea cada uno, cultivados con Mulato II (*Brachiaria híbrido* CIAT 36087). Se utilizaron 24 novillas Brangus con edad promedio de 260.29 ± 42.93 días y peso promedio inicial de 233.9 ± 19.32 kg, el suministro del maíz fue individual (Figura 1). Los tratamientos evaluados consistieron en la suplementación con 0.8% de maíz con respecto al peso vivo (PV) (T1 = Testigo); 0.5% del PV con maíz más 0.00225% del PV en virginiamicina (T2 = virginiamicina 0.5); y 0.8% del PV de maíz más 0.00225% del PV en virginiamicina (T3 = virginiamicina 0.8).



Figura 1. Suplementación animal individual

Al principio y al final del período de prueba las novillas fueron pesadas con un ayuno de 12 horas, también se evaluó la condición corporal (PCC: 1-5); al final del experimento se llevó a cabo una puntuación del tracto reproductivo (PTR) y evaluación ultrasonográfica de la canal: espesor de la grasa subcutánea (EGS) y espesor de la grasa en la carne (EGA). El PTR se realizó por medio de palpación rectal, tomando como escala de 1 a 5 para el diámetro cuerno uterino, longitud, altura y anchura del diámetro del ovario y el folículo ovárico (Anderson *et al.*, 1991). En la evaluación de la canal, fue realizada la medición del área del ojo del lomo (AOL), EGS en el músculo longísimo (*longissimus*), entre las costillas 12 y 13, y EGA.

Para estimar la disponibilidad de materia seca (DMS) de cada potrero, cada 28 días se recogieron cinco submuestras utilizando un cuadrado con un área de 0.25 m² por hectárea, cortados cerca del suelo, las muestras se secaron a 75°C

durante 72 horas. En el experimento no se limitó la oferta (más del 10% del requerimiento) de los pastos durante el período experimental. El diseño experimental fue completamente al azar con ocho repeticiones por tratamiento, y los datos se analizaron en Proc mix SAS, (2010). El modelo matemático es el siguiente:

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

En donde, Y_{ij} = es la variable respuesta de la puntuación del i sujeto bajo la combinación j , μ = efecto de la media poblacional, T_i = efecto del tratamiento i en las variables de: peso corporal, puntaje de condición corporal (PCC), ganancia promedio de peso (GDP), AOL, EGS, EGA, PTR y DMS, ε_{ij} = error experimental o efecto aleatorio del muestreo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se observó que las variables: peso corporal, puntaje de condición corporal (PCC), ganancia promedio diaria de peso (GDP), AOL, EGS, EGA, PTR y DMS, presentaron un comportamiento similar ($P > 0.05$) al principio y final del periodo de prueba (Tabla 1). Aunque no se presentaron diferencias estadísticas, numéricamente, el tratamiento con mayor ganancia de peso fue T3 (virginiamicina 0.8%) con 390 g/día (Gráfica 1), seguido de T2 (virginiamicina 0.5%) con 290 g/día y por último T1 (0.8% del PV en maíz) con 270 g/día (Tabla 1)

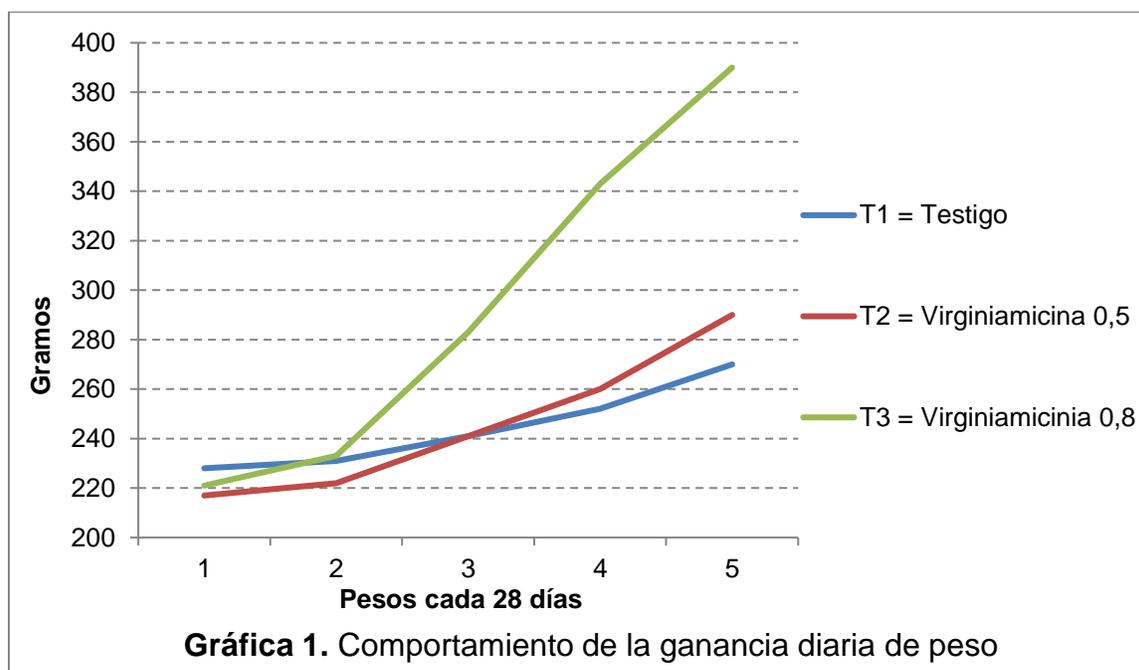
La virginiamicina se ha utilizado en animales en pastoreo conjuntamente con la sal mineralizada (Ferreira *et al.*, 2011) o con suplementos energéticos o proteicos mejorando el desempeño productivo (Valle *et al.*, 2013). Bruning, (2013) evaluó el efecto de la virginiamicina en minerales y proteínas y suplementos de novillos en pastoreo de *Brachiaria bizantha cv marandu*, obteniendo un promedio de ganancia diaria de peso de 0.402 kg/animal/día en los tratamientos con la virginiamicina; resultados superiores a los que se encuentran en este experimento (0.29-0.39 kg/animal/día). En este experimento, la inclusión de virginiamicina en la suplementación no mejoró la ganancia de peso ni el rendimiento en canal de los animales, lo cual puede significar que las condiciones de pastoreo y

suplementación son factores importantes a tener en cuenta para la acción positiva de este antibiótico en la fermentación ruminal (Goulart, 2010).

Tabla 1. Comportamiento de las variables evaluadas en los tres tratamientos

Variables	Tratamientos*			P
	T1 = Testigo	T2 = Virginiamicina 0.5	T3 = Virginiamicina 0.8	
Peso inicial (kg)	236,521 ± 44,61	231,14 ± 44,57	234,22 ± 44,56	0.71
Peso final (kg)	255.67 ± 50.16	250.88 ± 50.11	261.70 ± 50.11	0.32
PCC inicial (1-5)	2.68 ± 0.03	2.66 ± 0.03	2.67 ± 0.03	0.86
PCC final (1-5)	2.69 ± 0.03	2.71 ± 0.03	2.71 ± 0.03	0.81
GDP (kg)	0.27 ± 0.27	0.29 ± 0.29	0.39 ± 0.39	0.09
AOL (cm ²)	51.57 ± 18.96	49.77 ± 18.96	45.76 ± 18.96	0.12
EGS (mm)	3.21 ± 0.51	2.32 ± 0.51	2.90 ± 0.51	0.47
EGA (mm)	4.37 ± 0.75	3.37 ± 0.75	5.69 ± 0.75	0.12
PTR (1-5)	1.77 ± 0.17	1.77 ± 0.17	1.71 ± 0.18	0.94
DMS (kg MS/ha)	8.109 ± 814.47	6.260 ± 814.47	6.456 ± 814.47	0.23

***No se presentaron diferencias estadísticas entre tratamientos (P>0.05).** Puntaje de condición corporal (PCC), ganancia de peso diaria promedio (GDP), área del ojo del lomo (AOL), espesor de grasa subcutánea (EGS), espesor de grasa en filete (EGF), la puntuación tracto reproductivo (PTR) y la disponibilidad de materia seca (DMS) de novillas suplementadas con niveles virginiamicina y maíz.



Aunque este estudio no presentó diferencias estadísticas entre los tratamientos, el costo del suplemento por animal/día fue de US\$ 0.55, 0.73 y 0.82 para tratamientos dos, uno y tres respectivamente, es decir que el suplemento 0.5% del PV con maíz más virginiamicina presenta un menor costo por novilla en comparación con los otros tratamientos (Tabla 2). Por lo tanto, es posible verificar que se puede sustituir el 0.3% del PV en el maíz por 0.00225% del PV en virginiamicina, manteniendo el mismo desempeño productivo (Tabla 1).

Tabla 2. Costo (dólares) de los suplementos por animal/día en novillas en pastoreo de Mulato II

Costo (US\$)	Suplementos		
	T1 Testigo	T2 Virginiamicina 0.5	T3 Virginiamicina 0.8
Maíz/animal/día*	0.67	0.40	0.67
Sal/animal/día**	0.06	0.05	0.05
Virginiamicina animal/día**	-	0.09	0.10
Total	0.73	0.55	0.82

*Precio de maíz tomado del sitio de Noticias Agrícolas, (2014)

**Precio tomado directamente con las empresas Brasileñas de la Pampa

La suplementación tiene por objetivo mejorar el desempeño y mantener la calidad de los productos (carne y leche). El gran desafío es optimizar el ambiente ruminal de modo que se maximice la disponibilidad de nutrientes metabolizables para la generación de producto animal (Modeiros *et al.*, 2008). Cuando la producción de ganado de ceba se desarrolla en pastoreo, los animales alternan periodos de ganancia y pérdida de peso en función de la disponibilidad forrajera; consecuentemente la mejora de las condiciones nutricionales vía suplementación es prioritaria para incrementar el desempeño animal (Posada *et al.*, 2011).

En los últimos periodos se ha buscado optimizar la ganadería mejorando parámetros productivos y reduciendo así el periodo de la producción y los costos, especialmente en las épocas críticas, cuando escasean las pasturas y donde el uso de suplementos no sólo mejora la ganancia de peso sino que reduce el periodo de edad al primer parto, pasando de 3-4 años a 2 años; esto quiere decir que es posible tener un hato en el cual las novillas se preñan entre los 14 -15

meses de edad mejorando su eficiencia biológica y rentabilidad representado en más kg de ternero en su vida productiva (Modeiros *et al.*, 2008).

Ferreira *et al.*, (2011) realizó un estudio para evaluar el desempeño en la ganancia de peso en animales en pastoreo, los resultados con el uso de virginiamicina fueron 25.5% superior al grupo control. Valle *et al.*, (2013) realizó un estudio con toretes de raza Nelore en pasturas de *Brachiaria brizantha* cv. marandu, en el que se observó que el uso de virginiamicina aumentó en 16.8% la ganancia de peso de los animales en comparación con aquellos que solo recibieron sal mineralizada 3.5% y urea. Brüning, (2013) utilizó becerras Nelore en pasturas de *Brachiaria brizantha* cv. marandu en el periodo de transición de verano-invierno con pastoreo rotacional comparado el uso de: sal mineralizada, sal proteinada y sal proteinada con virginiamicina. El tratamiento con sal proteinada y virginiamicina obtuvo 12.59 kg/animal más que con sal mineral por cada periodo evaluado. Ferreira *et al.*, (2011) utilizaron dos aditivos, virginiamicina y salinomicina, en machos enteros Nelore en pasto *Panicum máximum* cv. massai, obtuvieron ganancia de peso 644 g/animal/día con virginiamicina, 589 g/animal/día con salinomicina y con solo sal mineralizada 513 g/animal/día, es decir, rendimiento del 25.5% y 9.33% con el primero y segundo aditivo, respectivamente en comparación con el tratamiento de solo sal mineralizada.

La evaluación económica realizada por Mesquita, (2013) comprueba que por cada 1\$ invertido en el uso de aditivos en la suplementación, corresponden a 5\$ más en la utilidad del negocio. La rentabilidad estimada por Valle (2013) fue 14.63% con el uso de virginiamicina con una tasa interna de retorno del 6.89%. Brüning, (2013) en un análisis económica mostró que el tratamiento con sal proteinada más virginiamicina arrojó una diferencia en los ingresos de 27\$ más comparado con suplemento con sólo sal mineralizada. Se ha mejorado la rentabilidad en 11% con el uso de virginiamicina a dosis de 216 mg/animal/día frente a animales que solo fueron suplementados con sal mineral y se encontraban en pasturas de Tifton 85 (*Cynodon sp.*). Además el uso de aditivos reduce la cantidad de materia prima

para la misma cantidad de carne mejorando la conversión alimenticia (Medeiros y Lanna, 1999).

La dieta suministrada a los animales posee influencia en el desarrollo de la canal, Valle *et al.*, (2013) demostraron esto en un estudio en el cual animales alimentados con pasturas cultivadas y suplementación, se observaron valores de 69.92 y 5.96 para el área del ojo del lomo y grasa intramuscular respectivamente, comparado con 41.41 y 1.77 obtenidos por animales en pasturas nativas.

CONCLUSIONES

La sustitución en el suplemento del 0.3% del peso vivo (PV) en maíz por 0.00225% del PV en virginiamicina, genera el mismo desempeño en ganancia de peso y puntaje del tracto reproductivo, en comparación con suplementación del 0.8% del PV en maíz, lo cual permite una reducción del costo del suplemento para novillas en pastoreo con Mulato II.

La suplementación de bovinos es una herramienta que puede ser utilizada en cualquier tipo de producción y etapa del ciclo para aumentar los niveles el desempeño productivo, en especial, en épocas donde las praderas tienen bajo aporte de nutrientes provocando un desequilibrio en el balance de mantenimiento del animal.

La virginiamicina es un aditivo utilizado para la suplementación de bovinos y puede ser una alternativa viable para incrementar ganancias de peso diario, disminución de la edad al sacrificio, mejorando la rentabilidad del negocio. Es necesario tener en cuenta las condiciones del forraje y del suplemento para observar el efecto positivo de este antibiótico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Anderson KJ, LeFever DG, Brinks JS, Odde KG. The use of reproductive tract scoring in beef heifers. *Agri Practice*, 12: 19-26. 1991.
2. Pinto LF, Tarouco JU, Pedrosa VB, de Farias JA, Leão AG, Moita AK. Live weight carcass ultrasound images, and visual scores in Angus cattle under feeding regimes in Brazil. *Trop Anim Health Prod*, 45 (6): 1281-1287. 2013.

3. Boldrini I. Biodiversidade dos Campos Sulinos. En: Simpósio de Forrageiras e Produção Animal. Departamento de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia, p 11-24. Porto Alegre, RS, UFRGS, Brasil. 2006.
4. Bruning G. Adição de virginiamicina em suplemento mineral e proteinado para bezerras Nelore em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu na transição seca-águas. Tesis de Doctorado. Universidad de São Paulo, Brasil. 2013.
5. Franco L. Alternativas para la conservación de forrajes. Proyecto: Evaluación de tecnologías por métodos participativos para la implementación de sistemas ganaderos sostenibles en el norte del departamento del Valle del Cauca / Luis. H. Franco Q., David Calero Q., Patricia Ávila V.: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT): Universidad Nacional de Colombia - Sede Palmira, 20 p. 2005.
6. Ferreira SF, Bilego UO, Fernandes JJR, Lima MAS. Uso de virginiamicina e salinomicina na dieta de bovinos de corte sob pastejo no período chuvoso. Boletim Técnico - 1 Workshop CTC Pecuária, Sudoeste Goiano, Brasil. p 27-32. 2011.
7. Ferreira SF, Grandini D, Bilego UO, Lemos BJM, Guimarães TP, Couto VR, Padua JT, Fernandes JJ. Efeitos econômicos da virginiamicina em dieta de bovinos de corte sob pastejo no período seco. En: XXII Congresso Brasileiro de Zootecnia, Cuiabá - MT. XXII Congresso Brasileiro de Zootecnia - Cuiabá - MT, Brasil. 2012.
8. Figueiredo DM, Fonseca M, Lima M, Valadares S, Detmann E, Barros L. Levels of ground corn supplied to beef heifers at pasture during the rainy season: productive performance, intake, digestibility and microbial efficiency. Revista Brasileira de Zootecnia, 40 (11): 2523-2531. 2011.
9. Gallardo M. Concentrados y subproductos para la alimentación de rumiantes. XXI Curso internacional de lechería para profesionales de América Latina. p 153-162. 2008.
10. Goulart R. Avaliação de antimicrobianos como promotores de crescimento via mistura mineral para bovinos de corte em pastejo. Tesis de Doctorado en Ciencia Animal y Pasturas. Piracicaba, Universidad de San Pablo. 2010.
11. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Mapa da vegetação do Brasil e mapa de biomas do Brasil. 2004. Recuperado 16 Febrero 2014. Disponible En: <http://www.ibge.gov.br>
12. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Censo Agropecuário 1995-1996/2006. Estabelecimentos e efetivo bovino, total e diferença entre os Censos Agropecuários de 1996 e 2006, segundo as Grandes Regiões e Unidades da Federação - 1996/2006. 2006. Recuperado 18 Febrero 2014. Disponible En: <http://www.ibge.gov.br>
13. Lobato J. Uma retrospectiva da pecuária de corte em campos nativos e campos melhorados no bioma Pampa. En: De Patta V, Müller S, de Souza Z, Ávila A (Eds). Campos sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade, Cap. 22: 274-281. Brasília, Brasil. 2009.
14. Lopes L, Machado M, Rodrigues O, Rodrigues P, Chizzotti M, Mendes E, Mendes D. Características de carcaça e cortes comerciais de tourinhos Red Norte e Nelore terminados em confinamento. Revista Brasileira de Zootecnia, 41 (4): 970-977. 2012.
15. Medeiros SR, Lanna DP. Uso de aditivos na bovinocultura de corte. Em: Simpósio Goiano sobre Produção de Bovinos de Corte: p 171-190. Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, Brasil. 1999.

16. Mesquita L. Monensina sódica e virginiamicina para bovinos de corte: desempenho e simulação econômica. Tesis de Graduación en Zootecnia. Universidad Federal de Goiás. Goiânia, Brasil, 25 p. 2013.
17. Modeiros FS, Patiño HO, Silveira AL, Knorre M, Mallmann GM. Efeitos associativos da energia em dietas não limitantes em proteína degradável no rúmen, *Archivos de Zootecnia*, 57 (218): 187-194. 2008.
18. Nabinger C, Moraes A, Maraschin GE. Campos in southern Brazil. En: *Grassland ecophysiology and grazing ecology*. CABI Publishing Wallingford, p 355-376. 2000.
19. Notícias Agrícolas. Cotação do milho. 2014. Recuperado 15 Agosto, 2014. Disponible En: <http://www.noticiasagricolas.com.br/cotacoes/>
20. Pilau A, Piva J. Suplementação energética pré-acasalamento aos 13/15 meses de idade para novilhas de corte: desenvolvimento e desempenho reprodutivo, *Revista Brasileira de Zootecnia* 38 (12): 2482-2489. 2009.
21. Posada S, Noguera R, Rodríguez N, Borges A, Reis R. Energy requirements for beef cattle: concept and experimental results in tropical conditions, *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 24 (4): 623-633. 2011.
22. SAS. The SAS system for windows. En: (v.9.3 ed.). Cary: SAS Institute Inc. 2010.
23. Silva SL, Almeida R, Schwahofer D, Leme P, Lanna DP. Effects of salinomycin and virginiamycin on performance and carcass traits of feedlot steers. *Journal of Animal Science*, 82 (1): 41-42. 2004.
24. Silva S, Roberto P, Marques S, Silva L, Gonçalves C, Duarte D. Estimativa de peso e do rendimento de carcaça de tourinhos Brangus e Nelore por medidas de ultra-sonografia. *Revista Brasileira de Zootecnia* 32 (5): 1227-1235. 2003.
25. Silva S, Urdapilleta J, Sterman J, da Costa R, Roberto P, Ana E. Prediction of retail beef yield, trim fat and proportion of high-valued cuts in Nelore cattle using ultrasound live measurements. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 41 (9): 2025-2031. 2012.
26. Tedeschi LO, Fox DG, Tylutki TP. Potencial environmental benefits of ionophores in ruminant diets. *Journal of Environmental Quality*, 32 (5): 1591-1602. 2003.
27. Tarouco J, Piva J, Tarouco A, dos Santos G. Comparação entre medidas ultrassônicas e da carcaça na predição da composição corporal em bovinos. Estimativas do peso e da porcentagem dos cortes comerciais do traseiro. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 36 (6): 2092-2101. 2007.
28. Terencio, P. Virginiamicina: benefícios em sistemas confinados e a pasto. En: Congresso brasileiro de nutrição animal, 10. Campo Grande, Brasil. 2011.
29. Valle M, Rezende J, Palucci D, Lamounier P, Melo G, Silveira J, Carvalho F, Cruz E. Avaliação de desempenho em pasto de bovinos nelore recebendo suplemento protéico/energético com adição de virginiamicina e/ou optigen. *FAZU em Revista*, Uberaba, 10: 60-65. 2013.

Establecimiento de un banco de proteína, pasto de corte y lombricultivo en un sistema familiar de producción ovina

Establishment of a protein bank, grass cutting and vermiculture in a familiar system of sheep production

Bernal Moncada Carlos Mario¹, Jaramillo Dumar Alexander² y
Hernández Juan Pablo³

¹MVZ, Unillanos, ²MVZ, Esp., (c)MSc. Líder Grupo de Investigación en Farmacología Experimental y Medicina Interna – Élite, Profesor Clínica de Grandes Animales, Universidad de los Llanos y

³Admon Emp., Jefe Fundación MIMA

carlos.bernal@unillanos.eu.co

Recibido 12 de Diciembre 2014, Aceptado 26 de Septiembre 2015

RESUMEN

Este proyecto agropecuario fue desarrollado con la Fundación MIMA en coordinación con UNILLANOS, en la granja Niquia ubicada en la vereda Indostán, km 39 vía Puerto López, en el municipio de Villavicencio-Meta. El análisis edafológico determina que el suelo de la finca es de baja calidad, por lo tanto, requieren ser mejorados mediante prácticas de agricultura sostenible, fertilizando con abonos orgánicos y mejorando su estructura física con las lombrices de tierra. El trabajo tuvo por objetivo establecer bancos de proteína de *Tithonia diversifolia* y *Moringa oleifera*, pasto de corte (*Pennisetum purpureum* var. Panamá común) y lombricultivo (*Eisenia foetida*) en un sistema de producción ovino. Se utilizaron 705 estacas de *Tithonia diversifolia* con 30 cm de largo y 2.5 a 3.5 cm de grosor, que fueron sembradas en bolsa de polietileno con capacidad para 1 kg, la cual se llenó 3/4 de tierra y 1/4 de humus sólido, para luego trasplantarla al sitio definitivo; para el banco de proteína se utilizó un área total de 240 m². Las semillas de moringa se sembraron en vivero de manera similar al botón de oro. En total se sembraron 1121 plantas en un área de 1440 m² distribuidos en dos lotes, y se utilizaron 15.5 bultos (40 kg c/u) de humus sólido cuando se trasplantaron al sitio definitivo. La producción de materia fresca en el primer y segundo lote fue: 250 y 190 g/planta

respectivamente. El área de siembra de *Pennisetum purpureum* var. Panamá fue 1060 m², y la totalidad cosechada fue aproximadamente 4,5 toneladas, con una producción de 4 kg/m². El lombricultivo ha mostrado ser una estrategia clave en el desarrollo del proyecto, puesto que se usa el humus para fertilizar los cultivos, además la venta externa genera un ingreso monetario adicional, por lo tanto, esta tecnología contribuye a solucionar dos de los problemas ambientales que se deben enfrentar en la actualidad: la acumulación de grandes concentraciones de residuos orgánicos en las fincas y la necesidad de materia orgánica en los suelos agrícolas.

Palabras clave: Ovinos, *Moringa oleifera*, *Tithonia diversifolia*, *Eisenia foetida*, abono orgánico.

ABSTRACT

This farming project was developed with the MIMA Foundation, in coordination with UNILLANOS, on Niquia farm located in the village of Indostán, 39 km way Puerto López, in the municipality of Villavicencio-Meta. The soil analysis determines that farm soil is low quality, therefore, needs to be improved through sustainable agricultural practices, fertilization with organic fertilizers and improving its physical structure with earthworms. The study aimed to establish food plots of *Tithonia diversifolia* and *Moringa oleifera*, grass cutting (*Pennisetum purpureum* var. Panamá) and vermiculture in a system of sheep production. 705 stakes were used of *Tithonia diversifolia* with 30 cm long and 2.5 to 3.5 cm thick, which were planted in polyethylene bags with a capacity of 1 kg, which is filled 3/4 of earth and 1/4 of solid humus, and then transplant it to the definitive site; for protein bank a total area of 240 m² was used. *Moringa* seeds were sown in nursery similar manner to the *Tithonia diversifolia*. In total 1121 plants were sown in an area of 1440 m², distributed in two lots and 15.5 packages (40 kg c/u) of solid humus were used when they transplanted to the definitive site. The production of fresh material on the first and second batch was 250 and 190 g/plant respectively. The planting area of *Pennisetum purpureum* var. Panamá was 1060 m², and all harvested was about 4.5 tons, with a production of 4 kg/m². The vermiculture has proven to be a key

strategy in developing the project, because the humus is used to fertilize crops, furthermore the external sale generates additional cash income, therefore, this technology contributes to solve two of the environmental problems they face today: the accumulation of high concentrations of organic waste on farms and the need of organic matter in agricultural soils.

Keywords: Sheep, *Moringa oleifera*, *Tithonia diversifolia*, *Eisenia foetida*, organic fertilizer.

RESUMO

Este projecto agrícola foi desenvolvido com a Fundação MIMA, em coordenação com UNILLANOS, na fazenda Niquia localizado na vila de Indostan, 39 km via Puerto López, no município de Villavicencio-Meta. O análise do solo determina que solo agrícola é de baixa qualidade, portanto, exigem melhoria por meio de práticas agrícolas sustentáveis, adubação com adubos orgânicos e melhorando sua estrutura física com minhocas. O estudo teve como objetivo estabelecer bancos de proteína de *Tithonia diversifolia* e *Moringa oleifera*, corte de grama (*Pennisetum purpureum* var. Panamá) e vermiculture (*Eisenia foetida*) em um sistema de produção de ovinos. Foram utilizados 705 estacas de *Tithonia diversifolia* com 30 cm de comprimento e 2.5 a 3.5 cm de espessura, que foram plantadas em sacolas de polietileno com capacidade de 1 kg, que foi enchido 3/4 de terra e 1/4 de húmus sólido e depois transplantadas para o local definitivo; para o banco de proteína foi usado uma área total de 240 m². Sementes de moringa foram semeadas em viveiro da mesma forma a *Tithonia diversifolia*. No total, 1121 plantas foram semeadas numa área de 1440 m², divididas em dois lotes e foram utilizados 15.5 embalagens (40 kg c/u) de húmus sólido quando transplantado se para o local final. O produção de material fresco no primeiro e segundo lote foi de 250 e 190 g/planta, respectivamente. A área de plantação de *Pennisetum purpureum* var. Panamá foi 1060 m², e tudo recolhido foi cerca de 4.5 toneladas, com uma produção de 4 kg/m². O vermiculture provou ser uma estratégia-chave no desenvolvimento do projeto, sendo que o húmus é usado para fertilizar plantas, além disso a venda externa gera entrada adicional em dinheiro, portanto, esta

tecnologia contribui para resolver dois dos problemas ambientais que deben se afrontar na actualidade: o acúmulo de altas concentrações de resíduos orgânicos em fazendas e necessidade de matéria orgânica em solos agrícolas.

Palavras-chave: Ovelha, *Moringa oleífera*, *Tithonia diversifolia*, *Eisenia foetida*, adubo orgánico.

INTRODUCCIÓN

En el último siglo, la agricultura moderna intensiva (monocultivos), ha utilizado indiscriminadamente insumos como plaguicidas, herbicidas y fertilizantes sintéticos, lo cual ha tenido un impacto nocivo sobre la diversidad de los recursos genéticos vegetales y animales (domésticos), y flora y fauna (silvestres) (FAO, 1999), puesto que los campos arables constituyen el hábitat para una amplia gama de especies que están en peligro debido a la intensificación agrícola que ha destruido los ecosistemas naturales (FAO, 2003).

La creación de proyectos agropecuarios enfocados para obtener productos mediante un manejo responsable y sostenible, se puede considerar importante para la recuperación de suelos, donde se ha trabajado agricultura intensiva, también se ha comprobado que el uso de lombriz de tierra que recicla nutrientes del suelo y es fuente de abono orgánico, puede mejorar las condiciones de este recurso. Por otra parte los bancos de proteína para la alimentación de animales, y huertas comunitarias, son actividades que pueden ser empleadas con el fin de optimizar las condiciones ambientales para el bienestar de las especies domésticas y silvestres (Pérez y Rojas, 2008).

Por lo tanto el objetivo de este trabajo fue implementar un banco de proteína con base en las especies *Moringa oleífera* y *Tithonia diversifolia* como alternativa de alimentación en sistemas de producción ovino de la vereda Indostán. También se evaluó el comportamiento productivo del pasto de corte *Pennisetum purpureum* var. Panamá común, como soporte de alimentación en sistemas de producción mencionados. Además se estableció el lombricultivo como método de reducción

del impacto ambiental en la disposición de los residuos orgánicos sólidos producidos en los sistemas de producción animal.

UBICACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE LA GRANJA

El proyecto se realizó con la Fundación MIMA en coordinación con UNILLANOS, en la granja Niquia, que tiene como economía familiar la producción de ovinos, la cual se encuentra ubicada en el kilómetro 39 vía Villavicencio - Puerto López, a dos km de la vereda Indostán por la vía que conduce a Puerto Porfía. El departamento del Meta tiene un clima cálido húmedo a semihúmedo, la precipitación para el año 2014 fue de 2999.91 mm, con una temperatura promedio de 26°C y a una altitud de 225 msnm (IDEAM, 2014).

La granja cuenta con áreas de siembra de botón de oro (*Tithonia diversifolia*), moringa (*Moringa oleifera*), pasto de corte King grass (*Pennisetum purpureum* var. panamá común) y potreros con *Brachiaria spp*, además se cultiva: plátano, yuca y una huerta con algunas hortalizas, también se cuenta con seis camas de lombrices californianas (*Eisenia foetida*) de 1.50 m de ancho por 5 m de largo y 40 cm de alto. Dentro de su infraestructura la finca tiene casa y aprisco (Figura 1)



Figura 1. Distribución de la granja Niquia. **Fuente:** Los autores

El análisis edafológico determina que es el suelo de la finca es de textura franco-arenosa, tiene pH extremadamente ácido (4.0), materia orgánica deficiente (0.9%); con poca capacidad de retención de agua, elevada permeabilidad, buen drenaje y aireación. Desde el punto de vista químico son bajos en: fósforo, zinc y boro 1.5, 0.42, 0.14 mg/kg, además en calcio, potasio, magnesio y sodio 1.42, 0.06, 0.07, 0.08 cmol/kg respectivamente, de acuerdo a estos resultados se consideran suelos de baja calidad, por lo tanto, requieren ser mejorados mediante prácticas de agricultura sostenible, fertilizando con abonos orgánicos y mejorando su estructura física con las lombrices de tierra.

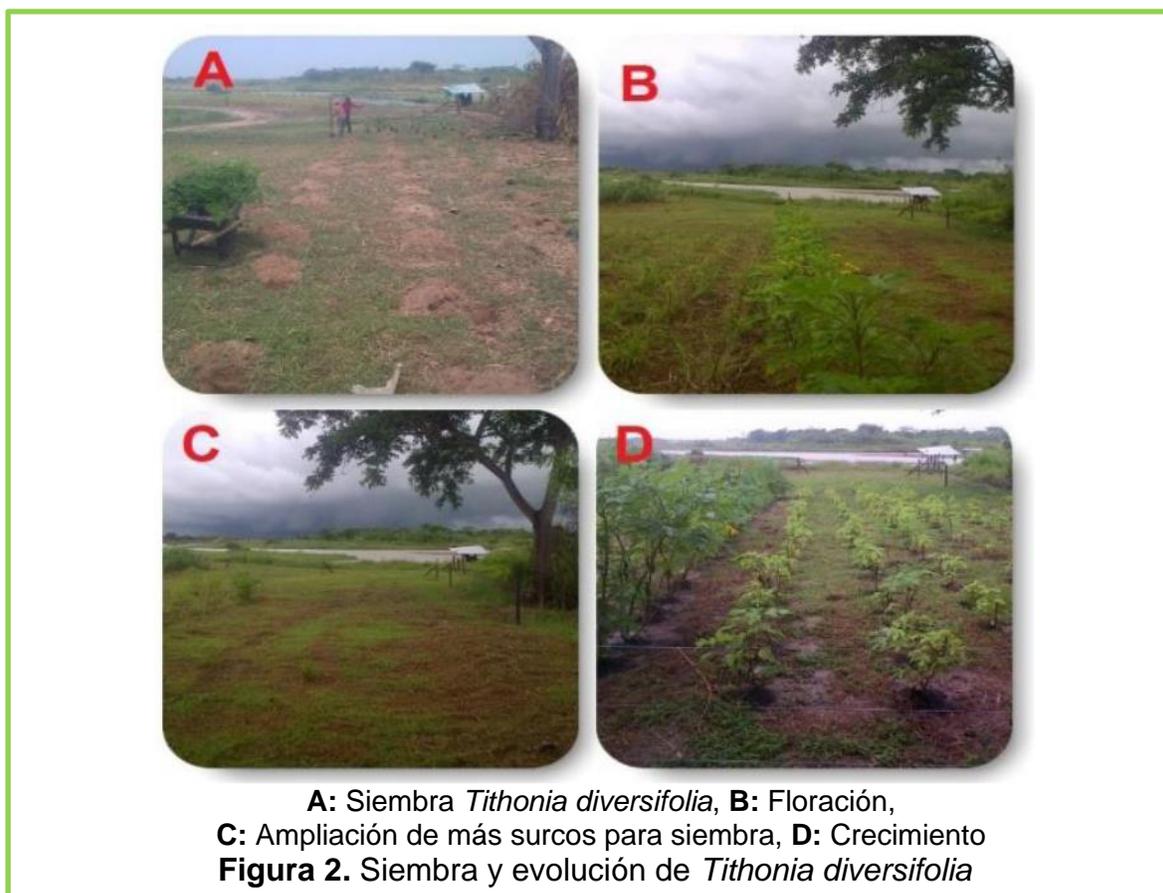
BANCO DE PROTEÍNA CON *Tithonia diversifolia*

Tithonia diversifolia es conocida como “botón de oro”, es una planta herbácea o arbustiva robusta, perteneciente, originaria de México y Centro América desde donde se ha distribuido a diversas partes del mundo dentro de ellas Colombia, donde 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, además tolera condiciones de acidez, de baja fertilidad y crece espontáneamente en áreas perturbadas a orillas de caminos, ríos y carreteras (González *et al.*, 2014). La planta restablece rápidamente la fertilidad y los nutrientes de los suelos degradados (Inayat y Gordon, 2009). La biomasa producida por *Tithonia diversifolia* varía entre 30 y 70 ton/ha de forraje verde dependiendo de la densidad de siembra, el tipo de suelo, el estado vegetativo y las condiciones ambientales (Medina *et al.*, 2009). El uso de *Tithonia diversifolia* para la alimentación animal es cada vez más generalizado debido a su alta rusticidad, buen valor nutricional, alta digestibilidad de la materia seca y la presencia de aceites en sus hojas y flores; además, de la elevada tasa de producción de biomasa, alcanzando anualmente las 77 toneladas de carbono por hectárea (Mahecha *et al.*, 2007).

Se utilizaron 705 estacas de *Tithonia diversifolia* con 30 cm de largo y 2.5 a 3.5 cm de grosor, éstas fueron sembradas en bolsa de polietileno con capacidad para 1 kg, la cual se llenaba 3/4 de tierra y 1/4 de humus sólido, para luego trasplantarla

al sitio definitivo. Para conformar el banco de proteína de esta especie se utilizó un área 174 m² y luego se sembró otra área de 66 m², para un total de 240 m² (Figura 2).

En la primera área (bloque 1) fueron sembradas 175 plantas de *Tithonia diversifolia* en 9 surcos como lo ilustra y 530 plantas en la segunda área (bloque 2) en 26 surcos para un total de 705 plantas (Figura 3). En el bloque 1 no se utilizó humus, mientras que en el bloque 2 las estacas fueron sembrados con 2 kg de humus sólido, 1 kg en el hueco y 1 kg por fuera. Dentro de los bloques las plantas se situaron teniendo en cuenta las siguientes dimensiones para la siembra: 50 cm entre plantas, 70 cm entre surco, y 1 m cada 4 surcos (Figura 3).



Cosecha de *Tithonia diversifolia*

A los 55 días se realizó una poda de nivelación, luego, se realizaron tres cortes cada 67 y 47 días para el bloque uno y dos respectivamente, siendo la producción

total de forraje verde (FV) para el bloque uno de 35,5 kg y para el dos de 212 kg con promedio de: 3.2 y 3.85 kg/corte, respectivamente, estas evaluaciones se realizaron durante un 256 días. Con la aplicación del humus sólido se observó una reducción de más de dos semanas en los días de corte, y un aumento de 300 gr de materia fresca en el mismo periodo. La cosecha se hizo en prefloración, la cual se realizó por surco completo, posteriormente, se abonó la planta con 500 g de humus sólido en la base de la misma. (Figuras 4 y 5).



De cada cosecha ofrecida a los animales las ramas que tenían un grosor entre 1.5 y 2 cm se seleccionaron para la siembra en bolsas de polietileno de 1 kg siendo llenadas en un cuarto de su capacidad con humus sólido, esta práctica fue realizada debido a la experiencia positiva, que se tenía con el uso de este abono. Se presentaron muy pocos problemas fitosanitarios, entre los que se encuentra algunas hojas masticadas por gusanos, y cambios de coloración en la hoja por encharcamientos prolongados (Figuras 6 y 7).



A: Surco uno, abonado con humus sólido y limpieza entre surcos, **B:** Hijos de beneficiarios del proyecto cosechando *Tithonia diversifolia*, **C:** Cosecha del bloque dos, **D:** Mezcla de forraje fresco de *Tithonia diversifolia* y *Moringa oleifera*.

Figura 4. Diferentes etapas en la cosecha de *Tithonia diversifolia*



A: hijos de beneficiarios en cosecha de *Tithonia diversifolia*, **B:** aprehensión de las prácticas de cosecha, **C:** Vista bloque dos, **D:** cosecha bloque dos de *Tithonia diversifolia*

Figura 5. Cosecha y explicación a hijos de beneficiarios del proyecto



A: Consumo de *Tithonia diversifolia* por ovejas de pelo, **B:** Presencia de hojas masticadas por insectos y cambio de coloración, **C:** Pesaje de *Tithonia diversifolia*, **D:** Estacas de *Tithonia diversifolia* de diferentes edades
Figura 6. Diferentes prácticas con *Tithonia diversifolia*



A: Crecimiento de plántulas en vivero, **B:** Plántulas que se dejaron con solo dos ramas
Figura 7. Plántulas de *Moringa oleifera* en vivero.

BANCO DE PROTEÍNA CON *Moringa oleifera*

El árbol de *Moringa oleifera* es objeto de estudio, puesto que la harina de su hoja se compara favorablemente con la leche en polvo en cuanto a sus componentes de proteína y de calcio, y tiene adicionalmente, un alto contenido de vitamina A. Además de su valor nutritivo, las hojas son ricas en antioxidantes, entre los cuales destacan los isotiocianatos, los cuales parecen presentar propiedades anticancerígenas, hipotensoras, hipoglucemiantes y antibióticas. La concentración de factores antinutritivos en las hojas, tales como inhibidores de proteasas, taninos, saponinas y lectinas, son insignificantes (Olson y Fahey, 2011).

Siembra de *Moringa oleifera*

Las semillas de moringa se sembraron en vivero durante un mes utilizando bolsas de polietileno con capacidad para 1 kg, la cual se llenaba 3/4 de tierra y 1/4 de humus sólido. En total se sembraron 1121 plantas en un área de 1440 m² distribuidos en dos lotes, se utilizaron 15.5 bultos (40 kg c/u) de humus sólido cuando se trasplantaron al sitio definitivo. En el primer lote, el cultivo se orientó en dirección oriente a occidente con una distancia de un metro entre surcos y plantas, mientras que en el segundo lote colocaron de norte a sur, y con distancias de un metro entre plantas y dos entre surcos, en el medio de los cuales se sembró yuca. Las plantas recibieron humus sólido en su siembra y en los periodos de cosecha, mediante el método de abonado que se puede apreciar en la Figura 9, la cantidad de humus utilizado fue un kg por planta (2 manotadas).

Cosecha *Moringa oleifera*

Se realizó un corte de nivelación a los 60 días de sembrada la *Moringa oleifera*, luego se hicieron tres cosechas cada 45 días, con el fin de evaluar la cantidad de rebrotes y de forraje verde para ser suministrados a los ovinos (Figura 8). La producción de materia fresca en el primer y segundo lote fue: 250 y 190 g/planta respectivamente, se observó que la producción de biomasa de esta forrajera se disminuyó cuando se intercaló con yuca, además es de anotar que su producción

fue baja debido al escaso crecimiento y alta mortalidad de las plantas. Estas evaluaciones se hicieron en un periodo de 195 días.



Figura 8. Consumo *Moringa oleífera* por ovejas de pelo en granja



A: Aplicación de humus sólido (área previamente plateada) en el contorno del tallo de la planta, **B:** Protección de humus sólido (dos manotadas), **C:** Plantas de *Moringa oleífera*, **D:** Dos manotadas de cascarilla de arroz por planta

Figura 9. Labores culturales *Moringa oleífera*

Además, al comienzo, se observó en el primer lote sembrado con *Moringa Oleífera* intercalada con yuca, un mejor crecimiento en comparación con el segundo lote, pero al pasar el tiempo las plantas disminuyeron su crecimiento, posiblemente se debió a la competencia por luz solar, sin embargo en este lote se observaron plantas que estaban en floración y la presencia de vainas en crecimiento.

Se presentaron cambios en la coloración de las hojas (clorosis) de algunas plantas en los diferentes lotes, esta clorosis es el amarillamiento del tejido foliar causado por la falta de clorofila, sus causas posibles son el drenaje insuficiente, raíces averiadas o compactadas, alta acidez y deficiencias nutricionales del suelo, que por su bajo pH impide que los nutrientes sean biodisponibles para la planta. También se puede deducir que los nutrientes no puedan absorberse porque las raíces de las plantas están poco desarrolladas. En general, cuanto más tiempo dura la clorosis en la planta, más grave se torna, esta comienza con una leve decoloración (de verde claro a verde lima) del tejido internerval mientras que el color amarillo indica un problema más grave; en algunos casos, se torna clorótica una sola parte de la planta (Córdova, 2014).

PASTO ELEFANTE, KING GRASS (*Pennisetum purpureum* var. Panamá común)

El área de *Pennisetum purpureum* var. Panamá común tiene un total de 53 m de largo y 20 de ancho (1060 m²), el cultivo fue irrigado con 3 aspersores grandes y uno pequeño que cubren totalmente el área sembrada (52 surcos en total, después de 90 días de sembrado se empezó a cosechar el forraje y luego se realizaron dos cortes cada 45 días, para un total de 180 días de evaluación (Figura 10).

Abono y cosecha del pasto de corte

El abono se hizo con estiércol de bovino seco con cascarilla de arroz (Figura 11), y se aplicó entre los surcos orientados de norte a sur, el forraje se cosechó a una altura de 1.50-2.0 m, se observó que sus tallos eran jugosos y muy suculentos para los ovinos).



A: Surcos a cosechar, **B:** Plantas en crecimiento, **C:** Área pasto crecimiento atrasado, **D:** Pasto en crecimiento

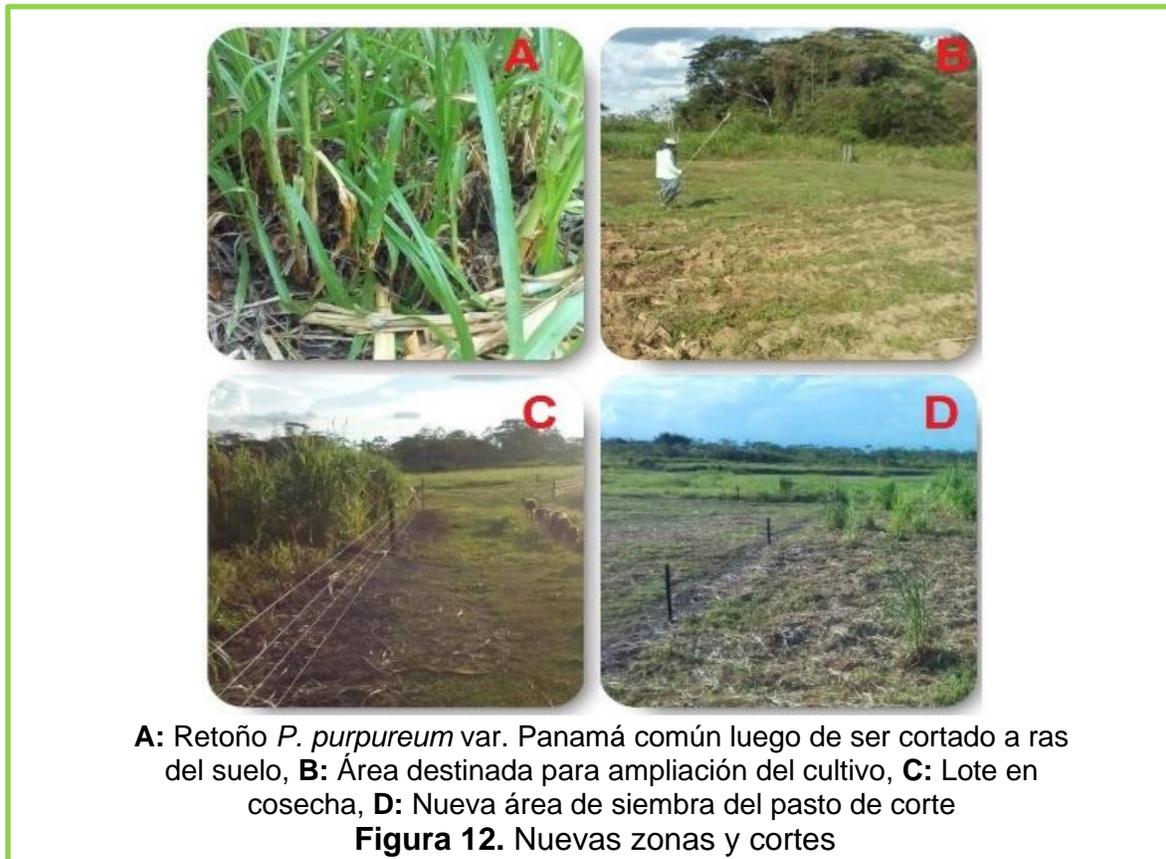
Figura 10. Crecimiento y corte lote *P. purpureum* var. Panamá común



A: Estiércol seco entre surcos, **B:** Crecimiento plantas, **C:** Vista desde el vivero, **D:** Post-riego lote de pasto de corte (*P. purpureum*)

Figura 11. Área de *Pennisetum purpureum* var. Panamá común

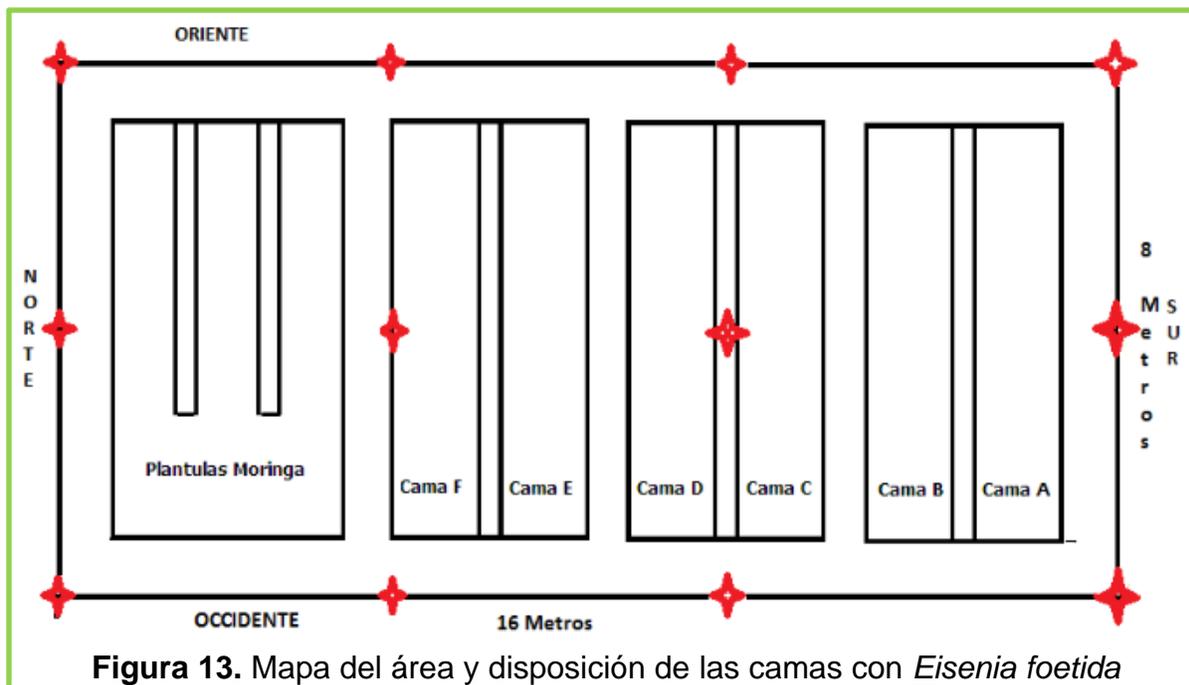
La totalidad cosechada fue aproximadamente 4.5 toneladas, con una producción de 4 kg/m². La demanda de los animales se prevé superior a la oferta con el lote actual de pasto de corte, es por eso que se está adecuó otra área (1.336 m²) para ampliar el cultivo (Figura 12).



LOMBRICULTIVO CON *Eisenia foetida*

La finca cuenta con 6 camas de lombriz californiana (*Eisenia foetida*), cuyas medidas son 1.50 m de ancho por 5 m de largo y 40 cm de alto, distribuidas de oriente a occidente e identificadas con las letras, se alimentan con 6 bultos de residuos sólidos orgánicos de los sistemas de producción bovina (recogidos en el transcurso de la semana de fincas aledañas), se sembraron primero las camas B, C y D donde hay mayor cantidad de individuos por metro cuadrado. Las camas E, F y A se alimentan con 2 bultos cada una. Estas cantidades se aumentaron en razón al ofrecimiento de estiércol que provenía de las ovejas. El espesor del

alimento ofrecido fue de 4-5 cm, suministrando los residuos orgánicos cada ocho días, también se utilizaron los residuos caseros (Figura 13).



Diariamente del aprisco se recogen 20-23 kg de estiércol fresco, en la mañana cuando se limpia el aprisco, al principio cuando se estaban alimentando las camas con el estiércol de las ovejas, se observó un lento consumo por parte de las lombrices, la solución fue dejar el estiércol en el balde y llenarlo de agua hasta que se rebasara con el objetivo de humedecerlo para facilitar su consumo.

Cosecha de *Eisenia foetida*

Para cosechar una cama de lombriz se la deja sin alimento 5 días, luego se pone una malla para zaranda (agujeros de 5 mm) y se coloca el estiércol esparcido para que ellas se suban al alimento (Figuras 14 y 15). Después de 3-6 días se recoge el material (lombrices y estiércol digerido) y se pasa a una nueva cama. Se mueve el material que hay entre los espacios que quedaron de las trampas esto con el fin de que no haya humedad y obligar al desplazamiento de las lombrices a los lugares húmedos (trampas). Las trampas se recogen a primera hora de la mañana (antes de que salga el sol fuerte), llevando el material de las camas que tienen de

75 a 80% de humedad, a un lugar se baje ésta en un 35 a 40%, aunque si el material se utiliza dentro de la granja no hay necesidad de secarlo.



Después de que se haya bajado la humedad al 35-40%, el material se pasa por la zarande y se puede empacar; labor que no se ha ejecutado porque toda la producción se está usando para: huerta casera, cultivos como plátano, *Moringa oleifera*, *Tithonia diversifolia*, y yuca. Durante 180 días de evaluación se obtuvieron 18.250 kg de humus de lombriz, producto de 12 cosechas que se han hecho hasta el momento, dando un promedio por cosecha de cama de 254 kg de humus sólido, la cual se aumentó cuando las ovejas llegaron a la granja.



Siembra de nueva cama con *Eisenia foetida*

Luego de cosechar la cama, se procede a llenarla con cascarilla de arroz mezclada con estiércol (el mismo que se aplica al pasto de corte), también se adiciona hojas de papel reciclado, luego se humedece y se coloca la semilla de lombriz que fue capturada de otra cama próxima a cosechar, y se les deja alimento (estiércol humedecido), hasta la nueva cosecha, y así iniciar el mismo proceso con otra cama (Figura 16).

Densidad de lombrices en la cama

Para estimar la densidad de lombrices se tomó un tubo con 9 cm de diámetro y 28 cm de largo, introduciéndolo en diferentes sitios de la cama a cosechar para tomar varias sub-muestras (Figura 17B) y retirándolo posteriormente; se tomaron cinco submuestras, midiendo el espacio que no se llenó con lombrices (Figura 17A). De las submuestras tomadas se cuentan las lombrices que hay presentes sean

grandes y pequeñas, estimando los volúmenes de éstas y número de lombrices atrapadas en el tubo (Tabla 1), luego se estima la densidad utilizando el resultado de lombrices contabilizadas con relación al volumen total de la cama (3 m³), generando una aproximación de la cantidad lombrices presentes en la cama.



Tabla 1. Densidad de lombrices en la cama

Submuestra	Largo (h) (cm)	Ancho (cm)	Volumen de submuestra (m ³)*	Numero de lombrices
1	16	9	0,001017	230
2	12	9	0,000763	109
3	14	9	0,000890	170
4	13	9	0,000827	143
5	14	9	0,000890	185
Total aforo			0,004387	837
Total cama			3	572.373

*Estimado mediante: $V = \pi \times 4,5^2 \times h$



A: Medida de una de las submuestras, **B:** Muestra tomada de cama, **C:** Largo total del tubo, **D:** Separación de lombrices de las cinco submuestras

Figura 17. Aforo muestra cama D.

ANÁLISIS

Tithonia diversifolia (Botón de oro) demostró ser una especie que se adaptó muy bien en la granja, se comprobó que no tolera encharcamientos, y además no fue atacada por las hormigas del género *Atta* (hormiga arriera) mientras que *Moringa oleifera* fue afectada ocasionando mortalidad, se deduce que *Tithonia diversifolia* puede tener metabolitos secundarios con propiedades de controlar este insecto (Mahecha y Rosales, 2005). La altura de corte se hizo por encima de los 15 cm de altura, aprovechándose a su vez estacas con buen porte y vigorosidad para la siembra en bolsas de polietileno, no se reportaron muerte de plantas. Hernández, (2008) en un estudio de sobrevivencia de plantas en tres alturas de corte (0, 15 y 30 cm) demostró que en el segundo corte del tratamiento a nivel del suelo, hubo como promedio un 5.9% de mortalidad, lo cual constituye una tendencia negativa en cuanto a la persistencia de las planta. En el cultivo de *Moringa oleifera* en la granja, los mejores resultados fueron para el lote frente al vivero esto se ve

reflejado por la cantidad de plantas establecidas y el área de producción. Teniendo en cuenta que la aparición de los signos de clorosis fue posterior a periodos de lluvia intensa y encharcamiento de varias plantas, posiblemente se debió a un drenaje insuficiente, se observó que la utilización de humus sólido ayudó a mejorar el drenaje haciendo más poroso el suelo y además protegiendo el humus con cascarilla de arroz aplicada en el contorno del tallo donde previamente se había plateado el área se conserva con más tiempo los nutrientes de este abono, (Basaure, 2004). Cada especie vegetal se halla asociada a una determinada combinación de factores climáticos que son los más favorables para su crecimiento, así como ciertos extremos de calor, frío o sequía más allá de los cuales las plantas no pueden sobrevivir (Falasca y Bernabé, 2008).

Para la cerca viva de *Moringa oleifera* se establecen a una distancia de un metro, controlando la producción de follaje mediante podas frecuentes (Olson y Fahey, 2011). Estas plántulas son susceptibles a la sequía, daño por viento y a la competencia con gramíneas, una vez establecidos, los árboles jóvenes en etapa de poste, son muy resistentes y capaces de sobrevivir a las sequías y competencia radicular. La yuca y *Moringa oleifera* se sembraron de manera intercalada entre surcos, la utilización del humus sólido fue fundamental para el establecimiento y mantenimiento de las mismas. Se evidenció que la aplicación de humus sólido, junto con el corte desde vivero de las ramas y el plateado en la base de la planta, mostró un mayor grosor del tallo que a su vez se traduce en mayor anclaje para vientos fuertes y aumento del rendimiento en biomasa por su capacidad de rebrote, además se observó menor presencia de clorosis en las hojas. *Moringa oleifera* rebrotó vigorosamente después de la poda, produciendo de cuatro a ocho renuevos por tocón, los arbustos cultivados por su fruta y para forraje frecuentemente se desmochan para restringir el desarrollo de la copa y promover el crecimiento de nuevas ramas (Toro *et al.*, 2011). Ocasionalmente, las plántulas alcanzan 2.5 metros de alto 3 meses después de sembradas y entre 1.8 a 3.6 m 5 meses después de sembradas (Olson y Fahey, 2011), en la granja se observaron unas pocas plantas con una altura superior a los 2.5 m, las cuales a su vez se dejó seguir su crecimiento sin hacer poda con el fin de producir semilla.

De la alimentación que reciben las lombrices, el 60% lo emplean en su mantenimiento y reproducción y el 40% restante transforman en humus. Es decir que con 500 kg de alimento al año las lombrices sometidas a este proceso intensivo de cultivo producen 200 kilos de humus, con una población de 40000 lombrices por m² (Esteve, 2008). Los resultados en la granja se consideran buenos en cuanto a producción de humus sólido que fueron de 254 kg por cama.

CONCLUSIONES

La implementación del banco de proteína con *Tithonia diversifolia* es viable en la granja, y sus cantidades cosechadas demuestran el potencial productivo y forrajero para la alimentación de ovinos. Mientras que *Moringa oleifera* no mostró una producción adecuada, es de anotar que ambas especies son consumidas con gusto y voracidad por los animales.

El lombricultivo ha mostrado ser un insumo clave en el desarrollo del proyecto, puesto que se usa el humus para fertilizar los cultivos, además la venta externa genera mejoramiento en la calidad de los suelos y un ingreso monetario adicional, por lo tanto, esta tecnología contribuye a solucionar dos de los problemas ambientales que se deben enfrentar en la actualidad: la acumulación de grandes concentraciones de residuos orgánicos en las fincas y la necesidad de materia orgánica en los suelos agrícolas.

El pasto de corte *Pennisetum purpureum* var. Panamá común demostró ser una gran ayuda en la alimentación de los animales, la proyección de la producción ovina en la granja, hace necesario la ampliación del cultivo, por su gran adaptación a las condiciones climatológicas y edafológicas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Basaure P. Manual de lombricultura Agroecología y Lombricultura. Chile. 2004. Recuperado 08 Marzo 2014. Disponible En: <http://www.manualdelombricultura.com/foro/mensaies/7282.html>
2. Córdova F. Dinámica del hierro en el sistema suelo-planta. Tesis de Grado Especialista en Suelo y Nutrición de Plantas. Instituto de Postgrado, Universidad Central de Ecuador. Quito, Ecuador. 65 p. 2014.

3. Esteve JA. Manual práctico de técnicas de compostaje y lombricultura. 2008. Recuperado 08 Marzo 2014. Disponible En: http://www.hortsecologics.net/documentacion/dosier_curs_o_compost.pdf
4. Falasca S, Bernabé MA. Potenciales usos y delimitación del área de cultivo de Moringa oleífera en Argentina. Revista Virtual Redes, 2 (1): Art VII-2, 16 p. 2008. Disponible En: <http://revistavirtual.redesma.org/vol3/pdf/investigacion/Moringa.pdf>
5. González J, Hahn C, Narváz W. Características botánicas de Tithonia diversifolia (asterales: asteraceae) y su uso en la alimentación animal. Bol. Cient. Mus. Hist. Nat., 18 (2): 45-58. 2014.
6. Hernández A. Factores agronómicos que influyen en la producción de Tithonia diversifolia en la provincia de Matanzas. Trabajo de Curso. EEPF "Indio Hatuey" Sede Universitaria de Perico. Matanzas, Cuba. 23 p. 2008.
7. Inayat A, Gordon O. Influencia de las fases lunares (menguante y luna llena) sobre la propagación vegetativa del botón de oro Tithonia diversifolia para la formación de un banco de proteína: Tesis de Grado, Facultad de Ingeniería de Ciencias Agropecuarias, Sede el Prado, Quito, Ecuador. 2009.
8. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). Atlas Climatológico de Colombia. 2014. Recuperado 12 Abril 2014. Disponible En: <http://atlas.ideam.gov.co/visorAtlasClimatologico.html>
9. Mahecha E, Rosales M. Valor nutricional del follaje de botón de oro (Tithonia diversifolia (Hemsl.) Gray, en la producción animal en el trópico. Livestock Research for Rural Development. 17 (9): Art. 100. 2005. Recuperado 13 Abril 2014. Disponible En: <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd17/9/mahe17100.htm>
10. Mahecha L, Escobar JP, Suárez JF, Restrepo LF. Tithonia diversifolia (Hemsl.) Gray (botón de oro) como suplemento forrajero de vacas F1 (Holstein por Cebú). Livestock Research for Rural Development, 19 (2): Art. 16. 2007. Recuperado 12 Diciembre 2014. Disponible En: <http://www.lrrd.org/lrrd19/2/mahe19016.htm>
11. Medina M, García D, González M, Cova LJ, Moratinos P. Variables morfoestructurales y de calidad de la biomasa de Tithonia diversifolia en la etapa inicial de crecimiento. Zootecnia Trop. 27 (2): 121-134. 2009.
12. Olson M, Faney J. Moringa oleífera: un árbol multiusos para las zonas tropicales secas. Revista Mexicana de Biodiversidad, 82 (4): 1071-1082. 2011.
13. Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación (FAO). Organic agriculture. Committee on Agriculture. 1999. Recuperado 09 Marzo 2014. Disponible En: www.fao.org/docrep/meeting/X0075E.htm
14. Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación (FAO). Agricultura orgánica, ambiente y seguridad alimentaria. El-Hage N, Hattman C (Ed), Roma. 280 p. 2003. Recuperado 10 Marzo 2014. Disponible En: <http://www.fao.org/docrep/005/y4137s/y4137s00.htm>
15. Pérez M, Rojas J. Hacia el desarrollo sostenible en Colombia. En: Documentos de política pública Piensa Colombia: los aportes de la academia. Tomo 1. Vol. 3. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 2008.
16. Ramachandran C, Peter KV, Gopalakrishnan PK. Drumstick (Moringa oleífera): a multipurpose Indian vegetable. Economic Botany. 34 (3): 276-283. 1980.
17. Pérez A, Montejo I, Iglesias J, López O, Martín G, García D, Milián I, Hernández A. Tithonia diversifolia (Hemsl.) A. Gray. Pastos y Forrajes, 32 (1): 1-15. 2009.
18. Toro J, Carballo A, Rocha L. Valoración de las propiedades nutricionales de Moringa oleífera en el departamento de Bolívar. Revista de Ciencias, 15: 22-30. 2011.