

VOLUMEN 12 NÚMERO 1 AÑO 2021

**REVISTA
SISTEMAS DE PRODUCCIÓN
AGROECOLÓGICOS**

GRUPO DE INVESTIGACIÓN DE AGROFORESTERIA UNILLANOS



EDITORIAL

Algunos resultados de investigación han confirmado que el uso de compuestos bioactivos derivados de plantas puede disminuir el riesgo de enfermedades en los seres humanos, se ha demostrado que las frutas son la principal fuente de estas sustancias que se pueden considerar nutraceuticas y que contribuyen a prevenir un sinnúmero de afecciones que inciden en la calidad de vida. La mayoría de las frutas son ricas en fibra, siendo este nutriente vital para mantener en funcionamiento el tracto digestivo, impidiendo que se presenten problemas de colón. También existen en las frutas varias moléculas como polifenoles, taninos, ácido anacardino, carotenoides y vitamina C, que tienen actividades: antioxidantes, antitumorales, anti proliferativos, antimicrobianas y anti-inflamatorias por lo tanto es importante incluir las frutas en la alimentación diaria, puesto que son de gran apoyo en terapias para el tratamiento de infecciones, cáncer y otras enfermedades de importancia en salud pública. Existen varias clases de polifenoles: ácidos fenólicos, estilbenos, lignanos, alcoholes fenólicos y flavonoides, siendo este grupo el más extenso de sustancias no energéticas presentes en los alimentos de origen vegetal, las cuales tienen propiedades antioxidantes, puesto que se ha comprobado que participan en varias reacciones de óxido-reducción y modulan la actividad de diferentes enzimas e interfieren en mecanismos de señalización en distintos procesos celulares, por lo tanto, una dieta rica en polifenoles puede mejorar la salud y disminuir la incidencia de enfermedades cardiovasculares. Estos compuestos también son indispensables para el desarrollo normal de las plantas, puesto que cumplen algunas funciones fisiológicas básicas y de defensa ante situaciones de estrés y estímulos adversos en el medio ambiente. Los taninos poseen, por lo tanto, son muy útiles para los tratamientos de diarrea o gastroenteritis y por sus propiedades antioxidantes tienen la capacidad de proteger los tejidos de la acción de los radicales libres debidos a procesos de envejecimiento. El ácido anacárdico o anacardo es un antioxidante natural, con múltiples aplicaciones industriales: conservante, antibacteriano, insecticida, herbicida, entre otras. Los carotenoides son antioxidantes y se está estudiando su acción como protector de ciertos tipos de cáncer, enfermedades del corazón y la degeneración macular. La vitamina C se requiere principalmente para la reparación de tejidos y la producción de colágeno que se utiliza para el mantenimiento de piel y tejidos blandos.

Zootecnista Esp. Msc. MARÍA LIGIA ROA VEGA.

UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS GRUPO DE INVESTIGACIÓN DE AGROFORESTERIA

Estudio epidemiológico retrospectivo de las encefalitis equinas en tres departamentos de los llanos orientales

Retrospective epidemiological study of equine encephalitis in three departments of the eastern plains

Estudo epidemiológico retrospectivo da encefalite equina em três departamentos das planícies orientais

Velásquez Prieto Sandra Milena¹; Almansa Carrillo Yuli Marcela¹; Hernández Martínez María Cristina²

¹Medico Veterinario y Zootecnista, Universidad de los Llanos

²Medico Veterinario y Zootecnista MSc, Universidad de los Llanos

yuli.almansa@unillanos.edu.co

Recibido 18 de octubre de 2020. Aceptado 02 de junio 2021

RESUMEN

La Encefalitis Equina del Este (EEE) y la Encefalitis Equina Venezolana (EEV) son infecciones zoonóticas de importancia en salud pública, debido a que pueden causar encefalitis grave en équidos y humanos por picadura de mosquitos y por su alto potencial para traspasar fronteras; son causadas por virus de la familia Togaviridae, del género Alphavirus, de los que algunos ocasionan encefalitis en mamíferos y aves. Son enzoóticas en Venezuela y otras partes de América del Sur, siendo el virus de la EEV responsable de los principales brotes de enfermedades graves, a menudo mortales en animales y humanos. En Colombia existen zonas de mayor riesgo de presentación, teniendo en cuenta la circulación de los vectores transmisores y condiciones geográficas que favorecen su proliferación, las cuales se encuentran ubicadas en altitudes menores de los 1200 msnm. El objetivo de este trabajo fue determinar el comportamiento epidemiológico de las encefalitis equinas basado en un estudio descriptivo-retrospectivo en dos departamentos de la región de la Orinoquia Colombiana, durante los años 2012-2018. Se utilizó la base de datos

proporcionada por el Instituto Colombiano Agropecuario - ICA analizado mediante el método de Bortman por corredores endémicos. En el departamento del Casanare entre los años 2012 a 2018 se presentaron 62 focos de EEE, con el 91,9% de los casos en el año 2016; con mayor frecuencia en los meses de julio, agosto y junio, en los municipios: Aguazul, Maní, Monterrey, Orocué, San Luis de Palenque, Tauramena, Trinidad y Yopal, sin focos en el año control 2019; de EEV se presentaron dos (2) focos en los años de 2012-2018; sin casos en el año control 2019. En el departamento del Meta, hubo ocho (8) focos de EEE, siendo los municipios de mayor incidencia: Puerto Rico, Cumaral y Guamal. Durante este período en los años de estudio, los meses con mayor incidencia fueron marzo, abril y junio. En el año control se presentó un brote epidémico durante los meses de febrero y marzo en el municipio de Puerto Rico, con un total de tres (3) focos reportados y 15 animales afectados. De EEV se presentaron dos (2) focos reportados en el año 2016, en los meses de enero y julio. El estudio sirve de ayuda para el control de las Encefalitis Equinas en el tiempo, siendo para la EEE los meses de mayor incidencia julio, agosto y septiembre probablemente por el aumento de la temperatura ambiental en estos meses y por ende por la multiplicación de los vectores; mientras que, para la EEV los meses de mayor incidencia fueron enero, febrero, abril y julio. El presente estudio arroja luces del comportamiento de estos y otros virus de importancia zoonótica en la región.

Palabras claves: Encefalitis equina, régimen lluvias, vectores.

ABSTRACT

Eastern Equine Encephalitis (EEE) and Venezuelan Equine Encephalitis (EEV) are zoonotic infections of public health importance, because they can cause severe encephalitis in equids and humans due to mosquito bites and because of their high potential to cross borders; They are caused by viruses of the Togaviridae family, of the Alphavirus genus, some of which cause encephalitis in mammals and birds. They are enzootic in Venezuela and other parts of South America, with the VEE virus being responsible for major outbreaks of serious, often fatal disease in animals and

humans. In Colombia there are areas with a higher risk of presentation, taking into account the circulation of the transmitting vectors and geographical conditions that favor their proliferation, which are located at altitudes lower than 1200 meters above sea level. The objective of this work was to determine the epidemiological behavior of equine encephalitis based on a descriptive-retrospective study in two departments of the Colombian Orinoquia region, during the years 2012-2018. The database was provided by the Instituto Colombiano Agropecuario - ICA and was analyzed using the Bortman method by endemic corridors. Finding that in the department of Casanare between the years 2012 to 2018 there were 62 outbreaks of EEE, with 91.9% of the cases in 2016; more frequently in the months of July, August and June, in the municipalities: Aguazul, Maní, Monterrey, Orocué, San Luis de Palenque, Tauramena, Trinidad and Yopal, without outbreaks in the control year 2019; of VEE there were two (2) outbreaks in the years 2012-2018; no cases in the control year 2019. In the department of Meta, there were eight (8) foci of EEE, the municipalities with the highest incidence being: Puerto Rico, Cumaral and Guamal. During this period in the study years, the months with the highest incidence were March, April and June. In the control year, an epidemic outbreak occurred during the months of February and March in the municipality of Puerto Rico, with a total of three (3) reported foci and 15 affected animals. There were two (2) outbreaks of VEE reported in 2016, in the months of January and July. The study yielded data that help to control Equine Encephalitis over time, being for the EEE the months of highest incidence July, August and September, probably due to the increase in environmental temperature in these months and therefore by the multiplication of vectors; while, for VEE, the months with the highest incidence were January, February, April and July.

Key words: Equine encephalitis, rainfall regime, vectors.

RESUMO

Encefalite Equina Oriental (EEE) e a Encefalite Equina Venezuelana (VEE) são infecções zoonóticas de importância para a saúde pública, pois podem causar encefalite grave em equídeos e humanos devido a picadas de mosquito e devido ao seu alto potencial de cruzar fronteiras; São causadas por vírus da família

Togaviridae, do gênero Alphavirus, alguns dos quais causam encefalite em mamíferos e aves. Eles são enzoóticos na Venezuela e em outras partes da América do Sul, sendo o vírus VEE responsável por grandes surtos de doenças graves e muitas vezes fatais em animais e humanos. Na Colômbia existem áreas de maior risco de apresentação, levando em conta a circulação dos vetores transmissores e as condições geográficas que favorecem sua proliferação, que se localizam em altitudes inferiores a 1200 metros acima do nível do mar. O objetivo deste trabalho foi determinar o comportamento epidemiológico das encefalites equinas com base em um estudo descritivo-retrospectivo em dois departamentos da região colombiana de Orinoquia, durante os anos 2012-2018. Foi utilizado o banco de dados fornecido pelo Instituto Agropecuário Colombiano - ICA, analisado pelo método de Bortman por corredores endêmicos. No departamento de Casanare, entre 2012 e 2018, ocorreram 62 focos de EEE, com 91,9% dos casos em 2016; com maior frequência nos meses de julho, agosto e junho, nos municípios: Aguazul, Maní, Monterrey, Orocué, San Luis de Palenque, Tauramena, Trinidad e Yopal, sem focos no ano de controle 2019; de VEE houve dois (2) surtos nos anos de 2012-2018; nenhum caso no ano de controle de 2019. No departamento de Meta, ocorreram oito (8) surtos de EEE, sendo os municípios com maior incidência: Porto Rico, Cumaral e Guamal. Nesse período nos anos do estudo, os meses de maior incidência foram março, abril e junho. No ano controle, ocorreu um surto epidêmico durante os meses de fevereiro e março no município de Porto Rico, com um total de três (3) surtos notificados e 15 animais afetados. Houve dois (2) surtos de EEV notificados em 2016, nos meses de janeiro e julho. O estudo auxilia no controle da Encefalite Equina ao longo do tempo, sendo a EEE os meses de maior incidência julho, agosto e setembro, provavelmente devido ao aumento da temperatura ambiental nesses meses e, portanto, à multiplicação de vetores. Enquanto para o VEE os meses de maior incidência foram janeiro, fevereiro, abril e julho. Este estudo esclarece o comportamento desses e de outros vírus de importância zoonótica na região.

Palavras-chave: Encefalite equina, regime de chuvas, vetores.

INTRODUCCIÓN

La Organización Mundial de la Salud (OMS) con base en el reglamento sanitario internacional, señaló dentro de las amenazas para la salud pública mundial algunas enfermedades como la Encefalitis Equina Venezolana (EEV), Encefalitis Equina del Este (EEE), Encefalitis Equina del Oeste (EEO) y Encefalitis del Nilo Occidental (ENO) debido al alto potencial para traspasar fronteras; por tanto la vigilancia constante de casos probables, permite tomar medidas inmediatas para mitigar un brote de estas zoonosis, clasificadas por la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE) como enfermedades notificables por el impacto que producen en la salud pública y la economía mundial (INS, 2017; Guzmán-Terán, 2020).

La Encefalitis Equina Venezolana (EEV) y la Encefalitis Equina del Este (EEE), son zoonosis de importancia, por ser causadas por virus reemergentes, potencialmente mortales en équidos durante epizootias, que causan enfermedad neurológica en humanos contagiados (Forrester *et al.*, 2017), con grave impacto social y pérdidas económicas en explotaciones pecuarias, siendo eventos de especial seguimiento en las Américas e históricamente circulantes en Colombia (Kumar *et al.*, 2018).

Colombia tiene zonas geográficas características para la presentación de la EEV y la EEE, razón por la que la vigilancia epidemiológica requiere de un esfuerzo conjunto y coordinado entre las instituciones encargadas de la salud animal, salud humana y el medio ambiente, con la participación de gremios, comunidad y agencias de cooperación técnica internacional. El sistema de vigilancia debe coordinar actividades de recolección y análisis de información, que dispongan oportunamente en el tiempo y espacio de datos sobre la conducta de las encefalitis equinas y de los factores que condicionan su prevalencia (ICA, 2020a).

En Colombia se han detectado circulantes los virus de EEV y EEE; conocidos por su rápida propagación entre poblaciones de équidos, que actúan como amplificadores del virus transmitiéndolo a las poblaciones humanas (OPS, 2011). Anticuerpos del virus del Nilo Occidental, han sido reportado en equinos en los

departamentos de Córdoba, Cesar y Sucre (Mattar *et al.*, 2008).

La Organización Panamericana de la Salud (OPS) realiza recomendaciones para la prevención y control de enfermedades vectoriales como las encefalitis equinas, mediante programas integrales que incluyen planes de capacitación, divulgación y educación sanitaria, programas de vacunación, de atención oportuna de focos, diagnóstico oportuno por laboratorio, control de la movilización animal, sistemas de información y vigilancia epidemiológica, control de vectores y la vigilancia de huéspedes y reservorios, además de la participación comunitaria y la cooperación intersectorial en el ámbito nacional e internacional (Mesa *et al.*, 2005).

Las encefalitis equinas se convierten en un importante reto para los servicios de salud humana, sanidad animal y producción pecuaria, debido a sus diferentes ciclos en la naturaleza e infección en diferentes hospederos, a las manifestaciones clínicas inespecíficas y variables que hacen compleja la definición de casos en humanos y animales y el establecimiento de acciones de promoción, prevención y control.

Según el Boletín “Colombia: Sanidad 2014” del ICA en 2017, la lluvia es un factor ambiental determinante en la multiplicación de la población de mosquitos, porque incrementa las posibilidades de infectarse con el virus y de transmitirlo a las especies susceptibles durante la época de sequía, ocasionando focos esporádicos. Por lo cual es fundamental conocer cuán endémicas son las encefalitis equinas, mediante la incidencia habitual en una región o en una época, así, la elaboración de los corredores endémicos, resulta una herramienta epidemiológica utilizada debido a la facilidad de su confección e interpretación, en la cual la incidencia actual puede ser representada gráficamente sobre la incidencia histórica y evaluar el comportamiento endémico o epidémico de las mismas; que una vez conocido, permita diseñar estrategias de prevención, control y toma de decisiones de forma temprana por parte de las instituciones encargadas de la vigilancia sanitaria en el país.

HISTORIA DE LAS ENCEFALITIS EQUINAS

Desde el aislamiento del virus de la Encefalitis Equina Venezolana (VEEV) en el Estado Aragua (Venezuela) en 1938, se notificaron numerosos brotes, epidemias y epizootias en países de América, como: Colombia, Venezuela, Trinidad y Tobago, Costa Rica, México, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Perú y Estados Unidos. Durante 1943 la epidemia se difundió por la costa de Venezuela hasta llegar a Trinidad (Tigertt *et al.*, 1962).

Al mismo tiempo, la epizootia parece haberse extendido al sur y oeste, a lo largo de la costa del Pacífico de Colombia y llegó al Ecuador en 1941, donde continuó atacando a los equinos durante cinco años (Sotomayor, 1946; Kubes, 1944). Entre 1935 y 1961 hubo brotes en Colombia, Trinidad y Tobago, Venezuela y Perú (Ruíz, 1997).

En 1952 se aisló el VEEV en Colombia por primera vez en humanos bajo condiciones naturales en el municipio El Espinal (Tolima); entre 1955 y 1962 se realizaron aislamientos del virus Enzoótico en humanos con infección natural en San Vicente del Chucurí (Santander) en ausencia de epidemia; situación similar ocurrió en 1971, en Puerto Boyacá (Boyacá), indicando su carácter de foco endémico (INS, 2017).

En 1962 hubo un brote de Encefalitis Equina Venezolana (EEV) en la frontera colombo-venezolana que se diseminó más de 4.000 kilómetros llegando a países de Centro y Norte América (Vargas *et al.*, 2009). La mayor epizootia y epidemia causada por la variante B del subtipo I del VEEV inició en Colombia en 1967 y se extendió a Ecuador, Venezuela, América Central, México y finalmente, alcanzó el Estado de Texas en Estados Unidos en 1971, falleciendo entre 38.000 a 50.000 équidos. En Ecuador se notificaron cerca de 31.000 casos en equinos y 310 muertes humanas y en Colombia, 200.000 casos (MS, 1995; Acha y Szyfres, 2003).

En 1970 se notificaron brotes en seres humanos y animales de los estados venezolanos de Apure, Barinas, Cojedes, Guárico y Yaracuy. Se calcula que las muertes ocurridas en Apure ascendieron a 5.000 (Avilán, 1971).

Entre 1973 y 1992 hubo brotes esporádicos en Venezuela, Colombia y México. La última gran epidemia de EEV se presentó en 1995 asociada al subtipo IC, originada como consecuencia de un aumento de actividad viral en una población equina en áreas donde circulaba desde 1993, ocasionando 75.000 casos en humanos, con 0,4% de fatalidad y 50.000 en equinos (Rivas *et al.*, 1997, Colina y Blanchard, 2003).

Brotes en América del Sur y parte de Centro América confirman el papel continuo del virus como patógeno reemergente en humanos y equinos (Vargas *et al.*, 2009). En Colombia se comprobó en 1958 la circulación del virus de Encefalitis Equina del Este en una población equina en San Vicente del Chucurí (Santander) en ausencia de epidemia. Situación similar ocurrió en Puerto Boyacá (Boyacá) en 1971 indicando su carácter de foco endémico (Mesa *et al.*, 2005).

En noviembre de 2004, en una vigilancia serológica realizada en los departamentos de Córdoba, Cesar y Sucre, se encontraron en 12 equinos, anticuerpos al virus del Nilo Occidental, verificándose su circulación en Colombia (Berrocal *et al.*, 2006).

En el año 2015, el Instituto Nacional de Salud (INS) confirmó por laboratorio cuatro casos de EEV en humanos, procedentes del municipio de Coromoro, (Santander) (Mesa *et al.*, 2005). En 2016 se reportaron 22 focos de EEV en Magdalena, Cauca, Meta, Santander y Cesar (ICA, 2020a).

En el Casanare, entre junio y septiembre de 2016, se registró un incremento inusual de focos de EEE en équidos, pasando de uno a dos focos cada dos a tres años, a 55 focos en los municipios de Aguazul, Yopal, Tauramena, Maní, Orocué, Monterrey, Trinidad y San Luis de Palenque (INS, 2017).

ENCEFALITIS EQUINA

Las encefalitis equinas son infecciones zoonóticas de importancia en salud pública, debido a que pueden causar encefalitis grave en équidos y humanos por picadura

de mosquitos y por su alto potencial para traspasar fronteras (INS, 2017); son causadas por virus de la familia Togaviridae, género Alphavirus, de los que algunos ocasionan encefalitis en mamíferos y aves (Pérez *et al.*, 2019; CFSPH, 2008).

El género Alphavirus incluye ocho complejos genéticos/antigénicos, de los cuales cinco han sido descritos en el Nuevo Mundo (Weaver *et al.*, 2012), dentro de este complejo están los que ocasionan la Encefalitis Equina Venezolana (EEV), Encefalitis Equina del Este (EEE), Encefalitis Equina del Oeste (EEO), el de Mayaro, de Mucambo y de Everglades (De la Hoz, 2000).

El virus de la EEV y el virus de EEE (Especie *virus Madariaga* en América del Sur) son enzoóticos en Venezuela y otras partes de América del Sur, siendo el VEEV responsable de los principales brotes de enfermedades graves, a menudo mortales en animales y humanos (principalmente subtipos BIA e IC) (Arrigo *et al.*, 2010).

En Colombia existen zonas de mayor riesgo de presentación de las Encefalitis Equinas teniendo en cuenta la circulación del vector trasmisor y condiciones geográficas que favorecen su proliferación, las cuales se encuentran ubicadas en altitudes menores de los 1200 msnm (ICA, 2013).

Las encefalitis equinas se convierten en un importante reto para los servicios de salud humana, sanidad animal y producción pecuaria, debido a sus diferentes ciclos en la naturaleza, infección en diferentes hospederos, manifestaciones clínicas inespecíficas y variables que hacen compleja la definición de casos tanto en humanos como en animales y el establecimiento de acciones de promoción, prevención y control (Mesa *et al.*, 2005).

ENCEFALITIS EQUINA VENEZOLANA (EEV)

La EEV es la más importante de las encefalitis, por su severidad, alta morbilidad y letalidad en solípedos, es una enfermedad que emerge periódicamente en epizootias y epidemias combinadas. En América tropical, se caracteriza por su gran capacidad y velocidad para extenderse a otras áreas, como enfermedad infecciosa reemergente (Olano y González, 1997).

Los virus del complejo EEV son clasificados en seis subtipos antigénicos (I a VI). El subtipo I, se divide en cinco variaciones antigénicas o serovares, AB a F (CFSPH, 2008); históricamente solo el subtipo I, variantes IAB y IC son capaces de producir epidemias/epizootias con mortalidad hasta del 85% en equinos (Weaver *et al.*, 1996). Se dividen en grupos epizoóticos (Epidémicos) y enzoóticos (Endémicos). Los virus epizoóticos (IAB e IC) se amplifican en equinos y son responsables de la mayoría de las epidemias. Los virus restantes, incluyendo ID e IE y las variantes en los subtipos II-VI son subtipos enzoóticos (selváticos). (Walton y Grayson, 1989).

La variante ID es responsables de pequeños brotes en humanos en zonas rurales de Panamá, Colombia, Venezuela, Ecuador, Perú y Bolivia, mientras que la variante IE es responsable de brotes de la enfermedad en equinos en México, Belice y Guatemala. Los virus enzoóticos selváticos, se mantienen en bosques tropicales y subtropicales en el Norte, Centro y Sur de América transmitidos a roedores o aves acuáticas por mosquitos de las especies *Culex melanoconium* (Walton y Grayson, 1989).

Los virus enzoóticos alternan entre mosquitos del género *Culex* y marsupiales o roedores selváticos; las aves están involucradas en algunos ciclos, los humanos y los equinos son huéspedes incidentales. Se desconoce el reservorio natural de los subtipos epizoóticos entre epidemias. Los equinos son los principales amplificadores del virus de EEV epizoóticos durante las epidemias. Otros mamíferos no parecen ser epidemiológicamente significativos en la transmisión, sin embargo, en humanos se ha informado viremia suficiente para infectar mosquitos y en algunos casos bovinos y cerdos. Muchas especies de insectos hematógenos pueden transmitir el virus de EEV epizoótico, entre ellos los géneros *Aedes*, *Anopheles*, *Culex*, *Mansonia*, *Psorophora* y *Ochlerotatus* (CFSPH, 2008).

La enfermedad en equinos se caracteriza por fiebre, pérdida de apetito y trastornos del sistema nervioso central, como deterioro muscular, ceguera y convulsiones. En humanos, los primeros síntomas incluyen fiebre, escalofríos, malestar, mialgia en

piernas y espalda baja, cefalea intensa, taquicardia y en algunos casos, náuseas, vómito y diarrea. Si hay signos neurológicos, incluyen convulsiones, somnolencia, confusión y fotofobia. En niños hay más probabilidad de sufrir daños neurológicos permanentes. Después de 4 a 6 días de enfermedad aguda, el paciente puede sentirse débil por varias semanas. Los casos letales se manifiestan con congestión difusa y edema en el cerebro, el tracto gastrointestinal y hemorragia pulmonar y, en ocasiones, desencadenan meningoencefalitis (Guzmán-Terán *et al.*, 2020).

ENCEFALITIS EQUINA DEL ESTE (EEE)

Los virus de la EEE se clasifican antigénica y genéticamente en dos subtipos: el Norte Americano (NA) y el Sur Americano (SA) (Virus Madariaga), presentan diferencias biológicas importantes en su virulencia y ciclos de transmisión. El subtipo NA es genéticamente más homogéneo, patógeno para equinos y humanos, los virus del subtipo SA son genéticamente heterogéneos y menos virulentos para humanos (Monath y Tsai, 2002). Los virus del subtipo NA se transmiten en el Este de Canadá, Estados Unidos, México y El Caribe (Zacks y Paessler, 2010), la transmisión enzoótica y epizoótica del subtipo SA se ha descrito desde México hasta Argentina (OPS, 2011; Griffin, 2013).

Entre mayo y octubre, en Estados Unidos se notifican anualmente de 6 a 8 casos, principalmente en Florida, Georgia, Maryland, Wisconsin y Nueva Jersey. La tasa de letalidad es del 30% y se observan secuelas neurológicas en el 50% de los supervivientes (Banda y Debopam, 2020).

El virus Madariaga (MADV) anteriormente llamado virus de la EEE de Suramérica provocó su primer brote humano documentado en 2010 en Darién (Panamá), donde el VEEV, genéticamente similar, es endémico (Vittor *et al.*, 2016). En encuestas serológicas en Panamá y la Amazonía peruana, de 2 a 5% de población general tenía evidencia de infección previa por MADV, lo que sugiere que la infección humana leve o asintomática es relativamente común (Blohm *et al.*, 2018).

En el brote de 2010, se presentaron más de 100 casos sospechosos de encefalitis, de los que se confirmaron 13 casos de MADV, 11 de VEEV y uno de co-infección; 50 equinos fueron confirmados con MADV (Vittor *et al.*, 2016). Antes del brote del Darién, en Sur América solo hubo tres casos notificados de VEEE en humanos en Brasil y Trinidad. En Norte América se informaron ocho casos entre 2004 y 2013 (Silva *et al.*, 2017). Desde la perspectiva epidemiológica, las epidemias/epizootias de VEEV son explosivas e involucran la amplificación equina, con más de 100.000 casos en humanos y miles de muertes de equinos (Mattar y González, 2018).

ESTRUCTURA DEL VIRUS DE LA ENCEFALITIS EQUINA

El genoma viral está conformado por una cadena sencilla de ácido ribonucleico (ARN) de sentido positivo, de 65-75 nm, que consta de 11.700 nucleótidos y tiene características estructurales de ARN mensajero (extremo 5' con una caperuza metilada y una cola de poly-A en el extremo 3'), envuelto en una nucleocápside icosaédrica, conformada por múltiples copias de la proteína de la cápside. La cápside está rodeada por una envoltura lipídica, que deriva de la membrana plasmática de la célula hospedera, que ha sido previamente modificada por la inserción de dos glicoproteínas virales (Anthony y Brown, 1991; Greene *et al.*, 2005).

La hemaglutinina es un componente inmunogénico en la superficie del virión y corresponde a las proyecciones de glicoproteína. El extremo 5' del genoma codifica cuatro proteínas no estructurales: nsP1, nsP2, nsP3 y nsP4 y el extremo 3' es responsable de tres proteínas estructurales, la cápside y las proteínas de la envoltura E1 y E2. Las proteínas no estructurales participan en la replicación del genoma viral involucrado en funciones del citoplasma del hospedador (Guzmán-Terán *et al.*, 2020).

EPIDEMIOLOGÍA

En Colombia los virus que se han detectado circulando son el de EEV y el de EEE. Estos dos agentes son conocidos por la rápida propagación entre las poblaciones

de caballos, burros y mulares que actúan como amplificadores del virus transmitiéndolo a las poblaciones humanas (Mattar *et al.*, 2008).

En América tropical y subtropical se conocen varios focos naturales de EEV, donde las variantes antigénicas enzoóticas del virus circulan entre vertebrados inferiores y mosquitos. Los focos más reconocidos están ubicados en Belem (Brasil), Guajira, Magangué, Boyacá, Región de Urabá, Río Atrato, Tumaco y Santander (Colombia), Catatumbo, el estado de Miranda, La Guajira venezolana, Zulia (Venezuela), Sur de La Florida (EE. UU), Veracruz (México), Almirante, (Panamá), Paramaribo (Surinam), Bush (Trinidad y Tobago), así como en Argentina, Belice, Guatemala y Perú. También se ha comprobado la circulación del virus en la Amazonía peruana, así como en el Oeste de los Estados Unidos (virus Tonate, cepa Bijou Bridge) y es muy probable que existan otros focos naturales, aún no reconocidos en diferentes regiones tropicales y subtropicales de América (INS, 2017).

En 2008 se notificaron en Colombia, 89 predios con sospecha de Encefalitis Equina, de los cuales se diagnosticó EEV en un predio de Antioquia (ICA, 2008). En el 2009 se notificó en 65 predios; luego de ser colectadas las muestras, se descartaron 49 predios, se confirmó EEV en un predio de Mutatá (Antioquia). Los episodios clínicos notificados compatibles con la enfermedad se identificaron en 15 municipios; en este período se encontró una disminución del 27% en el número de notificaciones, con una similar dispersión geográfica que en el año 2008 (ICA, 2009).

Entre los Alphavirus de origen natural, VEEQ, VEEE y VEEV tienen distribuciones generalizadas en América del Norte, Central y del Sur. El VEEQ se extiende a los EE. UU, desde el medio oeste (Michigan e Illinois) hasta la costa oeste y se extiende a Canadá con casos humanos reportados en 21 estados. El VEEE se encuentra a lo largo del Golfo (Texas a Florida) y la Costa Atlántica (Georgia a New Hampshire), así como en el medio oeste (Wisconsin, Illinois y Michigan) y en Canadá, con casos humanos reportados en 19 estados.

En contraste, la transmisión de VEEV ocurre predominantemente en Centro y Sudamérica. Al igual que con su distribución geográfica, los virus de la encefalitis equina se diferencian por sus principales especies de mosquitos vectores y su potencial zoonótico (Zacks y Paessler, 2010).

En 2010, se informó un brote por virus Madariaga (MADV) y virus de EEV en el este de Panamá, sugiriéndose que múltiples arbovirus están circulando en poblaciones humanas y equinas en Panamá (Carrera *et al.*, 2018).

TRANSMISIÓN DE LAS ENCEFALITIS EQUINAS

Aunque el VEEE puede aislarse de más de 25 especies de mosquitos, el vector más importante en el ciclo enzoótico es el *Culiseta melanura*, que se alimenta principalmente de aves. Durante años, el VEEE se transmitió a los huéspedes mamíferos por medio de vectores puente, mosquitos que se alimentan tanto de aves como de mamíferos. Es posible que los caballos puedan amplificar el VEEE en los lugares donde se concentran las poblaciones de equinos y mosquitos. Durante brotes de la enfermedad en aves de caza, las infecciones son introducidas por mosquitos, pero propagadas en la bandada principalmente por el picoteo de plumas y el canibalismo. El VEEV alterna entre gorriones y mosquitos culicinos, con una diversidad de mamíferos como huéspedes incidentales. *Culex tarsalis* parece ser el vector más importante; otros vectores significativos incluyen *Aedes melanimon*, *Aedes dorsalis* y *Aedes campestris*. (CFSPH, 2008).

Los caballos infectados con este virus no desarrollan una viremia significativa, y son los verdaderos huéspedes incidentales. No se ha informado la transmisión de persona a persona; sin embargo, se ha encontrado VEEV en Encefalomiелitis equina: del este, del oeste y venezolana en secreciones faríngeas en humanos. Es estable cuando se aeroliza y, además, puede atravesar la placenta en mujeres embarazadas (CFSPH, 2008).

IMPORTANCIA EN SALUD PÚBLICA

La vigilancia en salud constituye una actividad de seguimiento, recolección sistemática, análisis e interpretación de datos sobre eventos de salud o condiciones relacionadas, cuya finalidad principal es alertar a las autoridades competentes con oportunidad suficiente para tomar medidas preventivas o de control. Esta vigilancia incluye el sistema de recolección de información que garantice la calidad del dato, la interpretación y los análisis adecuados para las autoridades sanitarias que deben enfrentar los problemas de salud. El sistema de vigilancia debe estar estructurado de manera que la magnitud o el tipo de problema no impidan la respuesta adecuada y para ello debe basarse en sólidas capacidades de diagnóstico y habilidad para la detección precoz desde el primer nivel de atención (Coutin *et al.*, 2010).

Las Encefalitis Equinas aparecen en la lista del Código Zoonosario Internacional de Epizootias de la OIE, razón por la cual, los países están comprometidos a mantener los sistemas de vigilancia e información, para declarar los casos detectados de estas enfermedades (SIVE, 1999). La EEV continúa siendo una amenaza constante para la salud pública y animal en el continente americano (Fabela, 2016).

Las encefalitis equinas son enfermedades importantes, debido al impacto negativo que ocasionan en lo económico y social y por sus graves repercusiones en la salud pública. El impacto social está representado por las repercusiones en la salud de las poblaciones rurales y urbanas localizadas en áreas endémicas y la pérdida de vidas humanas, lo que es capaz de generar colapso de los servicios de salud y efectos negativos en el bienestar comunitario. Las infecciones en humanos, que aparecen paralelamente a las de équidos, comienzan una a dos semanas después de los casos équidos. Sin embargo, a pesar de que los niveles de viremia van de moderados a altos, los humanos probablemente no contribuyan en forma significativa al mantenimiento de la onda epizootica (Mesa *et al.*, 2005).

En humanos, el período de incubación de la EEV puede variar de 1 a 5 días, la enfermedad tiene un comienzo súbito con escalofrío, dolor de cabeza, fiebre, dolor muscular y postración, leves movimientos de los ojos y rigidez de la nuca; la astenia,

el mareo y el malestar general producen incapacitación del paciente. La temperatura es moderadamente alta acompañada de congestión conjuntival y enrojecimiento facial; pueden estar presentes faringitis, linfadenitis cervical y distensión abdominal. Los síntomas disminuyen en pocos días con desaparición de la fiebre, pero el dolor de cabeza y la debilidad persisten por varios días (Monath y Tsai, 2002; Azar *et al.*, 2020) en algunos pacientes puede incluso provocar la muerte (Juárez *et al.*, 2018).

Como resultado de la vacunación, en algunos países como los Estados Unidos, ya no hay epidemias periódicas graves de encefalitis por EEE y EEO; sin embargo, ocurren casos esporádicos y pequeños brotes. Aún continúa presentándose brotes epidémicos de EEV en América del Sur (Kumar *et al.*, 2018; Carrera *et al.*, 2018).

Para controlar la diseminación de los brotes de EEV durante las epizootias, se deben aplicar medidas cuarentenarias en las áreas afectadas, restringir la movilización y concentración de équidos desde y hacia una zona epizoótica y una no infectada, ya que la introducción de animales infectados en áreas libres crearía fácilmente nuevos focos de infección (Brito *et al.*, 2003).

La vigilancia epidemiológica del VEEV comprende el monitoreo de la actividad vírica, las poblaciones de vectores, las infecciones en huéspedes vertebrados, los casos en seres humanos, el clima y otros factores, para poder detectar o predecir cambios en la dinámica de transmisión de los agentes víricos. Los programas de vigilancia deben centrar sus actividades en las zonas de mayor concentración de equinos, cercanas a los centros urbanos, o en los focos enzoóticos que ya han sido reportados previamente (Fabela, 2016).

CANALES ENDÉMICOS

La detección precoz del comportamiento anormal de enfermedades transmisibles depende de la calidad y oportunidad de la información disponible y de métodos eficientes (Coutin *et al.*, 2010).

La detección precoz depende de la calidad y oportunidad de la información, mientras que la determinación de si una enfermedad se encuentra en epidemia o no, requiere métodos sensibles y eficientes. La mayoría de los métodos empleados para evaluar desviaciones del comportamiento actual de un problema de salud versus su comportamiento esperado, se basan en el análisis de las series cronológicas que se conservan en las diferentes instancias del sistema de salud con las cuales se elaboran canales endémicos empleados para la vigilancia semanal o mensual de las enfermedades transmisibles (Coutin *et al.*, 2000).

El canal endémico creado por Selwyn Collins en 1932 para la vigilancia de las epidemias de influenza y muy utilizado desde entonces debido a la simplicidad de su confección e interpretación, es una herramienta que permite conocer el comportamiento y evaluar la naturaleza endémica o epidémica de una enfermedad (IT Connect, 2020; CHM, 2020).

La elaboración de un corredor o canal endémico permite representar gráficamente la incidencia actual de una patología sobre la incidencia histórica de la misma, dando lugar a la detección temprana de cifras anormalmente altas o bajas, de los casos de la enfermedad en estudio. En las tareas de vigilancia epidemiológica en una población, es importante conocer cuán endémica es una enfermedad en dicha población o grupo de personas en un momento determinado del año (SME, 2013). Permite proveer información acerca del patrón de la propagación, tendencia en el tiempo y período de exposición e incubación de la enfermedad (SaluData, 2020).

Los métodos para confeccionar canales endémicos consisten en la obtención de una medida central que sirve como curva de expectativa y otras dos curvas que enmarcan el recorrido de fluctuación normal de la incidencia para cada uno de los intervalos de tiempo considerados, fundamentalmente semanas o meses, a partir de una serie notificada de casos. El aumento de la cantidad de años no mejora sustancialmente el análisis ya que es muy probable que se mantengan estables los factores que han generado la serie sobre todo los criterios diagnósticos, los

mecanismos de notificación y registro y la endemia característica del evento (Bortman, 1999; Gómez, 2000; Marie *et al.*, 2010).

El método más empleado y difundido para elaborar canales endémicos, utiliza el promedio de las medias geométricas de las tasas de incidencia de los últimos años. La ventaja de la media geométrica frente a la aritmética es que reduce la influencia que puede tener algún brote o epidemia que haya ocurrido en el período de estudio. Para construirlo se deben utilizar las tasas de incidencia y no el número de casos, aunque se trate de una población pequeña, a fin de evitar la influencia que puede tener cambios importantes en el tamaño de la población en el período tomado como referencia. En cuanto al número de años de la serie histórica, es aconsejable limitarlo a los últimos 5 a 7, ya que un mayor número de años puede mejorar el modelo de predicción, pero las condiciones que mantienen la endemia verosímilmente pudieran haber variado en ese lapso, así como los mecanismos de notificación y registro (SERGA, 2020; OPS, 2011).

METODOLOGÍA

El trabajo de investigación se desarrolló en la ciudad de Villavicencio, con información sanitaria correspondiente a dos departamentos de los Llanos Orientales de Colombia, Meta y Casanare. Se realizó un estudio descriptivo, de tipo retrospectivo, empleando notificaciones del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) para Encefalitis Equina Venezolana (EEV) y Encefalitis Equina del Este (EEE) en dos departamentos de los Llanos Orientales: Meta y Casanare. Con la base de datos suministrada por el ICA se construyó una plantilla de cálculo de Excel de Microsoft® 2013, con el reporte anual del ICA regional Meta de las notificaciones de Encefalitis Equina Venezolana y Encefalitis Equina del Este, en los departamentos del Meta y Casanare, desde el año 2012 hasta el 2019, complementando la información con los boletines sanitarios mensuales, semestrales y anuales del ICA en su página web.

La información se organizó cronológicamente por meses y luego por año, para totalizar las notificaciones y estimar la tasa de las enfermedades por año, se estableció el promedio de población equina afectada y el inventario equino por departamento, así como el número de predios inscritos por año en la región. Se caracterizó el comportamiento epidemiológico de los focos de EEV y EEE reportados por el ICA en los departamentos del Meta y Casanare.

Para la elaboración de los canales endémicos se utilizó la metodología propuesta por Bortman (1999), tomando como dato de entrada el número de notificaciones de focos EEV y EEE por mes y por año. Se empleó para el manejo de los datos, el método de la media geométrica de las tasas y sus intervalos de confianza.

En una hoja electrónica de Excel se situaron los meses en las filas y en las columnas, los años, con base en la frecuencia de la EEV y EEE en un período de siete años, entre 2012 y 2018. En otra columna, se calculó la media geométrica de los siete años por mes. Para calcular la media geométrica (μ), se realizó una transformación logarítmica de los valores mediante la fórmula.

$$\mu = \text{Log } x$$

Donde x es el valor inicial y μ , el valor transformado, de los cuales se obtuvo los cálculos posteriores (Medias, desviaciones estándar e intervalos de confianza), los datos obtenidos se convirtieron en unidades originales, calculando el antilogaritmo. Para la gráfica del canal endémico, se tuvo en cuenta: La zona de éxito, por debajo de la curva inferior; la zona de seguridad, entre la curva inferior y la media; la zona de alerta, entre la curva media y la superior, y la zona de epidemia, por encima de la curva superior (Bortman, 1999).

El procesamiento de datos y la elaboración de figuras se realizaron en Excel de Microsoft® 2013. La base de datos se analizó estadísticamente empleando el software SPSS versión 23.

De la información consolidada se obtiene el cálculo de la media geométrica de las tasas y las desviaciones estándar de los valores de cada mes, se elabora el canal endémico para la Encefalitis Equina Venezolana y la Encefalitis Equina del Este.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El Instituto Colombiano Agropecuario – ICA seccional Meta, consolidó en una base de datos, el historial de los focos de Encefalitis Equina Venezolana (EEV) y Encefalitis Equina del Este (EEE) para los departamentos del Meta y Casanare, entre los años 2012 y 2018, tomando el 2019, como año control, con la cual se construyeron los canales endémicos de la EEV y EEE para los departamentos del Meta y Casanare.

La presentación de Encefalitis Equina del Este en el departamento del Casanare entre el período de 2012 a 2018, totalizó 62 focos, distribuidos en aproximadamente 7.133 predios. En los años 2014, 2015, 2016 y 2018 se presentaron focos de EEE, con el 87,1% de estos en el 2016. La mayor frecuencia se dio en los meses de Julio con un total de 22 focos, seguido de agosto con 20, junio con siete (7) y septiembre con seis (6) focos. Según los boletines sanitarios anuales reportados por el ICA, los municipios con mayor incidencia de EEE fueron: Aguazul, Maní, Nunchía, Monterrey, Orocué, San Luis de Palenque, Tauramena, Trinidad y Yopal, municipios cercanos geográficamente.

Según los boletines mensuales del ICA, en el año 2014, el departamento del Casanare presentó focos de EEE en tres municipios, San Luis de Palenque y Nunchía pertenecientes a la Unidad Territorial Norte y el municipio de Maní de la subregión Centro. En San Luis Palenque se presentó EEE en el mes de abril afectando un total de 27 equinos, de los cuales fallecieron dos (2). En Maní el foco se presentó en el mes de julio con seis (6) equinos afectados y un deceso de éstos; mientras que, en Nunchía el foco se reportó en el mes de septiembre con cuatro (4) equinos positivos, de los cuales uno (1) murió.

De acuerdo con los boletines sanitarios semanales del ICA, se presentó en el 2015, un foco de EEE en el municipio de Orocué en la semana epidemiológica 28, correspondiente al mes de junio. Para el año 2016, se reportaron en el Casanare focos de EEE en la subregión Norte en los municipios de San Luis de Palenque, Orocué y Trinidad, en la subregión Centro en los municipios de Aguazul, Maní y Yopal y en la subregión Sur en los municipios de Monterrey y Tauramena.

En los municipios con reporte de focos de EEE en el año 2016, se vieron afectados un total de 871 equinos, distribuidos en ocho (8) municipios, siendo Yopal el de mayor presentación con el 57,9% de los animales positivos, seguido de Aguazul con 186 y Trinidad con 92. De igual forma, Yopal reportó 22 equinos fallecidos con el 61,1% del total, seguido de Aguazul con 11 (Tabla 1).

Tabla 1. Letalidad y frecuencia de equinos afectados y fallecidos por EEE. Casanare. 2016

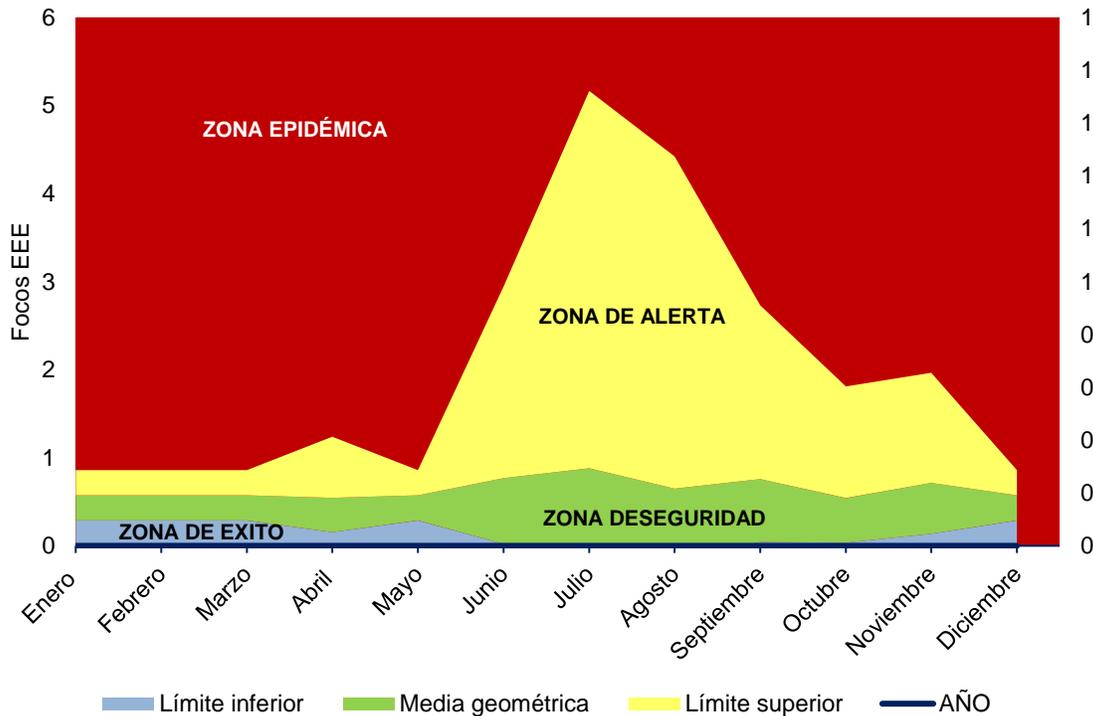
| Municipio | Equinos afectados | Equinos fallecidos | Porcentaje de letalidad |
|----------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------------|
| Aguazul | 186 | 11 | 5,9 |
| Maní | 22 | 0 | 0,0 |
| Monterrey | 17 | 0 | 0,0 |
| Orocué | 11 | 0 | 0,0 |
| San Luis de Palenque | 12 | 1 | 8,3 |
| Tauramena | 26 | 1 | 3,8 |
| Trinidad | 92 | 1 | 1,1 |
| Yopal | 505 | 22 | 4,4 |
| Total | 871 | 36 | 4,1 |

En noviembre de 2018 se reportó un foco en Villanueva con cuatro (4) equinos afectados y cero decesos. Con base en estos datos se obtienen estadísticamente por el método de Bortman, las tasas de incidencia por año, calculando la media geométrica y los límites superior e inferior para los focos de los siete (7) años de estudio. Dando como resultado un límite superior de cuatro (4) focos para los meses

de julio y agosto, dos focos para los meses junio y septiembre y tan solo uno (1) para abril, octubre y noviembre. Los demás meses no presentaron focos.

El corredor endémico de la EEE en el departamento del Casanare tuvo una tendencia ascendente a partir del mes de marzo hasta llegar a un pico bajo en el mes de abril, con un leve descenso en el mes de mayo y un pronunciado ascenso en el mes de julio, para descender nuevamente en los meses subsiguientes, con una estabilización en los focos del mes de octubre y noviembre, con declive en el mes de diciembre. El año control (2019) estuvo dentro de la zona de éxito, al no presentarse ningún foco en este período (Gráfica 1).

Gráfica 1. Canal endémico de EEE. Casanare, 2012-2018



De Encefalitis Equina del Este en el departamento del Meta se presentaron ocho (8) focos en el período de estudio. En los años 2012 y 2013 no se presentaron focos. La mayor frecuencia de focos se presentó en los años 2014, 2016 y 2017, con dos (2) focos, respectivamente. Entre los años 2012 a 2018, no se presenta reporte de focos en los meses de enero y febrero; mientras que, los meses de mayor

presentación de focos fueron marzo, abril y junio con dos (2) focos cada uno, seguido de los meses de agosto y noviembre con un (1) foco cada uno.

Según los boletines mensuales del ICA, en el año 2014, los focos de EEE se presentaron en los municipios de Puerto Gaitán en el mes de marzo y en Villavicencio en el mes de agosto; ambos municipios pertenecientes a la subregión Río Meta. En Puerto Gaitán se reportaron 24 equinos positivos, de los cuales dos (2) fallecieron; mientras que en Villavicencio se vieron afectados tres (3) equinos, con el deceso de uno de ellos.

Para el 2015, se reportó un foco en el mes de junio, en el municipio de Villavicencio, con un (1) equino positivo, el cual falleció. En el año 2016, se presentaron dos (2) focos en el municipio de Cumaral perteneciente a la subregión Capital Cordillera, uno en el mes de junio y el segundo en el mes de septiembre, con un total de 36 equinos afectados, de los cuales falleció uno solo.

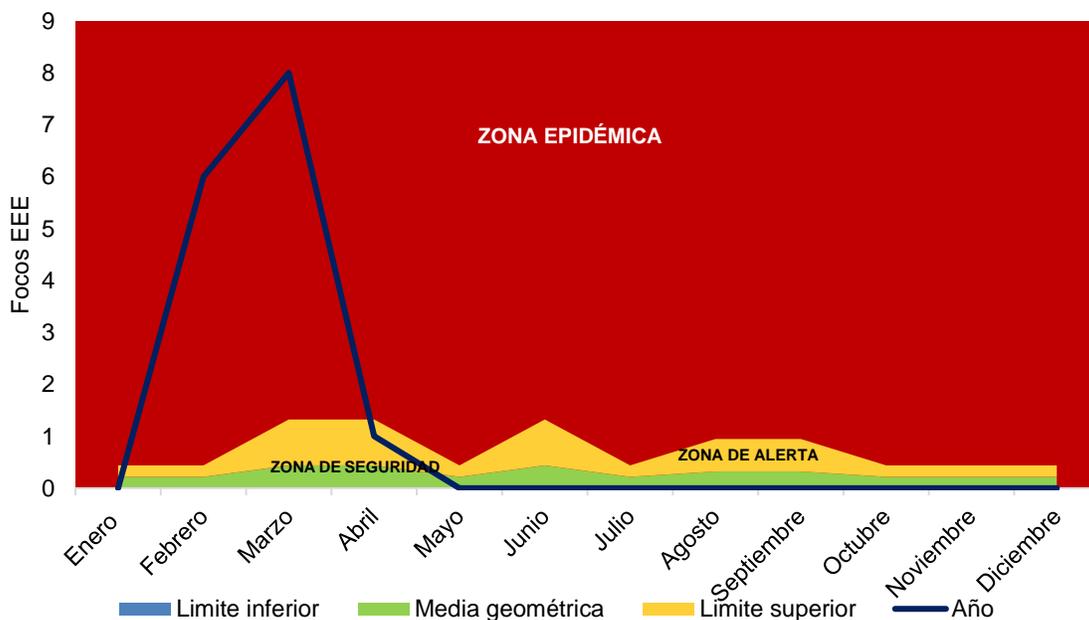
Dos (2) focos de EEE se reportaron en el departamento del Meta en el año 2017, los cuales se presentaron en los municipios de Puerto Lleras y Puerto Rico, ubicados en cercanía geográfica, Puerto Lleras perteneciente a la subregión del Ariari y Puerto Rico perteneciente a la subregión del Bajo Ariari Sur. El primer foco se reportó en Puerto Lleras en el mes de marzo, seguido del foco de Puerto Rico en el mes de abril, con un foco en cada uno de ellos, respectivamente. En Puerto Lleras se reportaron 20 equinos positivos a EEE, de los cuales uno (1) falleció.

Para el año 2018 se presentó un foco en el municipio de Puerto Rico en el mes de abril, con un total de cuatro (4) equinos afectados de los cuales falleció uno de los animales. En la imagen 2, se puede observar la ubicación de los focos de EEE presentados durante el período de 2012 a 2018.

Los valores obtenidos por método de Bortman para EEE en el Meta durante los años 2012-2018 fueron de un límite superior de un foco para los meses de marzo, abril, junio y agosto. Para el año 2019 estos focos aumentaron y se reportaron los

siguientes focos, febrero presento seis, marzo ocho, abril uno, y el resto de meses no presentaron focos.

El corredor endémico de la EEE en el departamento del Meta tuvo un trazo irregular iniciando en el mes de marzo, con estabilización hacia el mes de abril y un leve descenso hasta el mes de mayo, con un aumento pronunciado del mes de junio a julio y un repunte escalonado desde el mes de agosto, sosteniéndose linealmente al mes de diciembre. En el año control (2019) se presentó un brote epidémico de EEE en el departamento del Meta, durante los meses de febrero, marzo y abril con tres (3) focos reportados en el municipio de Puerto Rico, con un total de 15 animales afectados (Gráfica 2).



Gráfica 2. Canal endémico de EEE, Meta 2012-2018

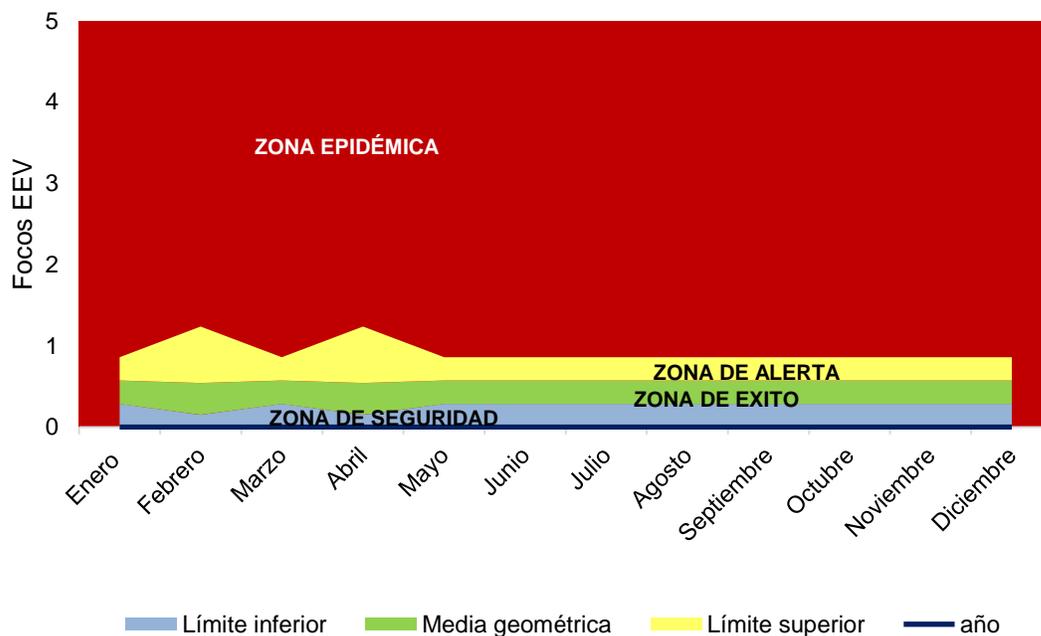
De acuerdo, a lo mencionado por el Instituto Colombiano Agropecuario - ICA (2020), por ser la Encefalitis Equina del Este, una enfermedad que actualmente no cuenta con una vacuna autorizada en el país y considerablemente difícil ejercer acciones de control, teniendo en cuenta que la vacunación es la estrategia más eficaz para el control de encefalitis en équidos. Se hace necesario, evaluar la posibilidad de

introducir la vacuna contra EEE para controlar los brotes en zonas endémicas (ICA, 2020).

De Encefalitis Equina Venezolana se presentaron en Casanare dos (2) focos entre los años 2012-2018, el primero en el mes de febrero del 2012, en la subregión Norte del departamento, en el municipio de Paz de Ariporo. Y el segundo en el año 2014, en el mes de abril, en el municipio de San Luis de Palenque, ubicado en la misma subregión.

Los valores obtenidos por método de Bortman para EEE en el Casanare durante los años 2012-2018 fueron de un límite superior de un foco para los meses de febrero y abril. Para el año 2019 no se presentaron focos.

El corredor endémico de la EEV en el Casanare tuvo fluctuaciones a partir del mes de febrero con un declive hacía el mes de marzo, luego un ligero aumento en el mes de abril seguido de un descenso al mes de mayo y se estabilizó hasta el mes de diciembre. El año 2019 (Control) estuvo dentro de la zona de éxito, al no presentarse focos de EEV en Casanare (Gráfica 3).



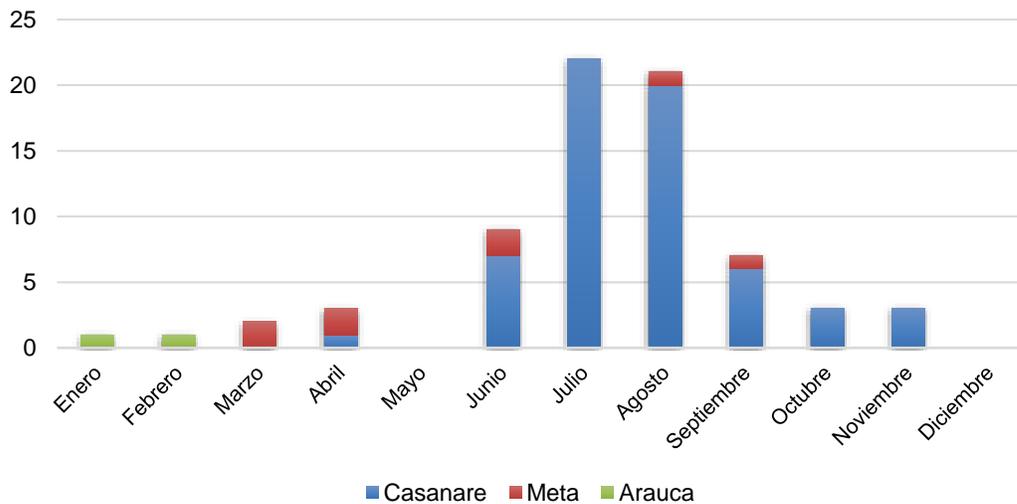
Gráfica 3. Canal endémico de EEV, Casanare, 2012-2018

Entre los años 2012 y 2018 en el departamento del Meta se presentaron dos (2) focos de EEV, reportados en el año 2016, presentándose el primer foco en el mes de enero en el municipio de Puerto Rico con 15 equinos afectados, sin decesos y el segundo en Villavicencio en el mes de julio con cinco (5) animales positivos, sin fallecidos.

Con la presentación de focos reportados por el ICA en el departamento del Meta no fue suficiente para realizar el canal endémico de la EEV, por lo que la información de los focos se tomó como datos acumulados. La base de datos incluía información del departamento de Arauca que se analizó en conjunto a los departamentos de estudio, dada la cercanía geográfica con estos y por ser de frontera. Entre los años 2012 a 2018, se presentaron en el departamento de Arauca dos (2) focos de Encefalitis Equina del Este, reportados en el año 2017, el primer foco en el mes de enero, en el municipio de Arauca, con 42 equinos afectados, de los cuales dos (2) fallecieron y el segundo foco en el mes de febrero en el municipio de Fortul. De Encefalitis Equina Venezolana no se presentaron focos o no fue reportado por parte del ICA, al faltar información de varias semanas. Sin embargo, al ser Arauca, zona de frontera, los programas de control, vigilancia y de vacunación son más rigurosos en los procedimientos de inspección sanitaria de los animales que ingresan al país, con medidas como cuarentena obligatoria, toma de muestras y envío al laboratorio para análisis y posterior vacunación de los animales.

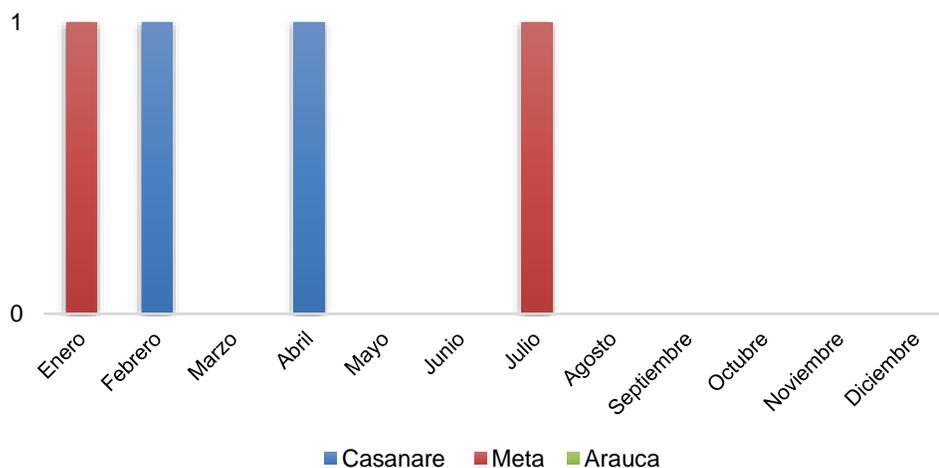
Con la información se realizó un acumulado de 72 focos de EEE en los dos departamentos. Observándose que la mayor presentación de focos fue en el departamento del Casanare con 62 focos, seguido del departamento del Meta con ocho (8) focos y en el departamento de Arauca solo dos (2) focos. La mayor presentación de focos fue en los meses de julio con 22 focos, seguido de agosto con 21, junio con nueve (9), septiembre con siete (7), abril, octubre y noviembre con tres (3) focos cada uno, marzo con dos (2) y enero y febrero con un (1) foco respectivamente; en los meses de mayo y diciembre no se presentaron focos en los

departamentos de estudio. En Casanare y Meta no hubo focos en los meses de enero y febrero (Gráfica 4).



Gráfica 4. Acumulado de EEE en Casanare, Meta, Arauca 2012-2018

Entre los años 2012 a 2018, se presentó un acumulado de cuatro (4) focos de Encefalitis Equina Venezolana en los departamentos de Casanare y Meta, con dos (2) focos en cada uno ellos. Los meses en los que se presentaron los focos fueron enero, febrero, abril y julio, sin repetición en ninguno de los meses (Gráfica 5).



Gráfica 5. Acumulado de EEV en Casanare, Meta, Arauca 2012-2018

Los últimos focos de Encefalitis Equina Venezolana en los departamentos del Casanare y Meta se reportaron en los años 2014 y 2016, respectivamente. Esto podría ser explicado por la rigurosidad del programa de prevención y control que viene desarrollando el ICA desde 1.999. Lo cual es ratificado en el informe de gestión del 2019, con el cual el ICA informó que fueron vacunados 161.224 équidos en el territorio nacional en zonas de riesgo de presentación de la enfermedad y que vigilaron 465 concentraciones de équidos con una población susceptible de 34.303 animales. Esto, teniendo en cuenta que la EEV es una enfermedad zoonótica y que, al vacunar a los équidos, por ser amplificadores del virus en las fases de viremia, con su control se logra impactar positivamente la salud pública de las comunidades humanas de riesgo, que conviven en las zonas por debajo de los 1.500 m.s.n.m (ICA, 2019).

La Encefalitis Equina del Este en el departamento del Casanare tuvo un comportamiento epidemiológico que superó el histórico de los años 2012 a 2015, pasando de un foco en el 2015 a 57 focos en el 2016, los cuales se presentaron en ocho (8) municipios aledaños, caracterizados por ser sabanas inundables, con áreas boscosas húmedas y pantanos o reservorios semi-permanentes de agua, estos propiciarían ambientes adecuados para los ciclos de vida de los mosquitos vectores, así como los hábitat ecológicos para la llegada de las aves migratorias. Concordando con autores como Mesa *et al.* (2005), CFSPH (2008) y Ferro *et al.* (2015), quienes explican que, en el ciclo epizoótico de la EEE, de inicio y terminación súbita de pocos meses, participan aves silvestres y migratorias, además de otros reservorios silvestres, de las que se alimentan más de 25 especies de mosquitos de los géneros *Aedes* y *Psorophora*, principalmente *Aedes taeniorhynchus* y *Psorophora confinnis*, que son los responsables de la transmisión de la enfermedad.

El Ministerio de Salud y Protección Social no reportó en Colombia, casos de Encefalitis Equina en humanos en los departamentos del Meta y Casanare en el

período de estudio, de 2012 a 2018. Esto explicado porque solo hasta febrero de 2016 se publicó oficialmente en la página web del Instituto Nacional de Salud, el Protocolo de Vigilancia de las Encefalitis Equinas en el país y se dio inicio al reporte del evento por parte de las Entidades Territoriales de Salud (MSPS, 2016).

Adicionalmente Carrera *et al.* (2010), encontraron en Panamá en un estudio serológico del virus de EEE en equinos, prevalencias fuera del área principal del brote, argumentando su relación con aves migratorias, que son huéspedes amplificadores al llegar a los humedales, donde también habitan pequeños roedores silvestres que sirven de hospederos. Coincidiendo con éste estudio que los primeros focos se presentaron con el inicio de la temporada de lluvias.

Concordando con lo expuesto por ICA (2017) en el Boletín “Colombia: Sanidad 2014”, que la lluvia es un factor ambiental determinante en la multiplicación de la población de mosquitos, porque incrementa las posibilidades de infectarse con el virus y de transmitirlo a las especies susceptibles durante la época de sequía, ocasionando brotes esporádicos, por lo que se evalúan los informes climatológicos del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) en los años de estudio.

El boletín climatológico del año 2014 reportó que las temperaturas mínimas estuvieron por encima de la media histórica prácticamente en todo el país, pero que, en departamentos como Casanare y Meta, hubo aumento de temperatura de al menos 2 a 3°C en comparación con el promedio nacional. El régimen de lluvias de principio de año (diciembre a febrero) en la región Orinoquia, tuvo un déficit ligero.

Durante el período entre noviembre del 2013 a noviembre del 2014, sobre el norte de la región Orinoquia, persistieron condiciones entre ligera y moderadamente secas en los acumulados de lluvia (IDEAM, 2015). Esto contribuiría a explicar la presentación de los focos de EEE en los departamentos de Meta, Casanare entre los meses de marzo a agosto, como resultado del efecto del régimen de lluvias en

el ciclo de vida y el número de vectores transmisores de la enfermedad; concordando con Mesa *et al.* (2005) que los brotes epizooticos de encefalitis equinas están influenciados por aspectos ecológicos, demográficos y sociales.

Adicionalmente el ICA reportó que para el año 2014, se movilizaron un total de 391.003 animales en el país. El 20,6% tuvo como finalidad feria, el 28,6% planta de beneficio y el 50,8% predio; de los cuales en el departamento del Meta se movilizaron 28.475 equinos. Con una distribución de equinos en el departamento de Arauca de 53.500, Casanare con 113.290 y Meta con 69.920 (ICA, 2017).

El IDEAM en el boletín climatológico del 2015, reportó lluvias entre los meses de junio y agosto con valores entre ligera y moderadamente por encima de los promedios climatológicos. El ICA reportó un censo equino en Arauca de 53.500, Casanare con 113.290 y Meta con 69.920 animales.

El boletín climatológico del IDEAM para el año 2016, informó que a partir de abril y durante el resto del año, las lluvias se reactivaron y retomaron su condición normal e incluso con excesos sobre las regiones Orinoquia y Amazonia. A partir de octubre hasta diciembre, las lluvias tuvieron tendencia hacia la condición húmeda y muy húmeda prácticamente en todo el país (IDEAM 2016). Lo cual podría contribuir a explicar la presentación de 57 de los 62 focos de EEE que se presentaron en Casanare y dos (2) de los ocho (8) focos del Meta. Según el censo pecuario del ICA para el año 2016, el inventario equino en Arauca fue de 55.402, Casanare con 99.208 y Meta con 52.090 equinos. En el departamento del Casanare en los 57 focos de EEE, se vieron afectados 871 equinos, representando el 0,87% de animales del departamento.

En el año 2017, la temporada de lluvias inició en el mes de abril en la región Caribe y Orinoquia, con mayor registro de precipitación en el piedemonte llanero (IDEAM. 2017). En el censo del ICA, en Arauca se reportan 58.170 animales, en Casanare 90.049 y en Meta 77.415. Se presentaron dos (2) focos de EEE en el departamento

del Meta para un total de 20 infectados, representando el 0,02% de los equinos. En el departamento de Arauca se presentaron dos (2) focos para un total de 42 equinos afectados, representando esto el 0,07% de la población.

En el boletín climatológico del año 2018, durante el mes de abril las precipitaciones estuvieron asociadas a la zona de convergencia del Atlántico Sur y el ingreso de masas húmedas procedentes del sur del continente, las cuales favorecieron las precipitaciones en la Amazonia y la transición de la época de menos lluvias, a la temporada de las precipitaciones en la región de la Orinoquia, especialmente en el piedemonte llanero del Meta (IDEAM-2018). Según el censo ICA se reportan un total de 219.517 animales distribuidos en Arauca con 52.053, Casanare con 90.049 y Meta con 77.415 équidos. En 2018 hubo dos (2) focos de EEE en el Meta y Casanare, cada uno con un foco respectivamente; para el Meta con un total de cuatro (4) animales afectados, con un promedio de 0,005% de la población equina y para el segundo, cuatro (4) animales positivos para un promedio de 0,004%.

El brote epidémico de Encefalitis Equina del Este presentado en el departamento del Meta en los meses de febrero, marzo y abril del año 2019, podría ser explicado mediante el informe climatológico mensual del IDEAM, donde se reportó que, en el mes de febrero sobre el piedemonte llanero y sectores de Casanare y Meta, la temperatura media superó el umbral de 1,0°C a 2,0°C sobre el promedio típico del mes (IDEAM, 2019), que aunado a un bajo régimen de lluvias, podría haber propiciado condiciones que acelerarán el ciclo de vida de los mosquitos, aumentando la población de los vectores transmisores de la EEE al alimentarse de sangre de los equinos. Según el censo pecuario del ICA, en el departamento del Meta se contaba con una población de 79.790 equinos.

El ICA mediante resolución 1026 de 1999, estableció las medidas sanitarias para la prevención y control de la EEV, mediante la vigilancia en eventos, movilización de equinos de un predio a otro y concentración de animales que sean por debajo de 1200 m.s.n.m. o en áreas susceptibles a presentación de la enfermedad, con la

vacunación obligatoria, con una validez de dos (2) años. Esta vacunación deberá realizarse con 15 o más días de anterioridad a la celebración del evento. La vacunación será registrada mediante un certificado donde se registran las poblaciones de caballos, mulares y asnales menores y mayores de un (1) año y servirá de soporte para la movilización de los animales (ICA, 1999).

Para EEE no hay vacuna ni tratamiento antiviral específico, las medidas de atención primaria incluyen reposo absoluto, hidratación adecuada y terapia sintomática. El constante monitoreo del comportamiento de la enfermedad en función del tiempo y con la experiencia de lo observado en años anteriores, permite identificar los cambios que ocurren y dan la oportunidad de establecer medidas que permitan su control.

CONCLUSIONES

En el estudio, los corredores endémicos fueron una herramienta apropiada para establecer el comportamiento epidemiológico de la Encefalitis Equina Venezolana y la Encefalitis Equina del Este en los departamentos del Meta y Casanare; permitiendo identificar que en el período comprendido entre los meses de febrero a abril del año 2019, se presentó un brote epidémico de Encefalitis Equina del Este en el departamento del Meta; este conocimiento permitirá vigilar a futuro una posible reemergencia de esta enfermedad en la zona, al reunir las condiciones climáticas ideales para la perpetuación de los vectores y la migración de aves silvestres, además, que la prevención de esta patología por parte de las Instituciones oficiales de control sanitario resulta bastante difícil por la ausencia de una vacuna aprobada en el país.

Las gráficas de los corredores endémicos permitió una fácil interpretación del histórico de los focos presentados en los departamentos de estudio en el período comprendido entre 2012 a 2018, lo que contribuye a difundir y dar a conocer el comportamiento de las Encefalitis Equinas en los principales departamentos de la Orinoquia Colombiana; información que aunada a la base de datos del ICA de la

movilidad equina, podría generar estrategias de vigilancia y control para la encefalitis equina del este.

Producto del programa de vacunación del ICA, se evidenció una baja incidencia de Encefalitis Equina Venezolana en los departamentos de estudio, con tan solo cuatro (4) focos entre los años 2012 a 2018, cada uno de éstos con dos (2) focos respectivamente.

El ICA, debería establecer programas rigurosos de vigilancia en el departamento del Casanare por ser este, el de mayor incidencia de Encefalitis Equina del Este en el período de estudio, mediante estrategias de control en la movilidad de los equinos y pruebas de laboratorio que identifiquen animales portadores y reservorios de la enfermedad. Para esto es importante socializar los resultados de estudios y análisis en la zona con productores y propietarios de los animales, con el propósito de que participen de forma activa en el diagnóstico precoz de la Encefalitis Equina del Este.

En el desarrollo del trabajo se evidenció la carencia de registros sistemáticos, con vacíos de información en tiempo y espacio, lo que resultó complejo para estudiar las tendencias de incidencia de las enfermedades, tal como sucedió con el departamento de Arauca, en el que no se logra desarrollar el canal endémico.

Sería de gran importancia la realización de proyectos encaminados a una mayor investigación de la influencia de las enfermedades de reporte obligatorio en el país, que conlleve a un diagnóstico y una prevención acertada y oportuna, contando con la participación de las entidades de salud y el sector educativo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Acha P., Szyfres B. 2003. Zoonosis and communicable diseases common to man and animals. 3^a ed. Washington DC: Pan American Health Organization.
2. Azar S., Campos R., Bergren N., Camargos V., Rossi S. 2020. Epidemic Alphaviruses: Ecology, Emergence and Outbreaks. *Microorganisms*. Aug 1; 8(8): 1167.
3. Bortman M. 1999. Elaboración de corredores o canales endémicos mediante planillas de cálculo. *Revista Panamericana de Salud Publica*. 5 (1). 03-12-2020 En: <https://www.scielosp.org/pdf/rpsp/1999.v5n1/1-8/es>

4. Carrera J., Bagamian K., Travassos da Rosa A., Wang E., Beltran D., Gundaker N., Armien B., Arroyo G., Sosa N., Pascale M., Valderrama A., Tesh R., Vittor A., Weaver S. 2018. Human and Equine Infection with Alphaviruses and Flaviviruses in Panamá during 2010: A Cross-Sectional Study of Household Contacts during an Encephalitis Outbreak. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*. Volume 98, Issue 6
5. CFSPH. 2008. Center for Food Security and Public Health. Encefalomiелitis equina: del este, del oeste y venezolana. Recuperado: 16-11-2020. En: http://www.cfsph.iastate.edu/Factsheets/es/equine_encephalitides-es.pdf
6. Ferro C., De las Salas J., González M., Díaz A., Cabrera C., Flórez Z., Duque M., Lugo L., Bello B. 2015. ¿Existen condiciones que favorecen la reaparición del virus de la encefalitis equina venezolana en la Alta Guajira colombiana? *Biomédica*; 35:62-72.
7. Forrester N., Wertheim J., Dugan V., Auguste A., Lin D., Adams A., Chen R., Gorchakov R., Leal G., Estrada-Franco J., Pandya J., Halpin R., Hari K., Jain R., Stockwell T., Das S., Wentworth D., Smith M., Kosakovsky P., Weaver S. 2017. Evolution and spread of Venezuelan equine encephalitis complex alphavirus in the Americas. *PLoS Neglected Tropical Diseases*. Aug 3;11(8).
8. Guzmán C., Calderón A., Rodríguez A., Mattar S. 2020. Venezuelan equine encephalitis virus: the problem is not over for tropical America. *Ann Clinical Microbiology Antimicrobial*. May 19; 19(1):19.
9. ICA. 2008. Instituto Colombiano Agropecuario. Colombia, Sanidad Animal. Recuperado: 21-10-2020. En: [https://www.ica.gov.co/getattachment/e205da92-1991-4de4-b412-29d6dae2ae40/2008-\(1\).aspx](https://www.ica.gov.co/getattachment/e205da92-1991-4de4-b412-29d6dae2ae40/2008-(1).aspx)
10. ICA. 2009. Colombia, Sanidad Animal. Recuperado: 21-10-2020. En: <https://www.ica.gov.co/getattachment/7b0e7f6a-4c43-4dff-be39-ab9f4d1b0e0a/2009.aspx>
11. ICA. 2013. ICA comunica. Encefalitis equina venezolana. En: <https://www.ica.gov.co/periodico-virtual/prensa/informe-especial-encefalitis-equina-venezolana>
12. ICA. 2017. Colombia: Sanidad Animal 2014. 25-04-2021. En: <https://www.ica.gov.co/getattachment/986dd783-8f37-4ab3-bc33-39995bd8c065/2014.aspx>
13. ICA. 2019. Informe de Gestión 2019. En: 15-05-2021. En: <https://www.ica.gov.co/getattachment/Modelo-de-P-y-G/Transparencia-Participacion-y-Servicio-al-Ciudadano/Rendicion-de-Cuentas/Informe-de-Gestion-ICA-2019.pdf.aspx?lang=es-CO>
14. ICA. 2020a. Encefalitis equina. En: [https://www.ica.gov.co/getdoc/0408af84-7210-4d0d-ba47-74aa903cbf48/encefalitis-equina-\(1\).aspx](https://www.ica.gov.co/getdoc/0408af84-7210-4d0d-ba47-74aa903cbf48/encefalitis-equina-(1).aspx)
15. ICA. 2020b. Informe memorias del Congreso de la República 2019 – 2020 acciones desarrolladas por el ICA. Productividad + rentabilidad = competitividad. En: <https://www.ica.gov.co/getattachment/Modelo-de-P-y-G/Transparencia-Participacion-y-Servicio-al-Ciudadano/POLITICA-DE-RIESGOS/Informes-ICA-Memorias-del-Congreso-2019-2020.pdf.aspx?lang=es-CO>

16. IDEAM 2014. Boletín Climatológico de Colombia En: http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/climatologico-mensual?p_p_id=110_INSTANCE_xYvIPc4uxk1Y&p_p_lifecycle=0&p_p_stat_e=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-
17. IDEAM. 2015. Boletín Climatológico de Colombia. En: http://www.ideam.gov.co/documents/21021/299805/Anuario_Climatol%C3%B3gico_2014.pdf/89f8d50c-fbeb-4769-8241-be774cb3252e?version=1.0
18. IDEAM 2016 Boletín Climatológico de Colombia En: http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/climatologico-mensual?p_p_id=110_INSTANCE_xYvIPc4uxk1Y&p_p_lifecycle=0&p_p_stat_e=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-
19. IDEAM 2017 Boletín Climatológico de Colombia. En: http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/climatologico-mensual?p_p_id=110_INSTANCE_xYvIPc4uxk1Y&p_p_lifecycle=0&p_p_stat_e=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-
20. IDEAM 2018 Boletín climatológico de Colombia En: http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/climatologico-mensual?p_p_id=110_INSTANCE_xYvIPc4uxk1Y&p_p_lifecycle=0&p_p_stat_e=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-
21. IDEAM 2019 Boletín Climatológico de Colombia En: http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/climatologico-mensual?p_p_id=110_INSTANCE_xYvIPc4uxk1Y&p_p_lifecycle=0&p_p_stat_e=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-
22. INS. 2017. Instituto Nacional de Salud. Protocolo de vigilancia en salud pública. Encefalitis Equina. Recuperado: 16-11-2020. En: https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/Lineamientos/Encefalitis%20Equinas%20PROTOCOLO_.pdf
23. Kumar B., Manuja A., Gulati B., Virmani N., Tripathi B. 2018. Zoonotic Viral Diseases of Equines and Their Impact on Human and Animal Health. *Open Virology Journal*. Aug 31; 12: 80-98.
24. Mattar S., Arrieta G., Álvarez J. 2008. Virus del Oeste del Nilo en el Caribe colombiano. *Infectio*; 12(1):25 a 27.
25. Mesa F., Cárdenas J., Villamil L. 2005. Las Encefalitis equinas en la Salud Pública. 1ª ed. Bogotá Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
26. MS. 1995. Ministerio de Salud. Encefalitis Equina Venezolana en la Guajira: Informe quincenal de casos y brotes de enfermedades. Bogotá: 5; 1(3):9-15.
27. MS. 1999. Ministerio de Salud. Manual de Enfermedades Zoonóticas. Santa Fé de Bogotá D.C; Colombia. Pag: 7 – 18.
28. MSPS. 2016. Ministerio de Salud y Protección Social. Documento de análisis de la situación en salud ambiental del componente de zoonosis desarrollo intersectorial de las fases de gestión de información. En: 20-05-2021. En: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/SA/analisis-situacion-salud-ambiental-zoonosis.pdf>
29. OPS. 2011. Organización Panamericana de la Salud. Encefalitis Equinas Transmitidas por artrópodos. Recuperado 16-11-2020. En: https://www.paho.org/panaftosa/index.php?option=com_docman&view=downl

[oad&category_slug=zoonosis-779&alias=57-encefalitis-equinas-transmitidas-por-artropodos-7&Itemid=518](#)

Efecto del flushing sobre el desempeño reproductivo en ovejas de pelo en un centro de apoyo a la investigación y docencia en México

Effect of flushing on reproductive performance in hair sheep in a research and teaching support center in Mexico

Efeito do rubor no desempenho reprodutivo em ovelhas de cabelo em um centro de apoio à pesquisa e ensino no México

Gonzales Garzón Andrea Carolina¹, Góngora Orjuela Agustín² y Sánchez Gallegos Jaime³

¹Medico Veterinario y Zootecnista, Universidad de los Llanos

²Medico Veterinario PhD, Docente Universidad de los Llanos

³Medico Veterinario PhD, Docente Colegio de Postgraduados, México

andrea.gonzalez.garzon@unillanos.edu.co

Recibido 10 de febrero 2020, Aceptado 23 de octubre 2021

RESUMEN

La producción ovina es un renglón importante de la economía pecuaria en México, la cual puede ser mejorada con la implementación de estrategias nutricionales y biotecnológicas. Este estudio evaluó el efecto del flushing en ovejas con condición corporal media (CCM) o baja (CCB) sobre el desempeño reproductivo en un centro de apoyo a la investigación y docencia en México. Se seleccionó un grupo de 42 ovejas multíparas de razas Pelibuey, Dorper, Hampshire, East friesland y Damara asignadas a 4 tratamientos T1: (N = 10 CCM con flushing), T2: (N = 9 CCM sin flushing), T3: (N = 12 CCB con flushing), T4: (N = 11 CCB sin flushing). El flushing consistió en una dieta basada en sorgo (proteína cruda: 14.76), se realizaron pesajes (antes, durante y después del experimento). Se sincronizaron con un CIDR[®], con retiro al día 9 y detectado el estro y monta natural inmediata. Al día 7 se aplicó 1 mL de Lutalyse[®] (7.5 mg PGF₂α). Se evaluó la tasa de ovulación y gestación por ultrasonografía al día 45 y 75, igualmente se midió la prolificidad y fecundidad. Las medias de los pesajes fueron: antes de flushing T1: 49.08; T2: 49.15; T3: 54.46 y T4: 52.43, durante flushing T1: 48.12; T2: 47.08; T3: 55.06 y T4:

50.56 y post flushing T1: 49.42; T2: 49.11; T3: 55.00 y T4: 53.63. Las medias totales para los 3 pesajes fueron P1 = 51.28; P2 = 50.21; P3 = 51.79. En cuanto a las variables reproductivas no se encontraron diferencias estadísticamente significativas por medio de una prueba de Z; sin embargo las proporciones de los datos obtenidos muestran diferencias entre tratamientos, como los son: en la presentación del estro de los T1, T3 y T4 (90, 100 y 90.4% respectivamente) frente al T2 (55.5%); en la gestación el T1 (60%) frente a T2, T3 y T4 (44.4, 41.7 y 10% respectivamente) y respecto a la prolificidad los T1, T3 y T4 tuvieron un mayor número de crías/oveja (0.80; 1.00 y 0.90 respectivamente) respecto al T2 (0.33). El uso del flushing en animales con CCB antes de la monta o durante la sincronización con métodos farmacológicos mejora la fertilidad; pero es importante seguir supliendo los requerimientos de proteína para mejorar la fecundidad, disminuir las muertes neonatales y mejorar el peso al nacimiento de los borregos.

Palabras clave: Fecundidad, suplementación, gestación, pesaje, prolificidad.

ABSTRACT

Sheep production is an important change in the livestock economy in Mexico, the quality can be improved with the implementation of nutritional and biotechnological strategies. This study evaluated the effect of flushing in sheep with medium body condition (CCM) or Low (CCB) body condition on reproductive performance in a Research and Teaching Support Center in Mexico. A group of 42 multiparous sheep of Pelibuey, Dorper, Hampshire, East Friesian and Damara breeds assigned to 4 treatments T1: (N = 10 CCM with flushing), T2: (N = 9 CCM without flushing), T3: (N = 12 CCB with flushing), T4: (N = 11 CCB without flushing). The washing consists of a diet based on sorghum (Crude Protein: 14.76), weights (before, during and after the experiment). It is synchronized with a CIDR[®], with withdrawal on day 9 and detected the estrus and immediate natural riding. On day 7, 1 mL of Lutalyse[®] (7.5 mg PGF₂α) was applied. The rate of ovulation and pregnancy by ultrasonography at day 45 and 75 was evaluated, prolificity and fertility were also measured. The weighing averages were: before rinsing T1: 49.08; T2: 49.15; T3: 54.46 and T4: 52.43, during washing T1: 48.12; T2: 47.08; T3: 55.06 and T4: 50.56 and after

discharge T1: 49.42; T2: 49.11; T3: 55.00 and T4: 53.63. The total averages for the 3 weighings were P1 = 51.28; P2 = 50.21; P3 = 51.79. Regarding reproductive variables, no statistically determined differences were found by means of a Z test; however, the proportions of the data that change the differences between treatments, such as: in the presentation of the estrus of T1, T3 and T4 (90, 100 and 90.4% respectively) versus T2 (55.5%); in pregnancy, T1 (60%) versus T2, T3 and T4 (44.4, 41.7 and 10% respectively) and regarding prolificacy, T1, T3 and T4 had a greater number of offspring/sheep (0.80, 1.00 and 0.90 respectively) with respect to T2 (0.33). The use of rinsing in animals with CCB and CCM before the mountain or during synchronization with pharmacological methods improves fertility; but it is important to continue supplying protein requirements to improve fertility, reduce neonatal deaths and improve the weight at birth of sheep.

Keywords: Fertility, supplementation, pregnancy, prolificity, weighing.

RESUMO

A produção ovina é uma linha importante da economia pecuária no México, que pode ser melhorada com a implementação de estratégias nutricionais e biotecnológicas. Este estudo avaliou o efeito do rubor em ovelhas com condição corporal média (CCM) ou Baixa (CCB) sobre o desempenho reprodutivo em um Centro de Apoio ao Ensino e Pesquisa no México. Um grupo de 42 ovelhas multíparas das raças Pelibuey, Dorper, Hampshire, East Friesian e Damara atribuídos a 4 tratamentos T1: (N = 10 CCM com flushing), T2: (N = 9 CCM sem flushing), T3: (N = 12 CCB com descarga), T4: (N = 11 CCB sem descarga). A lavagem consistiu de dieta à base de sorgo (proteína bruta: 14,76), sendo realizadas pesagens (antes, durante e após o experimento). Foram sincronizados com CIDR[®], com retirada no 9º dia e detecção do estro e montagem natural imediata. No dia 7, foi aplicado 1 mL de Lutalyse[®] (7.5 mg PGF2 α). A ovulação e a taxa de gestação foram avaliadas por ultrassonografia nos dias 45 e 75, e a prolificidade e a fertilidade também foram medidas. As médias das pesagens foram: antes da lavagem T1: 49.08; T2: 49.15; T3: 54.46 e T4: 52.43, na lavagem T1: 48.12; T2: 47.08; T3: 55.06 e T4: 50.56 e T1 pós-lavagem: 49.42; T2: 49.11; T3: 55.00 e T4: 53.63. As médias

totais das 3 pesagens foram $P1 = 51.28$; $P2 = 50.21$; $P3 = 51.79$. Em relação às variáveis reprodutivas, não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas por meio do teste Z; Porém, as proporções dos dados obtidos mostram diferenças entre os tratamentos, tais como: na apresentação do estro em T1, T3 e T4 (90, 100 e 90.4% respectivamente) versus T2 (55.5%); na gestação, T1 (60%) em relação a T2, T3 e T4 (44.4, 41.7 e 10% respectivamente) e quanto à prolificidade, T1, T3 e T4 tiveram maior número de filhos/ovelhas (0.80, 1.00 e 0.90 respectivamente) com em relação a T2 (0.33). O uso de lavagem em animais com CBC antes do acasalamento ou durante a sincronização com métodos farmacológicos melhora a fertilidade; mas é importante continuar atendendo aos requisitos de proteína para melhorar a fertilidade, reduzir as mortes neonatais e melhorar o peso ao nascer das ovelhas.

Palavras-chave: Fertilidade, suplementação, gestação, pesagem, prolificidade.

INTRODUCCIÓN

Entre las especies menores, las ovejas de pelo han ido evolucionando bajo la influencia selectiva de la naturaleza y del hombre, progresivamente se han venido adaptando a los diferentes ambientes tropicales, resultando en la actualidad de gran importancia económica para los países en vías en desarrollo. De forma paralela, la nutrición representa un pilar importante para los sistemas productivos, ya que de ella depende la rentabilidad de la empresa ganadera. De las divisiones que tiene la zootecnia entre ellas la nutrición, reproducción, alimentación y mejoramiento genético; la primera de ellas, es la más importante desde el punto de vista cuantitativo y económico, ya que dependiendo de la especie animal representa entre el 60 y 85% de los costos de producción (Gozonga, 2016).

La ovinocultura mexicana está considerada como una de las mejores en el mundo, tal como fue catalogada durante la X Asamblea General Ordinaria de la Unión Nacional de Ovinocultores (ONU) de México. Culturalmente México es uno de los principales consumidores de carne ovina, por lo tanto, el gobierno mexicano se ha encargado en impulsar la producción y exportación ovina con el fin de no sólo

satisfacer su necesidad, si no de que sea visto como uno de los países con mejores avances científicos, tecnológicos y genéticos en esta producción. A pesar de lo anterior, la producción ovina mexicana, mantiene altos niveles de ineficiencia, por lo que se viene intentando un mejoramiento de las condiciones nutricionales asociados con procesos biotecnológicos, buscando una mayor eficiencia de este sistema productivo (SAGARPA, 2020).

El problema más grande que tiene la humanidad para enfrentar las próximas décadas es el uso de alimentos de calidad frente a las demandas de una población humana en constante crecimiento. La necesidad de producir alimentos de altos valores nutricionales e inocuos, demanda al sector agropecuario acciones para incrementar la producción agrícola y pecuaria (Salazar, 2015). Actualmente, el sector pecuario atraviesa una compleja transformación, puesto que se han venido adecuando los patrones de distribución geográfica de la producción pecuaria. Así mismo, se debe dar un uso racional de los recursos naturales. Por lo cual, se debe producir un volumen suficiente de alimento, esto registra un cambio en las especies utilizadas, con un crecimiento acelerado de la producción de especies monogástricas y una desaceleración de la producción de rumiantes.

La producción de carne ovina es una necesidad prioritaria del gobierno mexicano, su alto consumo, ha hecho que se considere un producto básico para la alimentación, principalmente de la región central (SAGARPA, 2015). A pesar de que México es considerado un país con un buen desarrollo de la producción ovina; su producción es insuficiente para abastecer la demanda del mercado nacional, por lo que tiene que importar un 30% de Estados Unidos, Australia, Nueva Zelanda, Chile y Uruguay (Gozonga, 2016). Es por esto que se debe mejorar la eficiencia productiva, ya sea a través de estrategias, nutricionales, reproductivas, biotecnológicas entre otras.

El flushing es una estrategia de alimentación en la cual se aumenta la cantidad y calidad del alimento durante un periodo corto de tiempo (máximo 15 días). Los objetivos son generar un balance energético positivo para favorecer el retorno al estro, incrementar la tasa de ovulación (+ 2-3 óvulos) y mejorar el tamaño de las

crías. La estrategia del flushing es modular nutricionalmente el periodo reproductivo a corto plazo, induciendo cambios en el estado metabólico del animal, pero sin causar cambios importantes en el peso o contenido de grasa corporal. Esta estrategia permite restablecer la ovulación en hembras que están en baja condición corporal; ya sea debido a bajos consumos durante o después del periodo de lactancia o debido a alimentación restringida lo que resulta en una menor liberación de LH (Martinez *et al.*, 2015). De acuerdo a lo anterior, nace el cuestionamiento de este estudio, el cual fue evaluar el efecto del flushing sobre el desempeño reproductivo en ovejas de pelo.

METODOLOGÍA

Este estudio se llevó a cabo en las instalaciones del Colegio Posgraduados, Campus Montecillo, en las instalaciones del Laboratorio de Reproducción Ovina y Caprina (LaROCa). Ubicado en el kilómetro 36.5 de la Carretera Federal México – Texcoco en Montecillo, Municipio de Texcoco, Estado de México (19° 29' N y 98° 53' O), la temperatura oscila entre 6-16°C y las precipitaciones entre 500-1200 mm.

Se utilizaron Inicialmente 52 hembras ovinas multíparas de razas: Pelibuey, Dorper, Hampshire, Damara y Eastfriesian. De este grupo se seleccionaron 42 las cuales fueron asignadas a un G1 n = 19 ovejas con un tiempo de post destete aproximado de 15 días, condición corporal 2 de 5 de acuerdo a la tabla propuesta por (Felice, 2013) clasificadas como condición corporal baja (CCB), con un peso promedio de 46 kg. El segundo grupo G2 n=33 ovejas con 60 días post destete, condición corporal entre 3 sobre 5 clasificadas como condición corporal media (CCM) y un peso promedio de 54 Kg.

Los grupos G1 y G2 fueron a su vez subdivididos al azar en 2 grupos cada uno; por lo tanto, en total se manejaron 4 grupos tratamientos a evaluar. Los tratamientos quedaron conformados y nombrados de la siguiente forma:

TTO 1*: CCB con flushing (n = 10 ovejas); **TTO 2**: CCB sin flushing (n = 9 ovejas); **TTO 3***: CCM con flushing (n = 12 ovejas) y **TTO 4**: CCM sin flushing (n= 11 ovejas).

Con el fin de evaluar en cada tratamiento la ganancia de peso, presentación del estro, tasa de concepción, tasa de fertilidad, tasa ovulatoria y prolificidad al implementar un flushing corto pre monta en ovejas de CCB y CCM (TTO 1* y TTO 3*) comparándolo con los dos tratamientos restantes (TTO 2 y TTO 4), a base de una dieta normal.

La condición corporal fue evaluada de acuerdo con (Felice, 2013), donde se valoraron las características físicas de partes anatómicas como: las apófisis espinosas, el músculo del lomo y las apófisis transversas; también se tomó como referencia la marcación de las costillas, teniendo en cuenta que una marcación muy evidente, sería CCB y una marcación medianamente nula CCM. Cada tratamiento fue asignado en corrales separados y los animales identificados con collares de fleques de colores y un número de identificación en argollas metálicas con su respectiva cadena, para facilitar el manejo y distinción de cada tratamiento, con comederos de cemento y bebederos automáticos (Figura 1).



Figura 1. Grupo de ovejas multíparas con tiempo de post destete de 15 días aproximadamente (CCB). **Fuente:** Los autores.

Antes de iniciar el estudio se realizó desparasitación a todos los animales, se administró un 1 ml de selenio y 2 ml de vitamina B12 (Catosal®) intramuscular (IM) dosis única. Además, se realizó el arreglo de pezuñas de todos los animales. (Martínez *et al.*, 2018).

La evaluación de la ganancia de peso se realizó mediante pesaje de los animales antes de iniciar el estudio, durante el programa de sincronización, cada tercer día hasta que se retiraron los dispositivos intravaginales y al finalizar el flushing en los tratamientos TTO 1 y TTO 3. Una vez normalizada la dieta se realizaron pesajes cada 8 días de los animales. Para el pesaje se utilizó una manga de manejo para ovejas con una báscula electrónica.

Todas las ovejas del estudio fueron sometidas a un protocolo de sincronización del estro mediante dispositivos intravaginales CIDR® impregnados con 0.3 g de progesterona. Los dispositivos se colocaron por un periodo de nueve días, el séptimo día se administró 1 ml de PGF2 α (Lutalyse®, 7.5 mg) IM a todos los tratamientos.

El Protocolo que se siguió para la colocación de dispositivos CIDR fue:

- Antes de proceder a la colocación de los dispositivos, se debe lubricar con antibiótico sin corticoides.
- Se introduce el dispositivo en el aplicador cuidando que la cuerda cuelgue hacia afuera.
- El aplicador se humedece igualmente.
- Para facilitar la colocación del dispositivo la hembra debe estar en posición de cuadripedestación. El aplicador con el dispositivo es introducido suavemente hasta el fondo de la vagina, teniendo en cuenta que las manijas del aplicador estén en posición horizontal (Figura 2).
- Una vez adentro el aplicador se debe girar hasta que las manijas del aplicador queden verticales (paralelas a los labios vulvares).
- Se libera el dispositivo y se retira el aplicador, halando la cuerda para cerciorarse de que el dispositivo no esté suelto. Para retirarlo se debe halar la cuerda suavemente con una leve inclinación hacia abajo, hasta que el dispositivo salga.

Cada cuatro horas después del retiro de los dispositivos intravaginales CIDR®, se inició observación del comportamiento del rebaño para detección del estro en todos

los tratamientos durante 72 horas, seguido de detección cada 12 horas mañana y tarde hasta cumplir 120 horas post retiro CIDR® con la ayuda de carneros con mandiles en cada corral durante media hora.



Figura 2. Colocación de dispositivos CIDR®. **Fuente:** Los autores.

Una vez el macho detectaba la hembra receptiva se retiraba del grupo y era identificada con un spray de color con números en orden dependiendo la hora de inicio del estro y permitida la monta natural (Figura 3).

Para la detección de los retornos al estro, el primero se vigiló a partir del día 13 hasta el día 22 post retiro CIDR® (mañana y tarde). Para la detección del segundo retorno del estro se inició el día 28 hasta el día 34 post retiro CIDR® una vez al día. Todas las hembras receptivas al primer y segundo retorno del estro fueron cubiertas mediante monta natural.

La tasa ovulatoria se evaluó en algunas hembras mediante ultrasonografía transrectal y realizado el conteo de cuerpos lúteos (Cl) en cada ovario, en el décimo día post retiro del dispositivo CIDR®. Para este procedimiento los animales fueron sometidos a un ayuno de 12 horas, para evitar presencia de heces en intestino grueso y observar con mayor claridad los Cl.

Para evaluar la variable de fertilidad se tuvo en cuenta el diagnóstico de gestación por ultrasonografía trans abdominal, a los 45 y 75 días del servicio. Para este procedimiento los animales se dejaron en ayuno durante 12 horas.



Figura 3. Respuesta a la sincronización en todos los grupos simultáneamente (a) detección de ovejas en celo (b) oveja receptiva (en celo) (c) monta natural oveja receptiva. **Fuente:** Los autores.

Para la medición de la tasa de concepción (TC), se tuvo en cuenta la siguiente fórmula:

$$\% TC = \frac{\text{Núm. ovejas detectadas gestantes (45 días)}}{\text{Núm. ovejas expuestas}} \times 100$$

Esta tasa (TC) se relacionó directamente con la Tasa de fertilidad (TF), la cual se determinó a partir de esta fórmula:

$$\% TF = \frac{\text{Núm. ovejas paridas}}{\text{Núm. ovejas expuestas}} \times 100$$

Alimentación flushing

Al inicio del estudio todos los animales fueron alimentados con 1 kg de heno/animal/día más forraje verde picado. Cuando se inició el programa de sincronización del estro a las ovejas del TTO 1 y TTO 3 (CCB, CCM con flushing) se les cambió la dieta y se suministró la suplementación mediante la técnica flushing (Tabla 3) a una ración de 2 kg de dieta de Flushing/animal/día. Los tratamientos TTO 2 y TTO 4 (CCB, CCM sin Flushing) continuaron con la dieta inicial; Sin embargo, durante los nueve días del programa de sincronización del estro se les aumentó la ración a 2 kg de heno/animal/día. Al retirar los CIDR® en el noveno día,

volvieron a consumir 1 kg de heno/animal/día más forraje verde. En la Tabla 1 se presenta la composición de la dieta de las ovejas para los TTO 1 y 3.

Tabla 1. Flushing para Tratamientos TTO 1 y TTO 3.

| Componentes | Valor |
|---------------------------------|--------------|
| Paja de avena (Kg) | 3 |
| Carbonato calcio (Kg) | 1 |
| Gluten de maíz (Kg) | 4 |
| Melaza (Kg) | 8.5 |
| Heno de avena (Kg) | 3.5 |
| Pasta de canola (Kg) | 9 |
| Sorgo (Kg) | 47 |
| Cascarilla de soya (Kg) | 13 |
| Urea (Kg) | 0.5 |
| Salvado de trigo (Kg) | 9.5 |
| Minerales (Kg) | 1 |
| Total (Kg) | 100 |
| Proteína cruda (%) | 14.76 |
| Energía metabolizable (Mcal/kg) | 2.71 |
| Fibra Cruda (%) | 11.27 |

Fuente: Los autores

Análisis estadístico

Los datos fueron analizados por medio del programa estadístico SPSS realizándose una estadística descriptiva debido al tamaño de la muestra de cada grupo. Los pesajes se analizaron comparándolos entre tratamientos teniendo en cuenta el valor de la media poblacional de cada grupo. Las variables reproductivas como presentación del estro y repetición del estro se analizaron a través de proporciones a partir de los datos obtenidos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en el TTO 1* Ovejas de condición corporal baja (CCB) con flushing y TTO 3* Ovejas de condición corporal media (CCM) con flushing, no

mostraron una diferencia significativa entre el pesaje 3 (después del flushing), manteniendo en promedio una diferencia de 1 kg aproximadamente entre pesajes. En el TTO 2 Ovejas de CCB sin flushing y el TTO 4 Ovejas de CCM sin flushing se evidenció una pérdida de peso en el pesaje 2 (final del flushing); pero para el pesaje 3 se evidenció nuevamente la recuperación de los kilogramos perdidos. Se puede concluir que el flushing en esta investigación no influyó positivamente sobre la ganancia de peso, quizás por tratarse de un flushing corto.

En la Tabla 2, se relaciona e integran los 4 tratamientos con los resultados de los pesajes 1, 2 y 3; es decir sólo se tuvo en cuenta los datos obtenidos en cada pesaje sin importar a qué tratamiento pertenecían. Esto se hizo con el fin de estimar qué tan significativo fue el aumento de peso en los animales sin importar la calidad del alimento. Se encontró una diferencia estadística significativa ($P < 0.05$) entre el pesaje 1 (antes del flushing) y el pesaje 3 (después del flushing). Se pudo evidenciar que a pesar de que no se obtuvo una ganancia de peso alta, se presentaron cambios en el peso de los animales, los cuales probablemente estuvieron relacionados con el cambio de la dieta y la cantidad de alimento suministrado.

Tabla 2. Comparación entre cada uno de los pesajes.

| (I) Pesaje | (J) Pesaje | Diferencia de medias (I-J) | Error estándar | Sig. ^b | 95% de intervalo de confianza para diferencia ^b | |
|---------------|---------------|----------------------------------|-------------------|-------------------|--|--------------------|
| | | | | | Límite inferior | Límite superior |
| 1 | 2 | 1.075* | 0.219 | 0.000 | 0.526 | 1.624 |
| | 3 | -0.507 | 0.317 | 0.354 | -1.302 | 0.287 |
| 2 | 1 | -1.075* | 0.219 | 0.000 | -1.624 | -0.526 |
| | 3 | -1.582* | 0.258 | 0.000 | -2.227 | -0.937 |
| 3 | 1 | 0.507 | 0.317 | 0.354 | -0.287 | 1.302 |
| | 2 | 1.582* | 0.258 | 0.000 | 0.937 | 2.227 |

Se basa en medias marginales estimadas

* La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

^b Ajuste para varias comparaciones: Bonferroni.

Fuente: Los autores

Banchero y Quintans, (2008) evaluaron diferentes tipos de flushing en ovejas con el fin de demostrar si el tipo de dieta mejoraba los parámetros reproductivos, especialmente prolificidad; a partir de esto surge la hipótesis de que la ganancia de peso sea dependiente del tipo de flushing (alimento) a pesar de ser corto, aunque el uso de flushing corto no busca aumentar significativamente la ganancia de peso en ovejas (Banchero *et al.*, 2013).

Por lo tanto, el flushing realizado no influyó en la ganancia de peso en ninguno de los tratamientos; sin embargo, la condición corporal de las ovejas en los tratamientos 1 y 3 (con flushing) mejoró respecto a la presentada antes de iniciar el flushing. Resultados similares fueron obtenidos en Argentina, en un estudio donde suplementaron a un grupo con pellet de girasol frente al control, antes de la época de monta; encontrando un ligero aumento en el peso y condición corporal en las ovejas del grupo que fue suplementado respecto a las del grupo no tratado. Aunque estadísticamente no fue significativa esta variación (Aguilar *et al.*, 2009).

No obstante que con el flushing utilizado en este estudio no se obtuvo aumento de peso en las ovejas, algunos autores reportan que puede influir significativamente en el peso al nacimiento y crecimiento de sus borregos, como lo demostró De Azambuja *et al.*, (2015) concluyendo además que el flushing en ovejas es realmente una práctica económicamente rentable. Otros estudios relacionan que un incremento en el peso mayor al 6% implementando la técnica flushing aumenta la tasa mellicera, es decir a mayor ganancia de peso mayor prolificidad (Álvarez *et al.*, 2014).

La Gráfica 1, refiere las proporciones obtenidas del análisis de las variables reproductivas, presentación del estro, repetición del estro, gestación y parto. Debido al tamaño de la muestra no se encontraron diferencias significativas, pero al realizar análisis por medio de proporciones sí se evidencian. En cuanto a la presentación del estro el TTO 3* tuvo mayor respuesta con un 100%, seguido del TTO 4 (90.9%) y el TTO 1* (90%), sin embargo, el TTO 2 tan solo obtuvo un 55.5% de todas las hembras evaluadas. En todos los tratamientos observados se logró una

presentación de estro significativa de acuerdo con el programa de sincronización diseñado.

Al comparar los tratamientos de CCB con flushing y sin flushing, el TTO1* (90%) y el TTO 2 (55.5%) se encuentra una diferencia del 35%, donde las ovejas de CCB evidenciaron mayor respuesta al programa de sincronización cuando se empleó la técnica flushing. Sin embargo, los tratamientos de CCM con flushing y sin flushing TTO 3* (100%) y TTO 4 (90.9%), con tan solo una diferencia del 9.1% permite corroborar que una condición corporal media favorece la respuesta positiva a protocolos de sincronización. Es por esto que al seleccionar hembras para la reproducción la condición corporal ideal es de 3 a 4/5 para iniciar programas de sincronización y obtener resultados que favorezcan la presentación del estro (Gottardi *et al.*, 2014; Martínez *et al.*, 2018; Sanchez *et al.*, 1990).



Gráfica 1. Proporciones de variables de desempeño reproductivo en ovejas entre tratamientos. TTO 1* y TTO 3* = Con flushing.

Con respecto al tiempo de inicio del estro, los tratamientos con CCM (TTO 3* y TTO 4) iniciaron la presentación del estro entre la hora 12 y 16 post retiro CIDR®; mientras que las ovejas de CCB (TTO 1* y TTO 2), iniciaron presentación del estro entre las 20 y 24 horas pos retiro CIDR®. La mayor concentración de ovejas servidas ocurrió

entre la hora 20 y 32 post retiro CIDR®. Sin embargo, la hora de inicio del estro en este estudio fue menor que el reportado en un estudio realizado en Japón donde se evaluó el inicio del celo con diferentes métodos de sincronización donde la hora en promedio para el inicio de celo con dispositivos CIDR® fue de 27 horas post retiro, aunque en este estudio no fue considerado la CC (Iida *et al.*, 2004).

En cuanto a la repetición del estro los resultados fueron similares entre los grupos TTO 1* (33.3%) y TTO 3* (33.3%), mientras entre los tratamientos sin flushing TTO 2 (0%) y TTO 4 (6.6%) fueron diferentes. Estos resultados sugieren que los animales de los TTO1* y TTO3* fisiológicamente ajustaron sus requerimientos nutricionales, los cuales permitieron la presentación de un nuevo estro. A pesar que en un primer servicio no quedaron gestantes, el tratamiento pudo haber influenciado la presentación de un nuevo celo, mientras que en el TTO 2 (CCB sin flushing) el porcentaje de gestación fue del (44.4%) menor al de presentación del estro (55.5%) y la repetición de celo fue nula. Algunos autores han relacionado una buena nutrición con una buena calidad, tamaño y cantidad de folículos, incluso en ovejas sobrealimentadas; mientras que en ovejas con mala nutrición el tamaño, cantidad y calidad de folículos fue menor (Fernández *et al.*, 2019; Grazul-bilska *et al.*, 2019).

Por otra parte, el porcentaje de tasa de concepción (TC) fue mayor en el grupo de CCB con flushing; el TTO 1*(60%) en relación con el TTO2 (44.4%). En cuanto al grupo de CCM el TTO 3* (66.6%) obtuvo un valor menor comparándolo con el TTO 4 (90.9%) sin flushing. Estos resultados nos indican que el flushing tuvo un efecto positivo sobre los animales con condición corporal baja, comparado con los animales de condición corporal media (Aguilar *et al.*, 2009; Aké *et al.*, 2013; Camargo, 2018).

La tasa de fertilidad se vio directamente relacionada con la tasa de concepción, igualmente se observó un mayor resultado en el grupo de ovejas con condición corporal baja en el tratamiento con flushing TTO 1* (50%), respecto al tratamiento sin flushing TTO 2 (33.3%). En el grupo de ovejas con condición corporal media se obtuvo igualmente un mayor porcentaje de fertilidad en el tratamiento sin flushing, TTO 4 (81.8%) respecto al tratamiento con flushing TTO 3* (66.6%).

Hay que resaltar que sólo en el TTO 3, el 100% de las ovejas recibió monta, directa, dado que fue el único grupo donde se observó la presentación de estro en la totalidad de los animales, además en este grupo se obtuvo un nacimiento de las crías vivas en su totalidad, a pesar de haber tenido una menor TC y TF en comparación con el TTO 4. Estos resultados podrían indicar una buena fertilidad de las hembras, a la vez la calidad seminal de los machos utilizados, como el tipo de servicio, el cual fue la monta natural. Ha sido reconocido que la fertilidad está ligada a diversos factores como edad de las hembras, la condición corporal, la nutrición y deficiencias de minerales. Ciertos autores han atribuido las altas cargas parasitarias a las pérdidas embrionarias y la disminución de la fertilidad (Fraire *et al.*, 2013; Mantecón *et al.*, 1995).

En dietas suplementadas con ácidos grasos poliinsaturados se obtuvo tasas de concepción del 90% (Cansino *et al.*, 2009). Por lo anterior en este estudio se lograron resultados similares con la literatura reportada. Sin embargo el TTO 2 alcanzó una TC del (44.4%) por debajo de lo reportado. Este análisis nos indica que, en ovejas con condición corporal baja, el uso de flushing mejora significativamente la concepción y la fertilidad.

A pesar de que no se logró medir la tasa ovulatoria (TO) en todos los animales de los tratamientos; se midió en un grupo pequeño de animales (n= 4) de cada tratamiento para complementar el estudio. La mayor TO fue la de los tratamientos con flushing TTO 1* (2.75) y TTO 3* (3.25), sin embargo, el TTO 4 (2.5) tuvo una mayor tasa ovulatoria que el TTO 2 (1.25) el cual tampoco tenía flushing, esto pudo deberse a la baja condición corporal de los animales que componían el TTO 2 respecto al TTO 4. Algunos autores atribuyen el valor de la tasa ovulatoria a la raza (Granados, 2013).

La tasa ovulatoria también está relacionada con la condición corporal de la hembra, la respuesta al flushing en cuanto a la tasa ovulatoria es entre un 15 a 20% mayor en ovejas con condición corporal de 2.5 a 2.75/5 mientras que en hembras con condición corporal entre 3 y 3.5/5 la respuesta sería de tan sólo un 8% máximo. Otro factor que influye en el aumento de la tasa ovulatoria hasta en un 6% es la

introducción de machos a los lotes de hembras, lo que llamamos comúnmente como el efecto macho (Álvarez *et al.*, 2014).

La prolificidad fue mayor en los grupos donde se instauró el flushing TTO 1* (1.3) y TTO 3* (1.5). Además, se ha demostrado que el flushing puede mejorar el desempeño reproductivo de los machos antes de la monta (Banchero *et al.*, 2013) y algunos como Aguilar han evaluado el desempeño del flushing en los corderos nacidos de hembras suplementadas con flushing, obteniendo un 22% más de partos gemelares en hembras suplementadas con un flushing corto vs hembras no suplementadas (Aguilar *et al.*, 2009; Banchero *et al.*, 2013).

Los tratamientos a los cuales se les instauró el flushing TTO 1* y TTO 3* presentaron mejor desempeño reproductivo. Esta técnica influye positivamente sobre los indicadores reproductivos principalmente en ovejas con baja condición corporal con pocos días post destete, evidenciándose como una estrategia económica y rentable para el rebaño.

CONCLUSIONES

El flushing mejora la eficiencia de los protocolos de sincronización con CIDR® en hembras ovinas con condición corporal baja, hasta en un 50%. Es necesario corroborar este resultado en diferentes protocolos de sincronización.

Las ovejas con condición corporal media no necesitan la implementación de flushing corto para tener una respuesta positiva a protocolos de sincronización con CIDR, pero es necesario evaluar si esta respuesta fue debido al incremento de la porción de alimento durante el protocolo o no.

El porcentaje de gestación aumentó considerablemente en las ovejas de condición corporal baja cuando son suplementadas con flushing corto antes de la monta, mientras que en las ovejas de condición corporal media a pesar de tener una respuesta mayor en cuanto a la presentación de estros, el porcentaje de gestación no aumenta notablemente en el grupo con flushing.

La tasa ovulatoria aumentó cuando las ovejas son suplementadas con flushing, a pesar de que la ganancia de peso fue baja.

Las ovejas con condición corporal baja sin flushing, no tienen buena respuesta a la sincronización, el porcentaje de gestación es bajo, la muerte embrionaria es mayor y el porcentaje de partos melliceros es muy bajo.

Se hace necesario en el futuro contar en los nuevos estudios con una mayor muestra de animales, lo cual permita corroborar los resultados encontrados.

El valor de la tasa ovulatoria es sólo una estimación debido al tamaño tan pequeño de la muestra tenida en cuenta; es necesario crear unos valores de referencia por razas, para poder determinar si es alta, baja o promedio, dependiendo la raza.

El flushing es una buena estrategia que se puede aprovechar en la especie ovina de nuestro país, debido a que mejora las variables reproductivas especialmente en ovejas con condición corporal baja o de pocos días post destete, al igual que es económicamente rentable, teniendo en cuenta que algunos autores reportar un mayor peso al nacimiento y desarrollo de las crías de hembras sometidas a flushing.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Aguilar, E., Insaurrealde, E., Robson, C., Franz, H., Celser, R., Gomez, M. Efecto de la suplementación proteica en ovejas durante el servicio para incrementar la producción de mellizos volver a: Producción ovina en general. Corriedale, Bs. As. Anuario, 0 (1): 4-9. 2009. Disponible En: www.produccion-animal.com.ar
2. Aké, L., Casanova, E., Centurión, F., Aké, V. Efecto de la Condicion corporal sobre la sincronización del estro, fertilidad y prolificidad en ovejas de pelo. 6 (2): 34-38. 2013.
3. Álvarez, E., García, J., Herrmann, F. Tasa ovulatoria de ovejas ideal, con diferentes tratamientos alimenticios previo al servicio (flushing corto), Vol. 53. 2014. Disponible En: <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
4. Banchemo, G., Quintans, G. "Flushing corto" una herramienta para aumentar el porcentaje de mellizos en ovejas de baja a moderada prolificidad. INIA, N. 14: 1-5. 2008.
5. Banchemo, G., Vázquez, A., Quintans, G. Manejo nutricional para aumentar la tasa mellicera en ovinos. 2013.
6. Camargo, D. Suplementación estratégica para mejorar la producción de ovejas en trópico bajo colombiano. 2018.

7. Cansino, G., Herrera, J., Ake, J. Tasas de concepción, fertilidad y prolificidad en ovejas de pelo alimentadas con dietas enriquecidas con ácidos grasos poliinsaturados. 25 (1): 181-185. 2009.
8. De Azambuja, L., Mori, M., Mizubuti, Y., Das Dores Ferreira Da Silva, L., Do Prado, P., Sales Pereira, E., Fávero, R. Desempenho de cordeiros provenientes de ovelhas de diferentes grupos genéticos e que foram submetidas ao flushing alimentar. Semina: Ciências Agrárias, 36 (2): 1031-1042. 2015. Disponible En: <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2015v36n2p1031>
9. Felice, M. Condición Corporal de Ovinos. 2013. Disponible En: <https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1359&context=zootecnia>
10. Fernández, A., Sosa, C., Abecia, A., Vázquez, I. Dietary restriction in sheep: Uterine functionality in ewes with different body reserves during early gestation. Theriogenology, 135, 189-197. 2019. Disponible En: <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2019.06.023>
11. Fraire, S., Pró Martínez, A., Ramírez, G., Sánchez del Real, C., Gallegos, J., Fraire, S., Gallegos, J. Selenio y vitamina E en la fertilidad de ovejas Pelibuey sincronizadas con progesterona. Universidad y Ciencia, 29 (1): 33-44. 2013. Disponible En: <https://doi.org/10.19136/era.a29n1.40>
12. Gottardi, P., Souza, A., Barbosa, S., Marques, T., Bezerra, R., Araújo, J., Torreão, C. Efeito do flushing sobre o desempenho reprodutivo de ovelhas Morada Nova e santa inês submetidas à inseminação artificial em tempo fixo. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, 66 (2): 329-338. 2014. Disponible En: <https://doi.org/10.1590/1678-41626103>
13. Gozonga, A. Respuesta productiva y características de la canal de ovinos en engorda intensiva suplementados con cromo orgánico y clohidrato de zilpaterol. 2016. Disponibles En: <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/58574/TESIS-LAGV-0816.pdf?sequence=1>
14. Granados, V. Evaluación de los efectos de Glicerol por vía oral sobre la Fertilidad de ovejas Rambouillet. Universidad Nacional Autónoma de México. 2013.
15. Grazul-bilska, T., Bass, S., Kaminski, L., Ebel, K., Leke, E., Thammassiri, J., & Redmer, A. Effects of plane of nutrition and arginine on ovarian follicles in non-pregnant sheep : Cell proliferation, and expression of endothelial nitric oxide and its receptor. Acta Histochemica, 121 (2): 189-197. 2019. Disponible En: <https://doi.org/10.1016/j.acthis.2018.12.009>
16. Iida, K., Kobayashi, N., Kohno, H., Miyamoto, A., Fukui, Y. A comparative study of induction of estrus and ovulation by three different intravaginal devices in ewes during the non-breeding season. Journal of Reproduction and Development, 50 (1): 63-69. 2004. Disponible En: <https://doi.org/10.1262/jrd.50.63>
17. Mantecón, R., Giráñez, J., Hervás, L. Requerimientos Nutricionales para Ovinos en Reproducción. 1995.
18. Martínez, E., Carvajal, A., Guarda, P. Preparación para el encaste en las hembras ovinas. 2018.

19. Martinez, F., McLeod, B., Tattersfield, G., Smaill, B., Quirke, D., Juengel, L. Successful induction of oestrus, ovulation and pregnancy in adult ewes and ewe lambs out of the breeding season using a GnRH + progesterone oestrus synchronisation protocol. *Animal Reproduction Science*, 155: 28-35. 2015. Disponible En: <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2015.01.010>
20. SAGARPA. Hidalgo; polo de desarrollo pecuario y de producción de carne ovina. 2015. Disponible En: <https://www.gob.mx/agricultura%7Chidalgo/articulos/hidalgo-polo-de-desarrollo-pecuario-y-de-produccion-de-carne-ovina-carmen-dorantes>
21. SAGARPA. Se coloca la ovinocultura mexicana entre las mejores del mundo. 2020. Recuperado 27 Enero 2020. Disponible En: <https://www.gob.mx/agricultura/colima/articulos/se-coloca-la-ovinocultura-mexicana-entre-las-mejores-del-mundo-158022?idiom=es>
22. Salazar, O. Evaluación de la implementación de Buenas Prácticas Pecuarias en la producción de ovinos y caprinos en la zona metropolitana de los municipios de Bucaramanga y Lebrija. 153. 2015.
23. Sanchez, D., Alberto, P. Efeito da suplementação alimentar pré-acasalamento na prolificidade de ovinos das raças Ideal e Corriedale. *Boletim de Indústria Animal*, 47 (2): 87-96. 1990.

Eficacia del coadyuvante orgánico Ecotensor SYS, en el control de Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*) en cultivo de plátano (*Musa AAB simmonds*)

Efficacy of the organic Ecotensor SYS adjuvant, in the control of black Sigatoka (*Mycosphaerella fijiensis*) in plantain cultivation (*Musa AAB simmonds*)

Eficácia do Ecotensor SYS orgânico adjuvante, no controle da Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*) no cultivo de banana (*Musa AAB simmonds*)

Casas Ovalle Danna Lorena¹, Hernández Guevara Bayardo Enrique¹, Pachón González Enrique William² y Martínez Martínez Edgar Alejo²

¹Ingenieras Agrónomas, Universidad de los Llanos y

²Ingenieros Agrónomos Docentes Universidad de los Llanos

danna.casas.ovalle@unillanos.edu.co

Recibido 10 de febrero 2021, Aceptado 23 de abril 2021

RESUMEN

Se realizó un estudio cuyo propósito fue determinar la eficacia del coadyuvante orgánico (Ecotensor SYS) en mezcla con un fungicida de uso agrícola, estableciendo dosis para recomendación y evaluando posibles efectos de fitotoxicidad de Ecotensor en plantas de plátano (*Musa AAB Simmonds*); ensayo que se realiza para el control de *Mycosphaerella fijiensis* en el cultivo de plátano (*Musa AAB Simmonds*). Las pruebas se efectuaron en campo abierto en parcelas experimentales del cultivo, en el departamento de Meta, en los municipios de Granada y Fuente de Oro, cada parcela tuvo un área de 250 m² con un promedio de 10 metros de ancho por 25 metros de largo, el área total fue 1000 m², para cada ensayo. Se realizó un diseño experimental completamente al azar. Los resultados evidencian que las aplicaciones de fungicida con Ecotensor, proporcionan un mejor nivel de control de la enfermedad en comparación con los tratamientos de fungicida con Hipotensor y fungicida sin coadyuvante. La aplicación de Ecotensor SYS no generó daños ni síntomas de fitotoxicidad sobre el follaje de las plantas de plátano (*Musa AAB Simmonds*). Por lo tanto, se concluye que se obtienen ventajas

favorables al utilizar fungicida acompañado del coadyuvante orgánico Ecotensor evaluado, y que la dosis para recomendación de aplicación es de 1.0 ml/l de agua.

Palabras clave: Fitotoxicidad, fungicida, enfermedad, grado de severidad.

ABSTRACT

A study was carried out whose purpose was to determine the efficacy of the organic adjuvant (Ecotensor SYS) in mixture with a fungicide for agricultural use, establishing doses for recommendation and evaluating possible effects of phytotoxicity of Ecotensor in banana plants (*Musa AAB Simmonds*); test carried out for the control of *Mycosphaerella fijiensis* in plantain cultivation (*Musa AAB Simmonds*). The tests were carried out in open field in experimental plots of the crop, in the department of Meta, in the municipalities of Granada and Fuente de Oro, each plot had an area of 250 m² with an average of 10 meters wide by 25 meters long, the total area was 1000 m², for each trial. A completely randomized experimental design was carried out. The results show that the fungicide applications with Ecotensor provide a better level of disease control compared to the fungicide treatments with hypotensor and fungicide without adjuvant. The application of SYS Ecotensor did not generate damage or symptoms of phytotoxicity on the foliage of banana plants (*Musa AAB Simmonds*). Therefore, it is concluded that favorable advantages are obtained when using fungicide accompanied by the evaluated organic adjuvant Ecotensor, and that the dose for application recommendation is 1,0 ml/l of wáter.

Keywords: Phytotoxicity, fungicide, disease, degree of severity.

RESUMO

Foi realizado um estudo cujo objetivo foi determinar a eficácia do adjuvante orgânico (Ecotensor SYS) em mistura com um fungicida para uso agrícola, estabelecendo doses para recomendação e avaliando possíveis efeitos de fitotoxicidade do Ecotensor em bananeira (*Musa AAB Simmonds*); teste realizado para o controle de *Mycosphaerella fijiensis* no cultivo de banana (*Musa AAB Simmonds*). Os testes

foram realizados em campo aberto em parcelas experimentais da cultura, no departamento de Meta, nos concelhos de Granada e Fuente de Oro, cada parcela tinha uma área de 250 m² com uma média de 10 metros de largura por 25 metros de comprimento., a área total era de 1000 m², para cada ensaio. Foi realizado um delineamento experimental inteiramente casualizado. Os resultados mostram que as aplicações de fungicida com Ecotensor proporcionam um melhor nível de controle da doença em comparação aos tratamentos com fungicida com hipotensor e fungicida sem adjuvante. A aplicação do Ecotensor SYS não gerou danos ou sintomas de fitotoxicidade na folhagem da bananeira (*Musa AAB Simmonds*). Portanto, conclui-se que vantagens favoráveis são obtidas ao se utilizar fungicida acompanhado do adjuvante orgânico Ecotensor avaliado, e que a dose para recomendação de aplicação é de 1.0 ml/l de água.

Palavras-chave: Fitotoxicidade, fungicida, doença, grau de severidade.

INTRODUCCIÓN

producción de plátano (*Musa AAB Simmonds*) y banano (*Musa spp*) representa una de las actividades socio económico más importante de los países de América Latina El cultivo de plátano (*Musa spp*) en Colombia representa cerca del 50% del área sembrada en el país con cerca de 500 mil hectáreas cultivadas, y aunque es un fruto que se da en todo el territorio colombiano, su producción es principalmente para el consumo interno (Espinal *et al.*, 2005).

Este cultivo se ve afectado por una enfermedad de importancia económica la “Sigatoka Negra” causada por el hongo *Mycosphaerella fijensis*, la cual está considerada como uno de los problemas fitopatológicos más importantes que afectan la producción y su control incide fuertemente en los costos de producción. (Rivas y Rosales, 2003).

En plantaciones con bajo nivel de infección, los síntomas de “Sigatoka Negra” pueden ser fácilmente confundidos con los síntomas de Sigatoka Amarilla, especialmente en plantas jóvenes o en colinos bandera, donde las manchas individuales presentan una apariencia circular a ovalada de igual color y apariencia.

En ataques severos, la “Sigatoka Negra” es inconfundible en platas desarrolladas aun sin racimo, por la gran cantidad de rayas y manchas de color café a negro que pueden cubrir toda el área foliar en forma descendente desde la tercera hoja más joven abierta (González *et al.*, 2012).

El ciclo de vida de *M. fijiensis* se inicia con la deposición de las ascosporas o conidios del hongo, que ha sido liberadas por el viento, sobre las hojas libres de la enfermedad. Bajo condiciones favorables de humedad, temperatura y en presencia de agua libre en la superficie de la hoja, el proceso de germinación ocurre en una hora aproximadamente. La penetración al hospedero está condicionada por el tiempo que dure la película de agua sobre la hoja y la humedad relativa, pero normalmente ocurre en un lapso de dos a tres días. El período de incubación del hongo, referido como el tiempo entre germinación y aparición de la primera pizca dura en banano es de 17 días y en plátano 29 días, mientras que el período de latencia o sea hasta la aparición de conidióforos y conidios, que se forman en el estado de estría, ocurre 28 días luego de la infección en banano y 34 días después en plátano. Las ascosporas maduras de *M. Fijensis* se pueden observar 49 días después de la infección en banano y 64 días después en plátano. Durante los meses de verano los períodos de incubación y latencia, la transición infección a cada uno de los síntomas y la formación de peritecios presentan una mayor duración promedio, que se refleja en un retardo en la manifestación de síntomas y por ende en la formación de conidios, peritecios y ascosporas (Orozco *et al.*, 2008).

Las condiciones ambientales, el estado fisiológico y grado de nutrición de la plata, la virulencia del patógeno junto con la concentración de esporas o conidias, son determinantes en la intensidad de la infección y la evolución a cada uno de los estadios de desarrollo de la enfermedad (Cuéllar *et al.*, 2011).

Sobre las manchas que caracterizan esta enfermedad se producen dos tipos diferentes de inóculo que corresponden al estado asexual y sexual del patógeno, siendo en el estado conidias, empieza a formarse en el campo desde el estado de estría hasta formar mancha. Conteos de conidióforos y conidias en cada estado de

desarrollo de la enfermedad, indican que una mayor cantidad de conidióforos se producen en el segundo estado de estría (Orzco *et al.*, 2013).

Sobre este tipo de lesiones no fue posible contabilizar la cantidad de conidios formados, debido a que son fácilmente liberados por el viento y el agua; sin embargo, en plátano, sobre una estría estado dos, con un área entre 7 y 30 mm² pueden existir cerca de siete estomas por milímetro cuadrado, de los cuales un 75% aparecen formando conidióforos con cerca de cinco cosechas de conidios. Formaciones de sólo un conidóforo en el 50% de las estomas, sugieren que la habilidad esporulativa del patógeno podría llegar a generar entre 100 y 300 conidios (Orzco *et al.*, 2013).

Las infecciones son más importantes en el envés de la hoja debido a que los estomas son más numerosos en esta parte de la hoja y cuando la hoja se desenvuelve, su envés es la parte que se expone primero a los propágulos del hongo. Luego viene el período de incubación, el cual se encuentra muy estrechamente relacionado con las condiciones climáticas y posteriormente el desarrollo visible de la enfermedad, la cual abarca desde el primer estadio hasta la necrosis. Las manchas comienzan a secarse, originando depresión en el tejido enfermo; es común que a partir de este estado las manchas presenten amarillamiento del tejido circundante.

La mancha original se seca completamente y adquiere un color café claro, que con el tiempo llega a tonalidades aún más claras. La mancha en sí, se rodea de un borde oscuro y tejido clorótico. En casos severos de infección, las hojas enfermas se secan y mueren dentro de las tres a cuatro semanas siguientes a la aparición de los primeros síntomas. En tales casos las plantas antes de la cosecha llegan a perder la totalidad de su follaje (Álvarez *et al.*, 2013).

Un coadyuvante es cualquier sustancia agregada al tanque de la pulverizadora, en forma separada de la formulación del pesticida, a fin de mejorar el rendimiento del mismo (Sazo *et al.*, 2008). El uso de coadyuvantes ha sido dedicado solo a la mezcla con herbicidas postemergentes, sin embargo, muchos otros agroquímicos como

fungicidas, insecticidas, reguladores de crecimiento y abonos foliares, pueden mejorar su efecto cuando se le adicionan coadyuvantes a la mezcla de tanque (Arrospide, 2004).

Los coadyuvantes ayudan a mejorar la cobertura (mojado) y la persistencia (pegajosidad) del ingrediente activo, o de los elementos minerales en la superficie de las hojas, así también como promover mayor velocidad de absorción y bioactividad de los elementos minerales aplicados. Las limitaciones a la absorción foliar de los elementos minerales aplicados han conducido a un amplio uso y búsqueda continua de coadyuvantes que mejoren la efectividad de los tratamientos de pulverización foliar (Fernández *et al.*, 2015).

En el mercado existen muchos coadyuvantes de diferentes compuestos y con diferentes modos de acción para realizar funciones específicas, incluyendo ajuste del pH, dispersión, extensión, pegado y humectación. Estos compuestos también pueden reducir la evaporación, la formación de espuma, la deriva de la pulverización y la volatilización, pero ningún coadyuvante solo puede realizar todas estas funciones, pero a menudo pueden combinarse para realizar múltiples funciones al mismo tiempo, Por lo tanto, su uso no sólo ayuda a minimizar problemas de las aplicaciones, sino también aumentar la eficiencia de los mismos. Debido a que se consideran como sustancias inertes en las formulaciones químicas, no existe una regulación para los coadyuvantes (INTAGRI, 2017).

Por lo general, los coadyuvantes se clasifican como: activadores y utilitarios, donde los primeros aumentan la actividad, penetración, difusión y retención del ingrediente activo, mientras que los utilitarios solo modifican la propiedad de la solución sin afectar directamente la eficiencia de la formulación. Aunque sus efectos son diversos, todos estos materiales contienen moléculas que tienen grupos polares como no polares. En soluciones de aceite o agua, estas moléculas pueden alinearse con el grupo apolar en el aceite y el grupo polar en el agua. Debido a esta propiedad los coadyuvantes tienen varios efectos: 1- Proporcionan una mayor área de contacto de cada gota de agua, y se aumenta la absorción del producto químico. 2- Aumentan la penetración de agroquímicos en la cutícula, abriendo espacios intermoleculares,

o haciendo a los agroquímicos polares y las moléculas acuosas más solubles en las ceras apolares de la cutícula (Ramos y Peñaranda, 2018).

El Ecotensor SYS es un coadyuvante agrícola líquido, pH, 3.0-3.5 ligeramente viscoso a 25°C 77°F cP 290, amarillo, Densidad a 25°C (77°F), 1.031 g/ml. Siendo su fórmula su química y concentración L-glutamic acid, N-coco acyl derivates 100 g/l agua, con un surfactante no iónico. Dispersable en agua, ligeramente soluble en hidrocarburos alifáticos, miscible en la mayoría de solventes polares orgánicos e hidrocarburos aromáticos, químicamente estable en la mayoría de soluciones alcalinas y acidas, compatible con surfactantes aniónicos, catiónicos y otros surfactantes no iónicos.

Con relación a lo anterior el objetivo de esta investigación fue determinar la eficacia del coadyuvante orgánico (Ecotensor SYS) en mezcla con un funguicida a base de Fenpropidin 750 g/l de uso agrícola, con el fin de establecer su grado emulsionante, penetrante y surfactante para el tratamiento de Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis Morelet*) en el cultivo de plátano.

METODOLOGÍA

Ubicación

El trabajo experimental se realizó en el municipio de Granada y en el municipio de Fuente de Oro en el departamento del Meta, Colombia - Suramérica. En esta zona los veranos son cortos, muy caliente, húmedo y nublados; los inviernos son cortos, caliente y parcialmente nublados y está mojado durante todo el año. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 19 a 31°C y rara vez baja a menos de 15°C o sube a más de 34°C.

En esta zona los suelos son aptos para el desarrollo del cultivo del plátano (*Musa AAB Simmonds*), siendo su textura franco arenosa, franco arcillosa, franco arcillo limosa y franco limoso, además, fértiles, permeables, profundos (1.2-1.5 m), bien drenados y ricos especialmente en materias nitrogenadas. Es de anotar que este cultivo tiene una gran tolerancia a la acidez del suelo, oscilando el pH entre 4.5-8,

siendo el óptimo 6.5. Por otra parte, los plátanos se desarrollan mejor en suelos planos, como son los de esta zona (Mejia, 2018).

Tratamientos en parcelas experimentales:

Se seleccionaron las parcelas y los tratamientos se establecieron completamente al azar; cada parcela tuvo un área de 250 m² con un promedio de 10 metros de ancho por 25 metros de largo, El área total fue 1.000 m², para cada ensayo. Las pruebas se efectuaron en campo abierto en parcelas experimentales de cultivo de plátano, en época de invierno en el Departamento de Meta. Las pruebas se realizaron en dos fincas ubicadas en Granada y Fuente de oro que son representativas del cultivo y con alta incidencia de la enfermedad de la Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet).

Las plantas estudiadas fueron las sometidas a infección natural de la enfermedad, y las localidades, y no se aplicaron otros fungicidas durante su desarrollo. La variable de respuesta fue el grado de severidad medido cada cinco días, después de la primera aplicación. En la primera evaluación de los resultados se analizó el crecimiento de la Sigatoka en las plantas seleccionadas, se realizó un seguimiento a cada planta por individual. En la segunda evaluación se detalló el estado final de las plantas seleccionadas para esta investigación.

Los tratamientos se especifican en la Tabla 1. Se utilizaron diferentes dosis del coadyuvante orgánico (Ecotensor SYS) que es un líquido viscoso, de color amarillo pH, 3.0-3.5, densidad a 25°C (77°F), 1.031 g/ml. Siendo su fórmula su química y concentración L-glutamic acid, N-coco acyl derivates y su 100 g/l agua, con un surfactante no iónico, este se mezcló en mezcla con un fungicida a base de Fenpropidin de uso agrícola, utilizando 600 ml por hectárea, además se utilizó un tratamiento con un coayudante de referencia el Hipotensor SYS, ya está probado que 1ml/l de agua es efectivo para el tratamiento de la sigatoka negra cuando se utiliza en mezcla con el fungicida; este producto está compuesto a base de Polyoxyethylene (6) Lineal alcohol (9-11) 100 g/l, de tipo de surfactante, no iónico, líquido ligeramente viscoso de color amarillo y con un pH, 3.0-3.5. (Ramos y

Peñaranda, 2018). El modo de aplicación fue mediante aspersión foliar, con bomba manual de espalda, de presión constante. Después de realizada la aplicación se realizaron dos evaluaciones a los cinco y 10 días después de la aplicación.

Tabla 1. Tratamientos experimentales en Granada y Fuente de Oro

| Tratamiento | Coadyuvante | Dosis ml/l |
|-------------|----------------------|------------|
| Control | Fungicida únicamente | |
| 1 | Hipotensor SYS | 1,0 |
| 2 | Ecotensor SYS | 0,5 |
| 3 | Ecotensor SYS | 1,0 |
| 4 | Ecotensor SYS | 1,5 |

El coayudante Ecotensor e hipotensor se mezclaron con el fungicida 600 cc/ha



Figura 1. Este experimento se realizó en plantaciones a campo abierto, en los municipios de Granada y Fuente de oro, Meta, Colombia.
Fotografía tomada Bayardo Hernández

Evaluación visual de la severidad de la fitotoxicidad

Las plantas al inicio del ensayo tuvieron un mínimo de cuatro hojas funcionales garantizando un normal desarrollo agronómico del cultivo, con aplicaciones manuales dirigidas a todas las hojas de las plantas. Se evaluaron visualmente los folíolos de 10 hojas en cada tratamiento y se calculó el porcentaje de cada

replicación y para determinar la severidad se utilizaron los diagramas estándares de Stover, (1971) y la escala de grados de desarrollo de las Sigatocas (Aranzazu *et al.*, 2002), lo cual se realizó en las hojas de las plantas en las cuales se les hacia el seguimiento (Tabla 2).

Tabla 2. Grados y síntomas de fitotoxicidad

| Puntuación | Síntoma de Fitotoxicidad |
|-------------------|---|
| 1 | Ausencia de Síntomas (Planta Sana). |
| 2 | síntomas muy leves, cierta atrofia, amarillamientos, etc. |
| 3 | Síntomas leves, cierta atrofia, amarillamientos claramente apreciables. |
| 4 | Clorosis y/o atrofia más aguda. Sin influir en el desarrollo del cultivo. |
| 5 | Reducción de la población, fuerte clorosis y/o atrofia, se observa Influencia en el desarrollo. |
| 6 | Daños crecientes hasta la detención del crecimiento del cultivo |
| 7 | Daños crecientes hasta la muerte parcial del cultivo. |
| 8 | Daños crecientes hasta la muerte total del cultivo. |
| 9 | Muerte total del cultivo. |

Se realizó la evaluación de fitotoxicidad en parcelas independientes que tenían la misma variedad utilizada en la prueba de eficacia, sobre la cual se realizó una única aplicación en 160 plantas en diferentes dosis del producto a evaluado. En total se utilizaron 80 plantas por localidad.

El porcentaje de severidad se obtuvo según la escala de severidad de Stover que consiste en evaluar el porcentaje de afección en las hojas seleccionadas, los rangos se especifican en la Tabla 3.

Análisis Estadístico

Se utilizó un diseño de cuatro bloques completos con cuatro tratamientos, para conformar 16 unidades experimentales, cada una tenía cuatro plantas para un total de 64 plantas por cada finca (Granada y Fuente de Oro) y cinco repeticiones; para el estudio del análisis de varianza de un factor (Evaluación de la fitotoxicidad) de medias repetidas, cumpliendo la revisión de los postulados movilidad, normalidad,

homogeneidad de varianza y esfericidad (Prueba de Mauchly), se elaboraron gráficas de los resultados, también se hizo análisis de la prueba de comparación de Duncan.

Tabla 3. Porcentaje de severidad según Stover

| Grado de severidad | Porcentaje de afección en la hoja | Estado de la enfermedad |
|---------------------------|--|--------------------------------|
| 0 | 0 | Hojas sin síntomas |
| 1 | Menos de 50 Pizcas | Pizca |
| 2 | 1-5 | |
| 3 | 6-15 | |
| 4 | 16-33 | Área foliar afectada |
| 5 | 34-50 | |
| 6 | Mayor de 50 | |

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los daños causados por la sigatoka negra en las hojas de plátano se evaluaron realizando unas series de dibujo de acuerdo a la sintomatología que se detalla en la Tabla 2, se midieron las manchas y de esta forma se calculó el porcentaje de destrucción de hojas. La intensidad de la afección se clasificó en cinco grados, tal como se especificó en la Tabla 3, esta metodología con la cual Stover, (1971) desarrolló una escala que es utilizada a nivel internacional, no solo en plantaciones de banano, sino que también es aplicable para evaluar la severidad de esta enfermedad en cultivos de plátano, lo que hace posible comparar los resultados de los experimentos realizados en diferentes partes del mundo.

A los cero días antes de iniciar los tratamientos todas las plantas que se estudiaron tenían un bajo índice de afectación por la sigatoka negra, grado dos, porque ninguna planta fue superior a 11.9% de acuerdo a escala de medición de Stover, (1971) por lo tanto, estaban las condiciones uniformes para la aplicación de los tratamientos y de esta manera medir su efecto de manera eficiente y real, puesto como se explicó el experimento fue realizado a campo abierto (Tabla 4 y Figuras 2 y 3). A los cinco

días después de aplicados los tratamientos el control que únicamente tenía fungicida, presento una severidad mayor ($P<0.05$) de afectación de la sigatoka negra de grado 4.24%, para Granada y 18.8 % para Fuente de oro, en comparación con los demás tratamientos, los cuales mostraron un comportamiento similar (Tabla 4 y Figura 4). Aunque no se observaron diferencias cuando se utilizaron Hipotensor SYS y Ecotensor SYS en varias dosis, es de anotar que se observan mayores porcentajes de afectación de la hoja en Granada en comparación con Fuente de oro (Tabla 4).

El cultivo del plátano a los 10 días el tratamiento control en Granada observó un grado cinco de afectación ($P<0.05$) 34.5% (Figura 6) mientras que en Fuente de oro un grado cuatro, 19.5%, siendo superior el daño de la sigatoka negra ($P<0.05$) en comparación con los demás tratamientos, en los cuales presentaron un grado de severidad de tres (Tabla 4 y Figura 5).

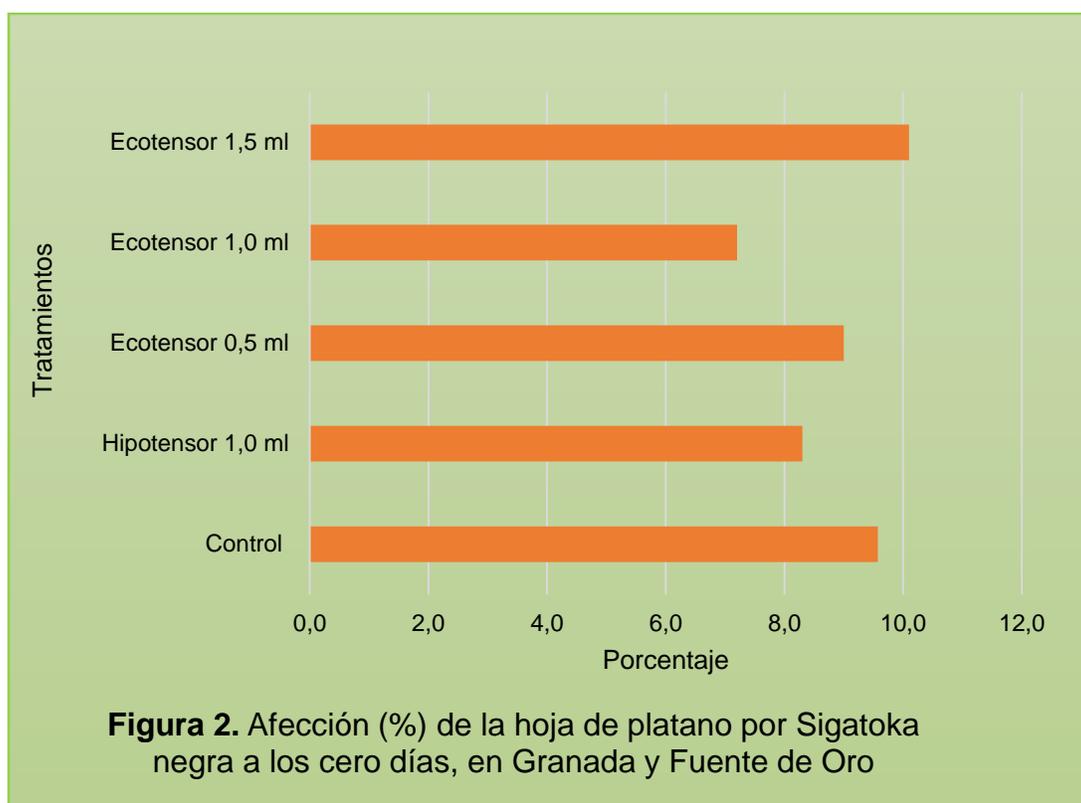
Tabla 4. Índice de infección (%) en la hoja de plátano por sigatoka negra (*Mycosphaerella fijensis*)

| Tratamientos | Cero días | | Cinco días | | Diez días | |
|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | Granada | Fuente de Oro | Granada | Fuente de Oro | Granada | Fuente de Oro |
| Control | 7.2 ^a | 11.9 ^a | 24.5 ^b | 18.8 ^b | 34.5 ^b | 19.5 ^b |
| Hipotensor 1.0 ml | 8.6 ^a | 8.0 ^a | 9.6 ^a | 10.0 ^a | 13.6 ^a | 12.6 ^a |
| Ecotensor 0.5 ml | 9.6 ^a | 8.3 ^a | 12.2 ^a | 10.4 ^a | 13.6 ^a | 14.1 ^a |
| Ecotensor 1.0 ml | 7.0 ^a | 7.4 ^a | 8.2 ^a | 8.0 ^a | 10.2 ^a | 9.0 ^a |
| Ecotensor 1.5 ml | 11.0 ^a | 9.2 ^a | 13.1 ^a | 10.8 ^a | 15.6 ^a | 14.4 ^a |

El coayudante Ecotensor e hipotensor se mezclaron con el fungicida 600 ml/ha. El tratamiento control no contenía coayudante.

Se observa un incremento lineal en el porcentaje de afección de (*Mycosphaerella fijensis*) para el tratamiento control (600 ml de fungicida/ha), después de la segunda medición se generó resurgencia o reinfección a los 10 días, de igual forma sucedió en Granada y en Fuente de Oro (Tabla 1).

El tratamiento con Ecotensor 1.0 ml presenta el mejor control de Sigatoka, controlando el avance de la enfermedad en el tiempo de la evaluación, evidenciando los beneficios del uso del coadyuvante. En Granada y Fuente de Oro del 7 y 7.4% de afección se incrementó levemente a 8.2 y 8.0% a los cinco días y 10.2% y 9% a los diez días de tratamiento, lo cual indica que con el coayudante Ecotensor SYS en concentraciones de 1.0 ml en mezcla con el fungicida, se puede controlar esta enfermedad evitando una severidad y afectación mayor (Tabla 4 y Figura 5).



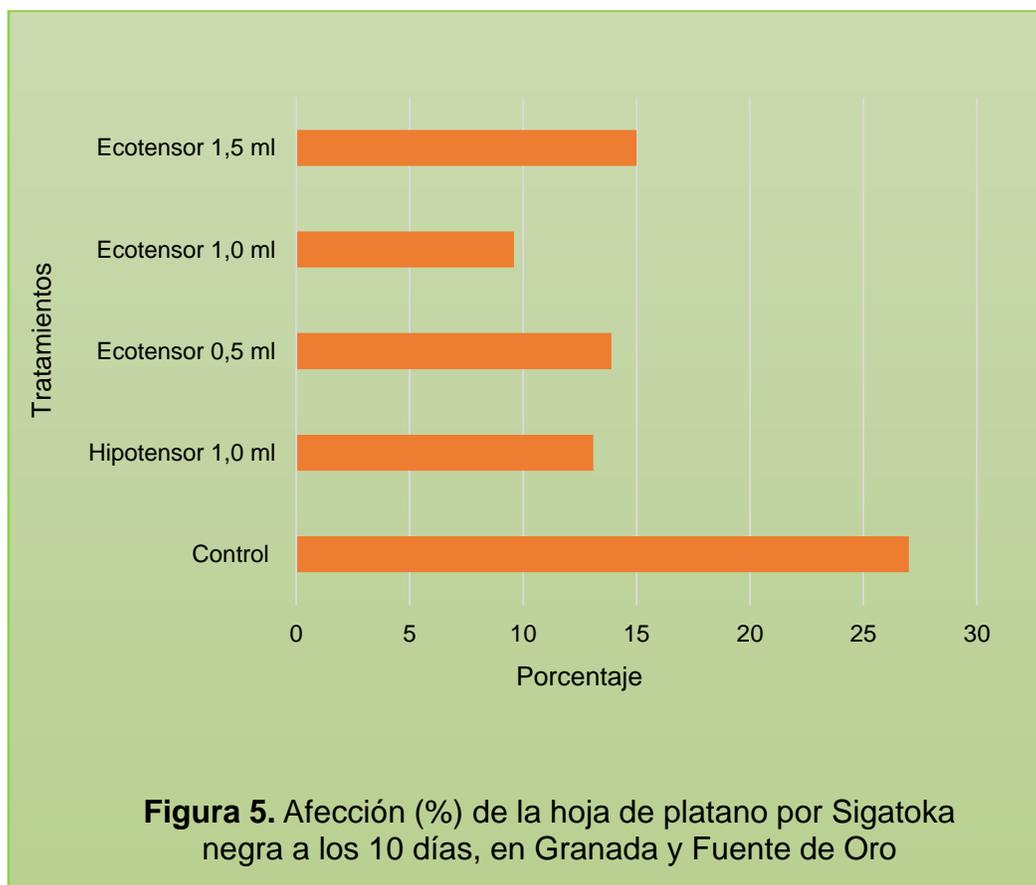
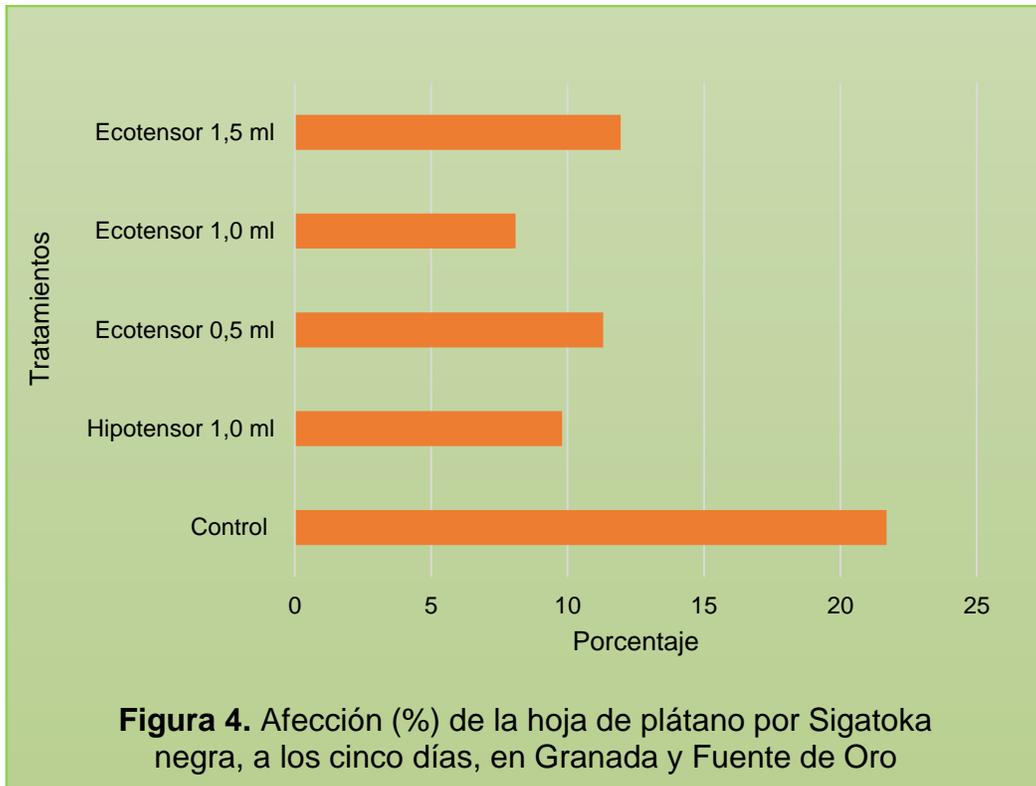
Esta zona donde se realizó este trabajo tiene las condiciones adecuadas para que la sigatoka negra sea progresiva si no se realiza un programa de control a su debido tiempo, es importante señalar que una mayor cantidad de hojas disponibles pueden permitir una infección más severa, puesto que las hojas verdaderas son emitidas aproximadamente a los 30 días, y el tiempo transcurrido desde la inoculación hasta la presentación de las manchas producidas por este hongo, es de 29 días (Álvarez et al., 2013). La sigatoka negra es una enfermedad altamente contagiosa, por lo tanto, su diseminación por las parcelas fue de pocos días como se observó en el

tratamiento control a los 10 días de observación, principalmente en Granada, las altas humedades y temperaturas, facilitan la germinación de conidias y ascosporas (Figuras 5 y 6).



Figura 3. Hoja de plátano presentando segundo grado de severidad de sigatoka según la escala de Stover. Fotografía tomada por Bayardo

Las ascosporas y conidios requieren de temperaturas óptimas de entre 25 a 28°C para su máxima proliferación, mientras las ascosporas requieren de humedad relativa de 98 a 100%, el ámbito para los conidios es más amplio de 92 a 100% (Aguirre *et al.*, 2012). El proceso de germinación en menos de dos horas y la penetración del tubo germinativo por la vía estomática se realiza en un periodo de una semana (Alarcón y Jiménez, 2012). Es por la situación explicada anteriormente que en menos de 10 días se observó un acelerado progreso de la Sigatoka negra, cuando no fue efectivo el tratamiento en este caso el control (Tabla 4, Figuras 5 y 6), es de anotar que la viabilidad de los conidios sobre la superficie de la hoja puede ser mayor a los 60 días y que temperaturas superiores a 30°C, pueden causar la desnaturalización de las proteínas presentes en la pared de las esporas del patógeno.





De acuerdo a los resultados con el uso de los coadyuvantes Hipotensor (1.0 ml/l) y Ecotensor en varias dosis, se observó que la Sigatoka negra no avanzara, es importante tener en cuenta que la presencia de partículas de arcilla, limo y materia orgánica suspendidas en el agua reducen la actividad en forma drástica de algunos productos de uso agrícola y además pueden estas partículas formar una película sobre la superficie foliar. El efecto de inactivación producido por las partículas en suspensión, no puede ser superado por el agregado de aditivos por lo que es importante seleccionar una fuente de agua que no presente problemas de esta índole. Es necesario aclarar que los coadyuvantes permiten engrosar la superficie de la hoja para evitar el escurrimiento lo que permite la acumulación de una mayor cantidad del producto motivo de la aplicación, lo cual puede redundar en mayor efectividad y residualidad del producto aplicado (Arrospide, 2004).

CONCLUSIONES

El cultivo del plátano (*Musa AAB Simmonds*) a los 10 días de experimentación el tratamiento, el control que contenía únicamente el fungicida, la Sigatoka negra

(*Mycosphaerella fijiensis*) en Granada mostró un grado cinco de afectación 34.5%, mientras que en Fuente de Oro presentó un grado cuatro, 19.5%, siendo superior el daño en comparación con los demás tratamientos en los cuales se utilizó Hipotensor y Ecotensor SYS con el fungicida, observando un grado de afectación de tres, puesto que no se superó el 15.6% de severidad de la enfermedad.

Las dosis de Ecotensor SYS, utilizadas para el control de la Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*), no generaron fitotoxicidad al cultivo del plátano. De acuerdo con los resultados en esta prueba de eficacia es de 1.0 ml por litro de mezcla. Además, El Ecotensor SYS puede reemplazar al Hipotensor SYS que se utilizó en un tratamiento como referencia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Aguirre, SE; Piraneque, NV; Menjivar, JC. Relación entre las propiedades edafoclimáticas y la incidencia de Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) en la zona bananera del Magdalena-Colombia. Revista de Investigación Agraria y Ambiental, 3 (2): 13-23. 2012. Disponible [En: https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5344950](https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5344950)
2. Alarcón, J; Jiménez, Y. Manejo fitosanitario del cultivo del plátano (*Musa* spp): Medidas para la temporada invernal (en línea). ICA (Instituto Colombiana Agropecuario). Bogotá. 2012. Disponible [En: https://www.ica.gov.co/getattachment/08fbb48d-a985-4f96-9889-0e66a461aa8b/-nbsp:Manejo-fitosanitario-del-cultivo-de-platano.aspx](https://www.ica.gov.co/getattachment/08fbb48d-a985-4f96-9889-0e66a461aa8b/-nbsp:Manejo-fitosanitario-del-cultivo-de-platano.aspx)
3. Álvarez E, Pantoja A, Gañán L, Ceballos G. La Sigatoka negra en plátano y banano. Guía para el reconocimiento y manejo de la enfermedad, aplicado a la agricultura familiar. CIAT y FAO. 2013. Disponible [En: http://www.fao.org/3/as089s/as089s.pdf](http://www.fao.org/3/as089s/as089s.pdf)
4. Aránzazu, F, Arcila M, Bolaños M, Castrillón C, Castellanos P, Pérez J, Rodríguez J, Valencia J. El cultivo de plátano: manual técnico. Corpoica, Manizales. 114 p. 2002. Disponible [En: https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/17751](https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/17751)
5. Arrospide, G. Criterios para el uso de aditivos y Coadyuvantes. Carrasco- Uruguay: Calister S.A. 2004. Disponible [En: https://www.calister.com.uy/wp-content/uploads/2016/06/1311182916Criterios_para_el_uso_de_Aditivos_y_Coadyuvantes.pdf](https://www.calister.com.uy/wp-content/uploads/2016/06/1311182916Criterios_para_el_uso_de_Aditivos_y_Coadyuvantes.pdf)
6. Cuéllar A, Álvarez E, Castaño J. Evaluación de resistencia de genotipos de plátano y banano a la Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet.) Rev. Fac. Nat. Agr. Medellín, 64 (1): 5853-5865. 2011. Disponible [En: http://www.scielo.org.co/pdf/rfnam/v64n1/a11v64n01.pdf](http://www.scielo.org.co/pdf/rfnam/v64n1/a11v64n01.pdf)
7. Espinal C, Martínez H, Peña, Y. La cadena del banano en Colombia. Una mirada global de su estructura dinámica 1991-2005. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Documento de trabajo N. 60. Bogotá. 2005. Disponible [En: http://hdl.handle.net/11348/5874](http://hdl.handle.net/11348/5874)
8. Fernández V, Sotiropoulos T, Brown, P. Formulaciones y adyuvantes en: fertilización foliar, principios científicos y práctica de campo. Asociación Internacional de la Industria de Fertilizantes (IFA). Paris, Francia, p 37-48. 2015. Disponible [En:](#)

- https://www.researchgate.net/publication/283908842_Fertilizacion_Foliar_Principios_Cientificos_y_Practicas_de_Campo/citation/download
9. González C, Arévalo E, Díaz L, Galindo J, Rosmira M, Guerrero M, Jimenez J, Manejo fitosanitario del cultivo de plátano (*Musa* sp). Medidas para temporada invernal. ICA. Bogotá - Colombia. 2012. Disponible En: <https://www.ica.gov.co/getattachment/08fbb48d-a985-4f96-9889-0e66a461aa8b/-nbsp;Manejo-fitosanitario-del-cultivo-de-platano.aspx>
 10. INTAGRI. Coadyuvantes para potencializar el rendimiento de plaguicidas. Serie Fitosanidad N. 94. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 8 p. 2017. Disponible En: <https://www.intagri.com/articulos/fitosanidad/coadyuvantes-para-potencializar-el-rendimiento-de-los-plaguicidas>
 11. Mejía J. Cultivo de plátano (*Musa paradisiaca*) Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal Enrique Álvarez Córdova. 2018. Disponible En: http://centa.gob.sv/docs/guias/frutales/Guia%20Centa_Platano%202019.pdf
 12. Orozco M, Orozco J, Pérez O, Manzo G, Farías J, Da Silva W. Prácticas culturales para el manejo de la Sigatoka negra en bananos y plátanos. *Tropical Plant Pathology*, 33 (3): 189-196, 2008. Disponible En: <https://www.scielo.br/j/tpp/a/sfk79TX5GLKJHfYH6ymrVTB/?lang=es&format=pdf>
 13. Orozco M, García K, Manzo G, Guzmán S, Martínez L, Beltran M, Garrido E, Torres J Y, Canche C. La Sigatoka negra y su manejo Integrado en banano. Primera Edición Publisher: INIFAP. Editor: Mario Orozco Santos. Consejo Estatal de Productores de Plátano del Estado de Colima A.C. 2013. Disponible En: https://www.researchgate.net/publication/256297564_La_Sigatoka_negra_y_su_man_ejo_Integrado_en_banano
 14. Puentes B. Coadyuvantes agrícolas, propiedades y uso en aspersiones de plaguicidas. ARROZ, p 21-31. 2011. Disponible En: <http://www.fedearroz.com.co/revistanew/arroz495.pdf>
 15. Ramos P, Peñaranda M. Criterios de selección de coadyuvantes. *Metflor-agro*, 2018. Disponible En: <https://www.metroflorcolombia.com/criterios-de-seleccion-de-coadyuvantes/>
 16. Rivas, G., Rosales, F. (ed). Manejo convencional y alternativo de la Sigatoka negra, nematodos y otras plagas asociadas al cultivo de Musáceas en los trópicos. Actas del Taller “Manejo convencional y alternativo de la Sigatoka negra, nematodos y otras plagas asociadas al cultivo de Musáceas”, celebrado en Guayaquil, Ecuador. 11-13 de Agosto. 2003. Disponible En: https://www.bioversityinternational.org/fileadmin/migrated/uploads/tx_news/Manejo_convencional_y_alternativo_de_la_Sigatoka_negra_nematodos_y_otras_plagas_asociadas_al_cultivo_de_Mus%C3%A1ceas_en_los_tr%C3%B3picos_1242.pdf
 17. Sazo L, Araya J, De la Cerda J. Efecto del coadyuvante siliconado e insecticidas en el control del chanchito blanco de la vid, *Pseudococcus viburni* (Hemiptera: Pseudococcidae). *Cien. Inv. Agr.* 35 (2): 215-222. 2008. Disponible En: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ciagr/v35n2/art12.pdf>
 18. Stover, R. H. A proposed international scale for estimating intensity of banana leaf spot. *Tropical Agriculture* 48: 185-196. 1971. Disponible En: <https://journals.sta.uwi.edu/ta/index.asp?action=viewIssue&issuelid=313>

Dieta líquida rica en ácidos grasos, estrategia de alimentación para cerdos en el trópico

Liquid diet rich in fatty acids, feeding strategy for swine in the tropics

Dieta líquida rica em ácidos graxos, estratégia alimentar para suínos no trópico

Bolívar Sierra Andrés Felipe

Médico Veterinario Zootecnista, Estudiante Doctorado en Ciencias Agrarias, Grupo de Investigación en Producción Tropical Sostenible, Universidad de los Llanos

andres.bolivar@unillanos.edu.co

Recibido 12 de abril 2021, Aceptado 21 de junio 2021

RESUMEN

El uso de diferentes tecnologías y recursos relacionados con la alimentación de los cerdos se debe enfocar en un mejoramiento continuo de las condiciones de los animales, que satisfaga sus requerimientos nutricionales (en cantidad y calidad) y les permita un buen desempeño, lo cual se evidencia en los parámetros productivos y reproductivos, como también en la salud y el bienestar del hato. La nutrición es uno de los pilares que sustenta la producción de cerdos, ya sea para garantizar el producto final de buena calidad o por tratarse del componente de mayor peso en el costo final de producción. Los principales componentes que suplen los requerimientos energéticos de los cerdos son carbohidratos y lípidos. El maíz es la principal fuente de energía utilizada en la alimentación porcina, y, aunque los lípidos tienen casi tres veces mayor aporte energético, estos son normalmente adicionados en bajas proporciones en la dieta. Otra diferencia que existe entre estos componentes de la dieta se debe al incremento calórico (IC), representado por el aumento de la producción de calor después del consumo de alimento por parte del animal, donde el IC de los lípidos es el menor. Por otro lado, la alimentación líquida, definida como la mezcla de una parte de alimento con dos o tres partes de agua ha sido estudiada y utilizada en la alimentación de cerdos, con ventajas tanto en la logística de la fabricación y disposición del alimento, como en el rendimiento

productivo de los cerdos. Finalmente, los emulsificantes, gracias a su capacidad de estabilizar la unión de lípidos y agua, dando textura y consistencia al alimento, serían claves para el desarrollo de dietas líquidas ricas en ácidos grasos, proyectando una estrategia de alimentación eficiente para cerdos en el trópico.

Palabras clave: producción porcina, fuentes de energía, nutrición.

ABSTRACT

The use of different technologies and resources related to the feeding of pigs should be focused on a continuous improvement of the conditions of the animals, which satisfies their nutritional requirements (in quantity and quality) and allows them a good performance, which is evidenced in the productive and reproductive parameters, as well as in the health and well-being of the herd. Nutrition is one of the pillars that sustains the production of pigs, either to guarantee the final product of good quality or because it is the component with the greatest weight in the final cost of production. The main components that supply the energy requirements of pigs are carbohydrates and lipids. Corn is the main source of energy used in pig feeding, and, although lipids have almost three times the energy intake, they are normally added in low proportions in the diet. Another difference that exists between these components of the diet is due to the caloric increase (IC), represented by the increase in heat production after food consumption by the animal, where the IC of lipids is the lowest. On the other hand, liquid feeding, defined as the mixture of one part of feed with two or three parts of water has been studied and used in feeding pigs, with advantages both in the logistics of the manufacture and disposal of the feed, as well as in the productive performance of pigs. Finally, emulsifiers, thanks to their ability to stabilize the union of lipids and water, giving texture and consistency to the feed, would be key for the development of liquid diets rich in fatty acids, projecting an efficient feeding strategy for pigs in the tropics.

Keywords: Pig production, energy sources, nutrition.

RESUMO

A utilização de diferentes tecnologias e recursos relacionados à alimentação de suínos deve estar voltada para a melhoria contínua das condições dos animais, que satisfaça suas necessidades nutricionais (em quantidade e qualidade) e lhes permita um bom desempenho, o que é evidenciado nos parâmetros produtivos e reprodutivos, bem como na saúde e bem-estar do rebanho. A nutrição é um dos pilares que sustenta a produção de suínos, seja para garantir o produto final de boa qualidade ou por ser o componente com maior peso no custo final de produção. Os principais componentes que suprem as necessidades energéticas dos suínos são os carboidratos e os lipídios. O milho é a principal fonte de energia utilizada na alimentação dos suínos e, embora os lipídios tenham quase três vezes mais energia, normalmente são adicionados em baixas proporções na dieta alimentar. Outra diferença que existe entre esses componentes da dieta deve-se ao aumento calórico (CI), representado pelo aumento da produção de calor após o consumo da ração pelo animal, onde o CI dos lipídios é menor. Por outro lado, a alimentação líquida, definida como a mistura de uma parte do alimento com duas ou três partes de água, vem sendo estudada e utilizada na alimentação de suínos, com vantagens tanto na logística de fabricação quanto no descarte do alimento, como no desempenho produtivo de suínos. Por fim, os emulsificantes, por sua capacidade de estabilizar a união de lipídios e água, dando textura e consistência à ração, seriam fundamentais para o desenvolvimento de dietas líquidas ricas em ácidos graxos, projetando uma estratégia alimentar eficiente para suínos nos trópicos.

Palavras-chave: Suinocultura, fontes de energia, nutrição.

INTRODUCCIÓN

El sistema de producción porcina viene intensificándose en las últimas décadas, presentando aumento del volumen y de la calidad de la producción de carne, con el fin de atender la creciente demanda de productos por parte del mercado consumidor (Nogueira *et al.*, 2001). La nutrición es uno de los pilares que sustenta la producción de cerdos, ya sea para garantizar el producto final de buena calidad o por tratarse

del componente de mayor peso en el costo final de producción (Silva *et al.*, 2009). Entonces, vale la pena resaltar la viabilidad del uso de diferentes tecnologías y recursos relacionados con la alimentación de los cerdos.

Un programa de alimentación animal se debe enfocar en un mejoramiento continuo de las condiciones de los animales, que satisfaga sus requerimientos nutricionales (en cantidad y calidad) y les permita un buen desempeño, lo cual se evidencia en los parámetros productivos y reproductivos, como también en la salud y el bienestar del hato (Moreno y Molina, 2007). Los países ubicados en el trópico necesitan sistemas de alimentación animal ajustados a dichas condiciones climáticas, que faciliten la expresión del potencial productivo de los cerdos.

En este sentido, la Orinoquia colombiana requiere de sistemas de producción más integrados, que permitan desarrollar propuestas con criterios de sostenibilidad (Ocampo *et al.*, 1997); sistemas de producción alternativos, sistemas agropecuarios mixtos vinculados con los mercados y recursos locales en lugar de sistemas productivos no ligados a la tierra (FAO, 2016) y dependientes de insumos externos.

Para tal fin se han esclarecido algunas rutas por medio de las dietas ricas en ácidos grasos, en este tipo de dieta la alta densidad energética y el bajo incremento calórico son clave (Parsi *et al.*, 2001; Patience, 2014). Diferentes autores han estudiado el uso de dietas con variadas inclusiones de lípidos en diferentes etapas productivas de los cerdos, obteniendo rendimientos productivos positivos y rentables. Por otra parte, la alimentación líquida ha sido estudiada y aplicada en diferentes escalas, encontrando diversas ventajas del uso de dietas líquidas con cereales y subproductos (Llanes y Gozzini, 2013), mejorando los índices productivos, además de la ingestión con alta temperatura ambiental (Manzke *et al.*, 2012; Álvarez *et al.*, 2010).

El objetivo de esta revisión es describir las ventajas y usos de los lípidos en las dietas para porcinos, las dietas líquidas y los emulsificantes en la alimentación animal. Con el fin de generar rutas de desarrollo para la producción de cerdos en el trópico, por medio de dietas líquidas ricas en ácidos grasos.

Se realizó una búsqueda en la literatura para describir las propiedades de los lípidos y sus usos en la alimentación de monogástricos y cerdos en particular, las características de las dietas líquidas y su uso en porcicultura, así como la función de los emulsificantes y su aplicación en la alimentación animal. Se utilizó la base de datos Science Direct, explorando las palabras clave: dietas con lípidos, dietas ricas en ácidos grasos, lípidos, nutrición de cerdos, producción de cerdos, dietas líquidas, emulsificantes y emulsificantes en alimentación animal. Información escasa relacionada con dietas ricas en ácidos grasos y dietas líquidas fue consultada en Google y Google Scholar.

DIETAS RICAS EN ÁCIDOS GRASOS

Los principales componentes que suplen los requerimientos energéticos de los cerdos son carbohidratos y lípidos. El maíz es la principal fuente de energía utilizada en la alimentación porcina, contiene niveles de energía digestible y metabolizable de 3.5 y 3.3 Mcal/kg, respectivamente (Campabadal, 2009), mientras que las grasas y aceites aportan 9.0 a 9.5 Mcal/kg de energía digestible, siendo consideradas como una muy buena fuente de energía (Parsi *et al.*, 2001), pero estos componentes lipídicos son adicionados tan solo en niveles de 3 a 5% en las dietas para porcinos (Ribeiro, 2004).

Una diferencia que existe entre los componentes de la dieta se debe al incremento calórico (IC), representado por el aumento de la producción de calor después del consumo de alimento por parte del animal. Éste es dado por la energía que se necesita para transformar la energía absorbida en una forma más fácilmente utilizable. El IC varía entre los diferentes nutrientes, donde los lípidos generan un menor incremento de calor (9%) que los carbohidratos (17%) y las proteínas (26%), siendo más eficientes en el proceso (Fialho *et al.*, 2001; Patience, 2014). Además, en dietas de porcinos, la inclusión de lípidos no se limita apenas al abastecimiento de energía, y dentro de sus diversas funciones varios autores relatan mejora en la palatabilidad, en el desempeño animal y en la conversión alimenticia, además de reducir el polvo de las raciones y ayudar en la manutención de los equipamientos facilitando la peletización (Verussa, 2015).

Por otra parte, un problema muy común en el uso de grasas y aceites en la formulación de dietas es la rancidez. Factores como temperatura, enzimas, luz e iones metálicos pueden influenciar la formación de radicales libres que en contacto con oxígeno molecular lleva a la formación de un peróxido. La reacción con otra molécula oxidable induce la formación de hidroperóxido y otro radical libre. Los hidroperóxidos dan origen a dos radicales libres capaces de atacar otras moléculas y formar más radicales libres. Al romperse las moléculas formadas, generan productos de peso molecular más bajo como aldehídos, cetonas, alcoholes y ésteres, los cuales son volátiles y responsables por la rancificación (Masson, 1994; Verussa, 2015). Cuando la grasa está sujeta a oxidación y se torna rancia, reduce su palatabilidad y puede ser causa de problemas nutricionales y digestivos. Dada esta condición, es necesario realizar un adecuado sistema de almacenamiento de alimentos con inclusiones de lípidos y/o implementar la adición de sustancias antioxidantes (De Acurero, 1999; Campabadal, 2009).

La producción porcina actualmente cuenta con un alto grado de tecnificación, siendo una industria que aprovecha el potencial genético de un número limitado de razas, acompañado de un alto nivel de insumos y ambientes estandarizados, expresados en elevados rendimientos (FAO, 2012). Pero la producción porcina en países en desarrollo evidentemente no puede sustentarse en la importación de cereales y mucho menos si se tiene en cuenta la inestabilidad, así como la posibilidad del incremento de los precios cada año (Aho, 1997). Se prevé que la demanda mundial de carne de cerdo continuará aumentando durante la próxima década y este crecimiento tendrá un profundo efecto en la demanda de piensos y materias primas. También es cada vez más evidente que las materias primas tradicionales no podrán cumplir los requerimientos futuros, así que la primera estrategia a disposición de la industria es, por tanto, evaluar el potencial de nuevas materias primas (Ravindran, 2010).

Bajo esta premisa, algunos autores han investigado acerca del uso de materias primas no convencionales en la alimentación de porcinos, refiriéndose a la inclusión de lípidos en las dietas para cerdos como alternativa de producción. Ocampo *et al.*,

(1990a) utilizaron cachaza de palma africana como fuente de energía en el levante, desarrollo y ceba de cerdos, sustituyendo el sorgo en diferentes porcentajes (0, 25, 50, 75 y 100%), sin encontrar diferencias significativas en ganancia diaria de peso (525, 592, 632, 629 y 639 g), consumo (2.1, 2.1, 2.2, 2.3 y 2.8 kg) y conversión alimenticia (4.0, 3.59, 3.49, 3.75 y 4.47), aunque el tratamiento con reemplazo de 100% con cachaza de palma africana presentó la mayor ganancia de peso. Además, a medida que aumentó la sustitución de sorgo por cachaza de palma africana disminuyó el costo por cerdo (US\$ 22.547, 16.961, 14.367, 12.668 y 13.238). Ocampo *et al.*, (1990b) determinaron que se pueden ofrecer niveles de proteína más bajos que los indicados hasta ahora en las tablas de requerimientos nutricionales del cerdo al suministrar la cachaza de palma africana como fuente de energía. Utilizaron cuatro tratamientos, donde suministraban 0.70, 0.65, 0.60 y 0.50 g/kg de torta de soya fortificada. No presentaron diferencias significativas en la ganancia de peso (0.558, 0.532, 0.545 y 0.505), consumo (2.33, 2.44, 2.22 y 2.56) ni conversión alimenticia (4.8, 5.2, 4.6 y 5.4). Además, los animales que tuvieron menores niveles de proteína en la dieta obtuvieron menor costo (42.5, 41.6, 36.8, y 37.5 US\$) y mayor utilidad (11.5, 12.1, 17.3 y 17.0). Ocampo, (1994a) utilizó el fruto de palma africana como fuente de energía en la alimentación de cerdos de engorde, sustituyendo el sorgo en diferentes porcentajes (25, 50, 75 y 100%). Hubo diferencias significativas en la ganancia diaria de peso, siendo mayor en los tratamientos con menor sustitución del sorgo por fruto de palma africana (0.625, 0.598, 0.503 y 0.466 kg). El consumo (2.34, 2.33, 2.13 y 2.03 kg) y la conversión alimenticia (3.2, 3.2, 3.3 y 3.4) se comportaron de manera similar entre los tratamientos. Por otro lado, a medida que aumentaba el grado de sustitución, los costos de alimentación por animal fueron menores (US\$ 26, 22, 22 y 19) y las utilidades mayores (US\$ 18.4, 22.8, 27.5 y 25.9). Ocampo, (1994b) buscó determinar el nivel óptimo de oferta de pulidura de arroz como fuente de carbohidratos en dietas para cerdos de engorde, basadas en fruta entera de palma africana como fuente energética. Los tratamientos consistieron en 100, 200, 300 y 400 g/día de pulidura de arroz durante la fase de levante, y 150, 250, 350 y 450 g/día en la ceba. Las ganancias diarias de peso para todo el período (levante y

ceba) fueron 0.485, 0.515, 0.492 y 0.497 kg con conversiones alimenticias en materia seca de 3.2, 3.2, 3.3 y 3.3, consumo de fruta de palma africana de 1.10, 1.10, 1.00 y 0.90 kg/día y consumo de materia seca de 1.55, 1.64, 1.64 y 1.64 kg/día. También evaluó características de la canal como rendimiento (82, 83.5, 82.5 y 84%), longitud (85, 87.5, 88.5 y 86 cm) y espesor de grasa dorsal (2.0, 2.5, 2.5 y 2.4 cm), sin encontrar diferencias significativas en las variables evaluadas. Ocampo, (1992) estudió la inclusión de diferentes niveles de vitaminas en la dieta de cerdos de engorde, donde la dieta fue a base de residuos fibrosos ricos en aceite, procedentes del proceso de extracción de aceite de palma africana. Los tratamientos fueron: C: 0.5 kg/día de harina de soja fortificada (FSM) con vitaminas y minerales, M: 0.5 kg/día de FSM, más 8-9 g/día de metionina, MB: 0.5 kg/día de FSM, más metionina y 0.93-1.05 g/día de vitaminas del complejo B, y B: 0.5 kg/día de FSM, más vitaminas del complejo B. No encontró diferencias significativas entre tratamientos (C, M, MB, B) en el tiempo para llegar a 90 kg (143, 138, 133 y 148 días), la ganancia diaria de peso (480, 485, 504 y 466 g), el consumo de residuo fibroso rico en aceite (2.77, 2.75, 2.74 y 2.8 kg/día), el consumo de materia seca (3.0, 3.0, 3.0 y 3.1 kg/día) y la conversión alimenticia (6.2, 6.0, 5.9 y 6.6). Terán *et al.*, (2012) estudiaron el comportamiento productivo, características de la canal y peso del tracto gastrointestinal de cerdos alimentados con inclusiones de aceite de palma de 0, 10, 20 y 30% en la dieta. Encontraron que conforme se incrementó la adición de aceite de palma en la dieta, el consumo disminuyó linealmente (2.5, 2.0, 1.9 y 1.7 kg) y la eficiencia alimenticia mejoró (0.3, 0.3, 0.4 y 0.5). No hallaron diferencias significativas en la ganancia diaria de peso (0.8, 0.7, 0.8 y 0.8 kg) y días al peso final (68.7, 82.6, 79.2 y 73.7). Tampoco hubo diferencias significativas para el rendimiento en canal (83.3, 83.3, 81.0 y 82.2%), grasa dorsal (26.8, 24.8, 22.8 y 25.2 mm), marmóreo (2), y grasa intramuscular (3093, 3989, 2137 y 3009 mg/100 g). El peso de tracto gastrointestinal (4452, 4454, 5321 y 4958 g) tendió a aumentar a medida que aumentaba la adición de lípidos en la dieta. Concluyeron que es posible sustituir hasta el 70% de la energía metabolizable total de la dieta convencional de los cerdos por aceite crudo de palma, sin afectar negativamente el comportamiento productivo, el rendimiento en canal y la calidad de la carne.

Ocampo, (1994c) realizó un experimento donde usó aceite crudo de palma como dieta basal para los cerdos de engorde, en niveles de 500 y 800 g/cerdo/día en las fases de levante y engorde respectivamente. También utilizó helecho acuático (*Azolla filiculoides*) para reemplazar parte del suplemento de soja en niveles de 0, 10, 20 y 30%. La ganancia diaria de peso fue de 0.526, 0.561, 0.535 y 0.452 kg, el consumo de materia seca fue de 1.11, 1.10, 1.0 y 1.0 kg y la conversión alimenticia en materia seca fue de 2.1, 1.98, 2.0 y 2.2 durante todo el periodo (levante y engorde). En cuanto a las características de la canal, el rendimiento fue de 85, 84, 84 y 88% y el espesor de grasa dorsal fue 3.7, 3.5, 3.6 y 3.4 cm. No encontró diferencias significativas entre los tratamientos, aunque el reemplazo de soja por *Azolla filiculoides* en un 30% presentó el peor desempeño. Ngoan *et al.*, (1998) reemplazaron el jugo de caña de azúcar con aceite crudo de palma en la dieta de cerdos durante el levante y engorde. Alimentaron los animales ad libitum con 5 dietas, cada una con diferente nivel de reemplazo (0, 25, 50, 75 y 100%). No hubo diferencias significativas en la ganancia diaria de peso (673, 746, 658, 653 y 684 g), y la conversión alimenticia (3.34, 2.78, 2.76, 2.43 y 1.75) fue mucho menor en el tratamiento de mayor reemplazo. En cuanto a las características de la canal, el rendimiento (74.2, 75.2, 73.5, 73.6 y 73.7%), longitud (78.9, 78.1, 79.5, 79.5 y 79.8 cm) y grasa dorsal (3.14, 3.12, 2.5, 2.64 y 2.71 cm) fueron similares entre los tratamientos, pero el área del ojo del lomo (29.4, 31.6, 34.1, 33 y 37.2 cm) fue mayor en la dieta que reemplazaba el jugo de caña de azúcar por aceite crudo de palma en un 100%. Van Doren *et al.*, (2012) evaluaron el efecto de la inclusión de Bore en la ración de cerdos en las fases de levante y engorde; incluyeron también aceite de palma (0.1 y 0.2 kg) en dos de los cuatro tratamientos evaluados. Finalmente, las dietas que contenían inclusión de aceite de palma y bore fueron aquellas que tuvieron mayor ganancia diaria de peso (0.52, 0.66, 0.68 y 0.68 kg) y menor conversión alimenticia (2.48, 2.79, 2.12 y 2.15) en el levante, en relación con los tratamientos sin adición de aceite de palma. Gómez *et al.*, (2007) estudiaron la inclusión de torta de palmiste en dietas para cerdos en fase de finalización, distribuido en tres tratamientos, con inclusiones de 0, 10 y 20%. No encontraron diferencias significativas para las variables consumo, ganancia de peso diaria y

conversión alimenticia; con valores promedios para los tres tratamientos de 2.4 kg, 569.9 g y 4.2, respectivamente. González *et al.*, (1998) evaluaron el aceite de palma africana y aceite de cártamo como fuente de energía en la dieta para pollos de engorde, realizando inclusiones de 2.5 y 5% de ambos aceites. El aceite de palma africana y el aceite de cártamo no presentaron diferencia estadística en las variables ganancia de peso (2251 y 2232 g), consumo (4854 y 4742 g) y pigmentación de la canal (52.2 y 54.3 valor de amarillamiento). Sin embargo, existió diferencia en la conversión alimenticia (2.18 y 2.15) y eficiencia alimenticia (0.464 y 0.471), que favoreció la dieta con inclusiones de aceite de cártamo. También, utilizaron una dieta sin inclusión de aceites, donde la ganancia de peso fue de 2101.9 g, el consumo de 4807.6 g, la pigmentación de la canal de 51.1 (valor de amarillamiento), la conversión alimenticia de 2.31 y la eficiencia alimenticia de 0.437. Finalmente, el desempeño de la dieta sin inclusión de aceite fue mucho menor que las que si lo tuvieron. Concluyeron que incluyendo hasta 5% de estos componentes lipídicos se puede obtener un óptimo desempeño productivo en los pollos de engorde.

Myer *et al.*, (1992) alimentaron cerdos con adición de aceite de canola de 0, 5 y 10% en el levante y engorde. A medida que se aumentó la inclusión de aceite de canola, aumentó la ganancia diaria de peso (0.88, 0.91 y 0.92 kg) y disminuyó el consumo de alimento (2.73, 2.52 y 2.42 kg) y conversión alimenticia (3.12, 2.77 y 2.62). Las características de la canal como espesor de grasa dorsal (3.4, 3.4 y 3.4 cm) y área del lomo (32, 32 y 31 cm) fueron similares entre tratamientos. El color del lomo (2.5, 2.5 y 2.1) y el marmóreo (4.5, 4.4 y 3.8) fueron menores en la dieta con adición de 10% de aceite de canola, mientras que la firmeza del lomo (2.0, 2.0 y 2.2) y firmeza de la grasa (1.8, 2.5 y 3.0) fueron mayores. La inclusión de aceite de canola en un 10% presentó el mejor rendimiento productivo y la inclusión en un 5% indicó características de canal aceptables. Baudon *et al.*, (2003) adicionaron aceite de soja en la dieta de cerdos durante las fases de levante y engorde. Utilizaron una dieta control sin adición de grasa y una dieta con inclusión de aceite de soja en un 6%. La ganancia diaria de peso (2.04 y 2.08 lb), el consumo de alimento (6.53 y 6.46 lb) y la conversión alimenticia (3.20 y 3.11) fueron mejorados con la inclusión de aceite de soja. Lo mismo ocurrió con características de la canal como el peso en caliente

(199.8 y 207.0 lb), el rendimiento (72.2 y 73.7) y el porcentaje magro (52.8 y 53.3%), mientras que el espesor de grasa dorsal fue similar entre ambos tratamientos (0.84 y 0.84 in). Gonzalvo *et al.*, (2004) estudiaron el efecto de la inclusión de aceite de soja sobre los rasgos de la canal y calidad de la carne de cerdos alimentados con mieles de caña de azúcar mediante tres tratamientos (0, 1.5 y 2.3% de aceite de soja en la dieta). Obtuvieron diferencias significativas en el espesor de grasa dorsal (21.5, 21.7 y 17.9 cm) a favor de la inclusión de 2.3% de aceite de soja en la dieta. Aunque estadísticamente no hubo diferencias significativas en las variables rendimiento (69.25, 67.72 y 68.45%), porcentaje de carne (47.63, 47.39 y 48.31%), porcentaje de grasa (37.04, 37.89 y 35.40%) y porcentaje de hueso (14.83, 14.38 y 14.33%), fueron más eficientes los tratamientos que incluyeron 2.3% de aceite de soja que los tratamientos que recibieron menor o ninguna inclusión de éste. La calidad de la carne no tuvo diferencias significativas para las variables humedad (71.24, 71.10 y 72.22%), pH final (5.32, 5.37 y 5.34), grasa libre (4.89, 4.23 y 4.54%) y pérdidas por cocción (20.04, 19.70 y 22.71%). Park *et al.*, (2009) adicionaron aceite de soja y grasa de origen animal a la dieta de cerdos de engorde, para ello utilizaron cuatro dietas en el ensayo (TA: dieta con grasa animal, TA-SO-80: sustituyendo la grasa animal por aceite de soja a 80 kg de peso corporal promedio, TA-SO-45: sustituyendo la grasa animal por aceite de soja a 45 kg de peso corporal promedio y SO: dieta con aceite de soja. En general no hubo diferencias significativas entre la adición de estas fuentes lipídicas en la ganancia de peso (819, 790, 810 y 797 g), consumo (2125, 2029, 2084 y 2191 g) y eficiencia alimenticia (0.42, 0.42, 0.41 y 0.41). De igual manera, las propiedades de la canal como área de lomo (20.6, 21.6, 22.6 y 22.7 cm²), espesor de grasa dorsal (22.9, 23.5, 22.5 y 24.8 cm), firmeza (22.3, 21.9, 21.5 y 18.5 g/cm³) y punto de fusión (41.3, 39.8, 39.4 y 38.0°C) no fueron afectadas por la inclusión de aceite de soja ni grasa animal en la dieta. Smith *et al.*, (1999) evaluaron los efectos de la densidad energética de la dieta alimentando cerdos durante el levante y engorde con raciones que contenían 0, 1.5, 3.0, 4.5 y 6.0% de inclusión de grasa blanca. La ganancia diaria de peso no se vio afectada (0.92, 0.89, 0.89, 0.88 y 0.91 kg), el consumo disminuyó a medida que aumentaba la inclusión de grasa (2.80, 2.72, 2.64, 2.61 y 2.56 kg) y el caso

contrario ocurrió con la variable eficiencia alimenticia (0.33, 0.33, 0.34, 0.34 y 0.36). Por otra parte, las inclusiones de grasa no afectaron las características de la canal como espesor de grasa dorsal (2.17, 2.34, 2.37, 2.19 y 2.16 cm), área del lomo (33.63, 34.22, 33.37, 34.65 y 34.63 cm²), rendimiento (63.91, 64.58, 64.73, 65.12 y 65.30%) ni porcentaje magro (56.18, 55.45, 54.76, 56.48 y 56.75).

Fedalto *et al.*, (2002) incluyeron grasa protegida (GP) en la alimentación de cerdos en la fase post destete, con cinco tratamientos en diferentes niveles de inclusión de GP (0, 1.5, 3.0, 4.5 y 6.0%). Obtuvieron mayores resultados de ganancia de peso (0.448, 0.427, 0.363, 0.351 y 0.316 kg), conversión alimenticia (1.57, 1.52, 1.71, 1.69 y 1.97) y consumo (1.40, 1.31, 1.23, 1.20 y 1.22 kg) en el tratamiento que no tenía inclusión lipídica. Hay posibilidad de mejorar el desempeño productivo de animales alimentados con grasas, siempre y cuando no ocurra incremento energético en la dieta que disminuya drásticamente el consumo de alimento, además de someter los animales a un periodo de acostumbramiento, previo a evaluar la dieta. Por el contrario, Pimenta, (2003) adicionó aceite de soya y grasa de coco en diferentes niveles (2, 4, 6 y 8%) a la dieta de lechones recién destetados. Además, utilizó una dieta control sin adición de lípidos en la dieta. No encontró diferencias significativas en la ganancia diaria de peso (0.469, 0.450 y 0.421 kg), incluyendo hasta 8% de estas fuentes lipídicas en la ración. Diferente en el caso del consumo de alimento (0.689, 0.725 y 0.851 kg) y conversión alimenticia (1.47, 1.61 y 2.02), que obtuvo valores mayores en los lechones que no tuvieron inclusión de lípidos en su dieta. Se concluyó que la inclusión de lípidos en las primeras etapas de los cerdos es benéfica, pues proporciona menor consumo de alimento para una misma ganancia de peso y mejor conversión alimenticia.

Muniz, (2004) experimentó la adición de aceite de soya, aceite de linaza, aceite de coco y sebo bovino en 8% en dietas energéticamente altas de cerdas lactantes. No encontró diferencias significativas en el peso vivo al destete (231.3, 217.4, 224.9 y 228.9 kg), pérdida de peso (44.4, 41.9, 40.1 y 39.1 kg) ni espesura de tocino al destete (13.2, 12.13, 12.5 y 12.0 mm). Tampoco en la producción de leche (10.53, 10.36, 9.97 y 9.47 kg) y peso de los lechones hasta el destete (6.80, 6.58, 6.56 y

6.82 kg). Parámetros reproductivos como intervalo destete-estro (74.0, 68.0, 70.3 y 78.7 h) y duración del estro (57.6, 62.0, 64.0 y 72.0 h) tampoco manifestaron diferencias significativas entre tratamientos. Se concluyó que hembras porcinas pueden ser alimentadas con dietas con inclusiones de lípidos, con adición de hasta 8% de aceite vegetal o grasa animal en la ración durante todo el periodo de lactación, sin que esta alimentación sea perjudicial a los parámetros productivos y reproductivos de la cerda ni para el desempeño de los lechones hasta el destete. Cieslak *et al.*, (1983) analizaron el efecto del suplemento de grasa en la dieta de cerdas durante la gestación tardía y la lactancia. Alimentaron las cerdas desde el día 100 de gestación hasta el día 21 de lactación con una dieta control y una dieta con inclusión de 15% de grasa. El peso promedio de lechones al nacimiento (1.35 kg) no fue afectado por los tratamientos, pero los mortinatos por camada (0.72 y 0.40) fueron más en el tratamiento control. Los lechones destetados por camada (8.26 y 8.70), la ganancia de peso al destete (214 y 230 g), el peso promedio al destete (5.92 y 6.22 kg) y la supervivencia de lechones al destete (79.1 y 84.9%) fue superior al incluir 15% de grasa en la ración de las cerdas, comparado con aquellas cerdas que fueron alimentadas sin esta inclusión de lípidos. Boyd *et al.*, (1978) evaluaron el efecto del nivel y la fuente de energía durante el final de la gestación y el inicio de la lactancia de cerdas reproductoras. En el final de la gestación utilizaron una dieta control (5750 kcal EM), una dieta con adición de grasa y una dieta con adición de almidón de maíz (9300 kcal EM). Además, desde el parto hasta el día 14 de lactación se utilizó una dieta control y una dieta con inclusión de 20% de grasa. Las cerdas alimentadas con inclusión de sebo en la dieta durante el final de la gestación tuvieron mayor promedio de lechones nacidos (8.58, 9.28 y 6.98) y las cerdas alimentadas con inclusión de grasa durante el inicio de la lactancia presentaron mayor promedio de animales vivos (6.55 y 6.71).

Ribeiro *et al.*, (2009) analizaron los efectos de la inclusión de grasa de origen animal o vegetal y aceite mineral sobre la aceptabilidad y digestibilidad de nutrientes en equinos, utilizando una dieta de heno como control y otras tres de alimento concentrado con inclusión en un nivel de 5% de aceite de soya, grasa de cerdo y vaselina líquida. La adición de estas fuentes lipídicas en un nivel de 5% en la dieta

para equinos no interfirió en la aceptabilidad aparente de nutrientes ni en la digestibilidad de materia seca (62.58, 62.94, 64.61 y 58.90%), presentándose como una alternativa viable en los sistemas de alimentación para equinos.

Los lípidos en sus variados niveles pueden ser utilizados en la alimentación de cerdos y monogástricos en general, como fuente de energía, sin perjudicar su desempeño productivo en las diferentes etapas, por el contrario, varios autores han descrito el efecto positivo de la inclusión de grasas y aceites sobre los sistemas productivos porcinos. Deben ser desarrollados nuevos estudios referentes a la alimentación de cerdos incluyendo lípidos en altas concentraciones, aprovechando este ingrediente como una fuente potencial de energía en la formulación de raciones.

DIETAS LÍQUIDAS PARA CERDOS

La alimentación líquida puede definirse como la mezcla de una parte de alimento (cereales, vitaminas, minerales, etc.) con dos o tres partes de agua (Plumed-Ferrer y Von Wright, 2009).

De forma didáctica, la dieta líquida es preparada a partir de la mezcla de materias primas en un tanque mezclador, con cantidades pre programadas de acuerdo con el número de animales de determinada fase y su curva de consumo. Luego de alcanzar la cantidad de alimento deseada, se adiciona en seguida agua, donde la proporción generalmente es de 2 a 3 litros por cada kilo de ración. Luego a través de válvulas neumáticas se transporta el alimento líquido por las tuberías hacia cada bebedero-comedero en cantidades dosificadas pre programadas (Leh *et al.*, 2013; Ozório, 2015; Lizardo, 2004). En los sistemas de alimentación líquida, el agua funciona esencialmente como vehículo de transporte de nutrientes desde el tanque de fabricación hasta el comedero. En la medida en que la cantidad total de materia seca ingerida no varíe, la relación de mezcla del alimento líquido puede variar entre 2 y 4 litros de agua por kg de pienso sin que los resultados se vean significativamente afectados (Lizardo, 2004). Aun así, la dilución de la dieta líquida

puede variar, aumentando a medida que la ración se torna fibrosa o viscosa (Llanes y Gozzini, 2013).

Tradicionalmente, los sistemas de alimentación líquida se desarrollaron en zonas donde los sub productos líquidos procedentes de la industria alimentaria humana eran abundantes y baratos, relacionados con la industria panificadora, láctea, cervecera y la producción de bioetanol (Brooks, 2008). También, pueden aprovecharse las ventajas del uso de dietas líquidas con cereales, teniendo en cuenta la inestabilidad de los subproductos en cuanto a su disponibilidad, calidad y contenido de nutrientes (Llanes y Gozzini, 2013). Además, los cerdos tienen preferencia por alimentos humedecidos y hacen una mejor utilización de ellos en esta forma (Trigueros, 1996).

Así que, Las dietas líquidas ofrecen una alternativa de alimentación en los sistemas productivos con diversas ventajas: flexibilidad en el uso de los alimentos, menor pérdida de alimentos desde la preparación hasta la distribución, incremento en la precisión al hacer el racionamiento, mayor consumo en periodos críticos de producción (lechones recién destetados, cerdas en gestación y lactación), incremento del crecimiento de los animales, mejor índice de conversión, aumento de la ingestión con alta temperatura ambiental, mayor digestibilidad, aplicación de dietas acidificadas que controlan bacterias patógenas entéricas, reducción del daño ambiental (Manzke *et al.*, 2012; Shurson, 2008; Álvarez *et al.*, 2010; Brooks *et al.*, 2001), efecto favorable sobre fisiología y morfología del tracto gastrointestinal y disminuye diarreas post destete (Scholten *et al.*, 2002; Trigueros, 1996) (Figura 1).

Sin embargo, pueden encontrarse algunos problemas en los sistemas de alimentación líquida para cerdos, cuando no son empleadas alternativas que abastezcan agua potable y con temperatura adecuada, con la posibilidad de afectar el consumo de agua y de ración indirectamente. Así que es importante tener en cuenta las materias primas utilizadas, la dilución que se utilice con éstas y la velocidad de decantación, con el fin de obtener una mezcla equilibrada y homogénea (Nogueira *et al.*, 2001).

Por otro lado, Hurst *et al.* (2008) examinaron el desempeño de cerdos durante la etapa de levante y engorde, alimentados con alimento seco y dieta líquida en diluciones 1.5:1 y 3:1, de manera restringida y ad libitum. La alimentación líquida aumentó la ganancia diaria de peso (962, 1041 y 1051 g), y disminuyó el consumo (2000, 1998 y 1935 g) y la conversión alimenticia (2.09, 1.94 y 1.87), siendo la dieta con dilución 3:1 la que presentó mejores resultados. Parámetros de la canal como rendimiento (78%), espesor de grasa dorsal (10.3, 10.4 y 10.6 mm) y ancho del ojo del lomo (49.2, 50.2 y 50.1 mm) fueron similares entre tratamientos, pero la tasa de crecimiento de tejido magro (463, 495 y 490 g) fue mejor en los grupos alimentados con dietas líquidas. Encontraron que la alimentación líquida ad libitum reduce la ganancia diaria de peso mientras incrementa la conversión alimenticia, comparada con la alimentación restringida. Trigueros, (1996) evaluó el uso de raciones líquidas y secas en la alimentación de cerdos en etapa de finalización, suministrada dos veces al día con cantidad a voluntad. Utilizó 4 dietas, cada una con diferente dilución (0:1, 0.5:1, 1:1 y 2:1). Obtuvo mejores resultados productivos en aquellas dietas con adición de agua, donde el peso final (83.2, 86.1, 92.2, y 83.2 kg), la ganancia diaria de peso (0.56, 0.61, 0.72 y 0.57 kg) y la conversión alimenticia (5.06, 4.76, 4.35, y 4.98) fueron significativamente mejores en el tratamiento con dilución 1:1. El consumo fue mayor en el tratamiento con dilución 2:1 y el más bajo fue el de dieta seca (1.716, 1.737, 1.771 y 1.914 kg). Kim *et al.*, (2001) utilizaron dieta líquida y dieta seca en la alimentación de cerdos, suministradas ad libitum. Concluyeron que la forma física de la dieta tiene un gran impacto en el rendimiento del crecimiento de cerdos recién destetados, siendo los animales alimentados con dieta líquida 21% más pesados y con 44% mayor ganancia diaria de peso que aquellos alimentados con dieta seca. Aunque al final del engorde la ventaja no fue tan notoria como en el destete, el desempeño de la dieta líquida se logra mantener sobre el de la seca, con ganancia diaria de peso de 774 y 745 g y consumo promedio diario de 1760 y 1689 g, respectivamente para los tratamientos. Además, entre dieta líquida y seca no hubo diferencias para algunas características de la canal como espesor de grasa dorsal (22.9 y 23.0 mm), área del lomo (41.1 y 41.3 cm), índice magro (36.5 y 36.5%) y ganancia magra diaria (295 y 297 g). Gill *et al.*, (1987) evaluaron cuatro dietas

líquidas a base de alimento comercial con diluciones de 2:1, 2.5:1, 3:1 y 3.5:1 respectivamente, en la alimentación de cerdos en fase de levante. Las dietas fueron suministradas dos veces al día de manera restringida. Parámetros productivos como ganancia diaria de peso (0.73, 0.74, 0.75 y 0.77 kg), consumo diario (1.48, 1.49, 1.46 y 1.47 kg) y conversión (2.01, 2.00, 1.95 y 1.90) tuvieron un comportamiento similar entre tratamientos. A medida que la dieta presentaba una mayor dilución, el consumo diario de agua aumentó progresivamente (4.23, 4.51, 4.86 y 5.40 kg), pero el consumo diario voluntario de agua fue menor (1.26, 0.78, 0.44 y 0.24 kg).

Álvarez *et al.*, (2010) evaluaron los efectos de la alimentación líquida en cerdos durante el levante y engorde, diluyendo la ración con suero de leche en proporción 2:1. A parte de la dieta líquida, usó dieta húmeda y dieta seca, suministrándolas dos veces al día. No encontraron diferencias significativas en la ganancia diaria de peso (580 g, 720 g y 520 g), tampoco para la conversión alimenticia (2.6, 2.2 y 2.6) ni mortalidad (0%). Aunque el desempeño fue mejor en el tratamiento con dieta húmeda, el costo por kilogramo de ración fue menor en la dieta líquida. Brooks y Russell, (2001) adicionaron subproducto líquido proveniente de la fermentación de almidón de trigo en diferentes proporciones (0, 15, 22.5, y 30%) a la dieta de cerdos en fase de levante y engorde, suministrada dos veces al día, con cantidad a voluntad. La ganancia diaria de peso no se vio afectada por los tratamientos (779, 759, 746 y 793 g), pero el consumo (1608, 1511, 1523 y 1504 g) y conversión alimenticia (2.08, 2.00, 2.05 y 1.91) fueron menores a medida que aumentaba la inclusión de subproducto líquido. El rendimiento de canal (70.38, 70.85, 71.70 y 69.70%) y el espesor de grasa dorsal (11.00, 10.73, 11.20 y 10.16 mm) fueron similares entre las dietas evaluadas.

Choct *et al.*, (2004) estudiaron el efecto de la relación de dilución de dietas líquidas en la alimentación de lechones recién destetados. Como tratamientos utilizaron una dieta seca y otras 3 con diferentes diluciones (2:1, 3:1 y 4:1), suministradas ad libitum. La relación de dilución de la dieta no presentó diferencia significativa entre los tratamientos, sin perjudicar el comportamiento productivo de los animales en cuanto a ganancia diaria de peso (461, 466, 420 y 464 g) y consumo diario (548,

460, 444 y 479 g), aunque el tratamiento con dilución 2:1 obtuvo mayor ganancia de peso, sin presentar el mayor consumo. Silva *et al.*, (2009) evaluaron el uso de dietas con diferentes niveles de inclusión de agua para lechones, utilizando dieta seca y dietas con dilución 1:1 y 2:1, suministradas dos veces por día. Las dietas con diferentes inclusiones de agua no influenciaron el desempeño productivo de los cerdos, referido a ganancia diaria de peso (718, 770 y 710 g), consumo diario (2.554, 2.530, y 2.489 kg) y conversión alimenticia (1.721, 1.780 y 1.671). Russell *et al.*, (1996) estudiaron la alimentación de lechones recién destetados con dieta seca peletizada y dieta líquida en dilución 2.5:1 ad libitum. Realizaron dos ensayos al respecto, los cuales se comportaron de manera similar. La ganancia diaria de peso (1: 397 y 454 g, 2: 343 y 428 g) fue significativamente mayor en el grupo alimentado con dieta líquida. La conversión alimenticia (1: 1.31 y 1.89 2: 1.37 y 1.44) y el consumo diario (1: 443 y 807 g, 2: 545 y 654 g) también fueron mayores en los lechones alimentados con dieta líquida, sin presentar diferencia significativa estadística. Geary *et al.*, (1996) analizaron el desempeño de lechones alimentados con dietas líquidas ad libitum en diferentes concentraciones de materia seca (255, 224, 179 y 149 g/kg). La concentración de materia seca de las dietas no tuvo efecto significativo para la ganancia diaria de peso (403, 344, 366 y 380 g), conversión alimenticia (1.20, 1.22, 1.23 y 1.20) y consumo de materia seca (475, 433, 466 y 451 g). Como consecuencia de la disminución de materia seca en las dietas, el consumo de agua total de los lechones fue incrementando (1813, 1790, 2361 y 2802 ml/día). Pero cuando el contenido de materia seca en la dieta se reducía, el consumo de agua desde los bebederos aumentaba progresivamente (423, 280, 228 y 217 ml/día). Columbus *et al.*, (2010) alimentaron lechones hasta los 20 kg de peso con dieta líquida en dilución 2.5:1 con aplicación de fitasa exógena, suministrada 6 veces al día y utilizando 4 tratamientos de mayor a menor nivel de fósforo. Donde la ganancia diaria de peso (359, 363, 349 y 367 g), el consumo de alimento (559, 561, 533 y 556 g) y la composición de la canal no fueron afectados por los tratamientos. La adición de fitasa mejoró la resistencia ósea y la mineralización de los lechones, aun en el tratamiento de baja inclusión de fosforo.

Canibe y Jensen (2003) utilizaron dieta seca, dieta líquida no fermentada y dieta líquida fermentada en la alimentación de cerdos durante el crecimiento y engorde, suministradas de manera restringida dos veces al día. Las dietas líquidas (no fermentada y fermentada) tuvieron dilución 2.5:1. La ganancia diaria de peso (961, 995 y 931 g) fue significativamente mayor en los animales alimentados con dieta líquida no fermentada, el tratamiento con dieta líquida fermentada obtuvo el peor desempeño para esta variable, pero en éste el consumo fue menor que en los demás tratamientos (2.06, 2.14 y 1.96 kg). Además, los cerdos alimentados con dieta líquida fermentada obtuvieron los niveles más bajos de enterobacteria a lo largo del tracto gastrointestinal (<3.2-5.0 ufc/g). Van Winsen *et al.*, (2001) experimentaron dieta líquida fermentada con dilución 2:1 con el fin de analizar el efecto de ésta en la población bacteriana del tracto gastrointestinal de cerdos. Encontró que el número de lactobacilos totales fueron significativamente mayores en estómago de cerdos alimentados con dieta líquida fermentada (9.0 ufc/g), comparado con aquellos que recibieron dieta seca (6.2 ufc/g). Por otro lado, el número de *enterobacteriaceae* contenida en estómago, íleo, ciego, colon y recto fue significativamente menor en cerdos que consumieron dieta líquida fermentada (1.1-4.3 ufc/g), comparado con aquellos que consumieron dieta seca (3.5-5.8 ufc/g). Scholten *et al.*, (2002) estudiaron el efecto de una dieta líquida con adición de trigo fermentado sobre las características gastrointestinales de lechones recién destetados, suministrada dos veces al día. Observaron altura superior de las vellosidades en la primera parte del intestino delgado y mayor relación vellosidad: cripta. Además, la morfología de las vellosidades tendió a ser más favorable, comparado con aquellos lechones que no consumieron dieta líquida parcialmente fermentada al destete.

EMULSIFICANTES EN LA ALIMENTACIÓN

Los aditivos para piensos se definen como sustancias, microorganismos o preparados distintos de las materias primas y premezclas, que se añaden intencionalmente al alimento o al agua para influir favorablemente en las características de los piensos (Ravindran, 2010). Éstos tienen diferentes categorías,

dependiendo de sus propiedades y funciones, como los aditivos tecnológicos o también llamados coadyuvantes de elaboración, que contienen antioxidantes, emulsificantes y acidificantes (Bellaver, 2005). Los emulsificantes son indispensables para las características físicas de las raciones, aportando textura, cuerpo, consistencia y estabilidad al alimento (Chocano, 2002).

Llamamos emulsión a la asociación más o menos duradera de dos líquidos que no se mezclan, como agua y aceite (Koppmann, 2013). Los agentes emulsionantes pueden prevenir la separación del aceite y del agua debido a su estructura molecular única. Un extremo de la molécula es hidrofílico, o atraído por el agua. El otro extremo es lipofílico, o atraído por el aceite. Como cada extremo de la molécula es atraído por una de las dos sustancias principales en la mezcla, los agentes emulsionantes las distribuyen de manera uniforme en lugar de crear una tercera capa separada. Así que, los emulsionantes mantienen el aceite y el agua distribuidos de manera pareja, evitando que formen capas separadas por sí solas (Boelcke, 2013).

En alimentos, las emulsiones presentan dos fases: aceite y agua. Si el agua es fase continua y el aceite fase dispersa, la emulsión es de tipo aceite en agua (O/W). En el caso contrario, la emulsión es de tipo agua en aceite (W/O). Un tercer componente o combinación de diversos componentes es requerido para conferir estabilidad y emulsión. Son los agentes activos de superficie, denominados emulsificante (Dos Santos, 2008).

Diferentes tipos de emulsificantes están disponibles comercialmente, pero antes de escoger un emulsificante, el principio de balance hidrofílico-lipofílico (HBL) es importante. HBL asigna el valor de cuán soluble es un producto en agua o grasa. El rango es de 0 a 20. Mientras más bajo el valor de HBL, indica que el emulsificante es más lipofílico o soluble en grasas (emulsión W/O); en cambio, un alto HBL, indica que éste se vuelve más hidrofílico o soluble en agua (emulsión O/W) (Rovers, 2013). (Tabla 1).

Tabla 1. Sustancias emulgentes utilizadas en la alimentación animal

| Emulsionante | Propiedades | Aplicaciones |
|---|--|---|
| Lecitina (E-322) | Mezcla de varios ingredientes incluyendo fosfolípidos, que se encuentran en leche, yema de huevo, soya y otros aceites. | En margarinas, lácteos y salsas como antioxidante y emulsificante. Reduce la viscosidad en coberturas de chocolate, dulces. Actúa como emulgente, conservante y antioxidante en productos de panadería. |
| Monoglicéridos Diglicéridos Estearil lactato Esteres de sacarosa Sorbitol | Sintetizados por reacciones químicas con el empleo de catalizadores a partir de grasas animales o vegetales. | En emulsiones grasas (salsas, helados, bebidas lácteas), chicles y caramelos, panadería, pastelería. productos de untar y postres. |
| Lactomonoglicérido Diacetoglicérido | Ésteres glicéridos mixtos. Carácter lipófilo, útiles para formar y estabilizar emulsiones agua en aceite. | Utilizados en general para mejorar la estabilidad de productos de panadería y pastelería. |
| Acetiltartroglicérido | Ésteres glicéridos mixtos con hidroácidos orgánicos. De carácter hidrófilo, adecuados para emulsiones tipo aceite en agua. | Aumenta la habilidad de retener burbujas de aire en productos de panadería y pastelería. Actúa como sinergista de otros emulsionantes clásicos. |
| Diester adípico de diglicerilo | Derivado tensioactivo complejo, de alta viscosidad. Derivado de mono y diglicéridos. | Lubricante y agente de revestimiento en industria de alimentos |
| Diaquilsufocionato sódico | Propiedades plastificantes. | Uso en preparación de resinas para el embalaje de productos alimenticios. |
| Monoester de propilenglicol | Carácter lipófilo, útiles para formar y estabilizar emulsiones agua en aceite. | Utilizados en general para mejorar la estabilidad de productos de panadería y pastelería. |

Adaptado de Chocano, (2002); Araújo, (1995); Mateos *et al.*, (2012); Bernardes, (2010); Chocano, (2002); Araújo, (1995); Cruz y Del Valle, (1987).

CONCLUSIÓN

Las dietas ricas en ácidos grasos y las dietas líquidas, dado a sus cualidades y a lo reportado por diferentes autores, son alternativas de alimentación viables para los sistemas de producción porcina ubicados en el trópico, pero sería aún más interesante unir ambos conceptos en un solo sistema de alimentación. Mediante el

uso de emulsificantes sería posible obtener dietas líquidas ricas en ácidos grasos para cerdos; experimentando los diferentes emulsificantes disponibles, sus interacciones, diferentes dosis y sus variados órdenes de mezcla, hallando finalmente un protocolo de emulsificación estable. De esta manera, podría desarrollarse una dieta líquida rica en ácidos grasos y representar una estrategia de alimentación para porcinos en el trópico.



Figura 1. Cerdos alimentados con dietas líquidas ricas en ácidos grasos

Fuente: El autor

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Aho P. Situación actual y perspectiva de la avicultura mundial y la producción de granos. XV Congreso Latinoamericano de Avicultura, Cancún, México, 112 p. 1997.
2. Álvarez G Matheus L, Rodríguez M. Efectos de la utilización de raciones líquidas en alimentación de cerdo. Mundo Pecuario, 6: 66-106. 2010.
3. Araújo J. Química de alimentos: teoría e práctica. 2ª ed, Viçosa: editora UFV, 335 p. 1995.
4. Bartlett O. Requerimientos nutricionales del cerdo. Curso Avanzado sobre Porcicultura. Cali, Colombia, p 59-81. 1976.
5. Baudon E, Hancock J, Llanes N. Added fat in diets for pigs in early and late finishing. Swine Day, Kansas State University, Manhattan, p 155-158. 2003.
6. Bellaver C. Utilização de melhoradores de desempenho na produção de suínos e de aves. Congresso Internacional de Zootecnia, Vol. 7. 2005
7. Bernardes P. Lecitina de soja: el emulsionante versátil. 2010. Recuperado 19 Febrero 2016. Disponible En:

- <http://www.alimentacion.enfasis.com/articulos/16222-lecitina-soja-el-emulsionante-versatil>
8. Bobbio P, Bobbio F. Química do processamento de alimentos. 2ª ed., São Paulo: Varela, 151 p. 1995.
 9. Boelcke A. El uso de agentes emulsionantes en la comida. 2013. Recuperado revisado 11 Febrero 2016. Disponible En: <http://www.ehowenespanol.com/agentes-emulsionantes-comida-sobre-44029/>
 10. Boyd R, Moser B, Peo Jr E, Cunningham P. Effect of energy source prior to parturition and during lactation on piglet survival and growth and on milk lipids. *Journal of Animal Science*, 47: 883-892. 1978.
 11. Brooks P. Alimentación líquida fermentada en porcino. 2008. Recuperado 03 Febrero 2016. Disponible En: <https://www.3tres3.com/nutricion/alimentacion-liquida-fermentada-en-porcino-2493/>
 12. Brooks P, Beal J, Niven S. Liquid feeding of pigs: potential for reducing environmental impact and for improving productivity and food safety. *Recent advances in animal nutrition in Australia*, 13: 49-63. 2001.
 13. Brooks P, Russell P. The effect of graded levels of 'greenwich gold' on the performance of growing-finishing pigs. *Proceedings of the british society of Animal science*. British Society of Animal Science, Penicuik, 208 p. 2001.
 14. Campabadal C. Guía técnica para alimentación de cerdos. Ministerio de Agricultura y Ganadería, Costa Rica. 2009.
 15. Canibe N, Jensen B. Fermented and nonfermented liquid feed to growing pigs: Effect on aspects of gastrointestinal ecology and growth performance. *Journal of Animal Science*, 81: 2019-2031. 2003.
 16. Chocano A. Recopilación Tecnológica de Agentes de textura y sus aplicaciones. Vol. 15, p 3-7. 2002.
 17. Choct M, Selby E, Cadogan D, Cambell R. Effect of liquid to feed ratio, steeping time, and enzyme supplementation in the performance of weaner pigs. *Australian Journal of Agriculture Research*, 55: 247-252. 2004.
 18. Cieslak D, Leibbrandt V, Benevenga N. Effect of a high fat supplement in late gestation and lactation on piglet survival and performance. *Journal of Animal Science*, 57: 954-959. 1983.
 19. Columbus D, Zhu C, Pluske J, De Lange C. Body weight gain and nutrient utilization in starter pigs that are liquid-fed high-moisture corn-based diets supplemented with phytase. *Canadian Journal of Animal Science*, 90: 45-55. 2010.
 20. Cruz J, Del Valle M. Agentes tensioactivos como aditivos alimentarios. *Instituto de la grasa y sus derivados*, 38: 45-55. 1987
 21. De Acurero M. Uso de la grasa en la alimentación animal. Centro de Investigaciones Agropecuarias del Estado Zulia. Venezuela. 1999.
 22. Dos Santos. Emulsificantes - modo de ação e utilização nos alimentos. Universidade Federal de Pelotas, Brasil. 2008.
 23. Fedalto L, Neto M, Tkacz M, Flemming J, Borges S, Franco S. Uso de gordura protegida na alimentação de suínos na fase pré-inicial. *Archives of Veterinary Science*, 7: 35-44. 2002.
 24. Fialho E, Ost P, Oliveira V. Interações ambiente e nutrição—estratégias nutricionais para ambientes quentes e seus efeitos sobre o desempenho e características de carcaça de suínos. *Conferência Internacional Virtual sobre Qualidade de carne suína*, Vol. 2: 351-359. 2001.

25. Geary T, Brooks P, Morgan D, Campbell A, Russell P. Performance of weaner pigs fed ad libitum with liquid feed at different dry matter concentrations. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 72: 17-24. 1996.
26. Gill B, Brooks P, Carpenter J. Voluntary water use by growing pigs offered liquid foods of differing water-to-meal ratios. *BSAP Occasional Publication*, 11: 131-133. 1987.
27. Gómez A, Benavidez C, Díaz C. Evaluación de torta de palmiste (*Elaeis guineensis*) en alimentación de cerdos de ceba. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 5: 54-63. 2007.
28. González R, Ávila E, Cortés A. Evaluación del aceite de palma africana (*Elaeis guineensis*) como fuente de energía en dietas para pollos de engorde. *Journal Veterinaria México*, 29: 125-130. 1998.
29. Gonzalvo S, Venegas O, González A, Vitón D, Martínez O, Mederos C, Novo O. Rasgos de canal y calidad de carne en cerdos alimentados con mieles de caña de azúcar. Efecto de la inclusión de aceite de soya en la dieta. *Revista Computadorizada de Producción Porcina*, 11: 104-110. 2004.
30. Hurst D, Clarke L, Lean I. Effect of liquid feeding at different water-to-feed ratios on the growth performance of growing-finishing pigs. *Cambridge Journals*, 2: 1297-1302. 2008.
31. Kim J, Heo K, Odle J, Han K, Harrel R. Liquid diets accelerate the growth of early-weaned pigs and the effects are maintained to market weight. *Journal of Animal Science*, 79: 427-434 p.
32. Koppmann M. Emulsiones el arte de mezclar agua con aceite. *Ciencia y Sociedad*, 23: 62-64. 2013
33. Leh W, Pettinger K, Fortes E. Alimentação líquida suína: 15 anos no Brasil. 2013. Recuperado 29 Enero 2016. Disponible En: <http://www.porkworld.com.br/noticia/alimentacao-liquida-suina-15-anos-no-brasil/>
34. Lizardo R. Utilización de alimentos líquidos para el ganado porcino. *IRTA - Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries*, Tarragona, España. 2004.
35. Llanes N, Gozzini M. Alimentación líquida en ganado porcino. En: XXIX Curso de especialización FEDNA, Madrid, p 149-169. 2013.
36. Manzke N, Dalla Costa O, Lima G. Atualidades e desafios nas fases de crescimento e terminação: 1) Sistemas de alimentação. *Universidade Federal de Pelotas, Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves, Embrapa*. 2012.
37. Masson L. Criterio de calidad para materias grasas utilizadas frecuentemente en la nutrición animal y de peces. 1994. Recuperado 08 Febrero 2016. Disponible En: <http://www.fao.org/docrep/field/003/ab482s/ab482s10.htm>
38. Mateos G, Saldaña B, Guzmán P, Frikha M, Vahid M, Berrocoso J. Revisión 3ª edición tablas FEDNA: Utilización de aceites resultantes de procesos industriales en piensos para animales monogástricos: Oleínas, aceites reconstituidos y lecitinas. En: XXVIII Curso de especialización FEDNA, Madrid, p 33-49. 2012.
39. Moreno F, Molina D. Buenas prácticas agropecuarias BPA - en la producción de ganado doble propósito bajo confinamiento, con caña panelera como parte de la dieta. *Manual Técnico, FAO*. p 45-80. 2007.
40. Muniz A. Efeito da adição do óleo de soja, óleo de linhaça, óleo de coco babaçu e sebo bovino nos parâmetros produtivos e reprodutivos de fêmeas suínas em lactação. Tese de doutorado, *Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo*. 2004.

41. Myer R, Lamkey J, Walkers W, Brendemuhl J, Combs G. Performance and carcass characteristics of swine when fed diets containing canola oil and added copper to alter the unsaturated: saturated ratio of pork fat. *Journal of Animal Science*, 70: 1417-1423. 1992.
42. Ngoan L, Ogle R, Sarria P, Preston T. Effect of replacing sugar cane juice with African palm oil (*Elaeis guineensis*) on performance and carcass characteristics of pigs. *Livestock Research for Rural Development*, Vol. 10, Art. 1. 1998.
43. Nogueira E, Teixeira A, Pupa J, Lopes D. Manejo nutricional e alimentação nas fases de recría e terminação de suínos. 2001. Recuperado 03 Febrero 2016. Disponible En: <http://www.cnpsa.embrapa.br/abravessc/memorias>
44. Ocampo A. Oil-rich fibrous residue from african oil palm as basal diet of pigs; effects of supplementation with methionine. *Livestock Research for Rural Development*, Vol. 4, Art. 2. 1992.
45. Ocampo A. Utilización del fruto de palma africana como fuente de energía con niveles restringidos de proteína en la alimentación de cerdos de engorde. *Livestock Research for Rural Development*, Vol 6, Art. 6. 1994a.
46. Ocampo A. Efecto del nivel de pulidura de arroz en una dieta basada en el fruto entero de palma africana para el engorde de cerdos. *Livestock Research for Rural Development*, Vol 6, Art. 16. 1994b.
47. Ocampo A. Raw palm oil as the energy source in pig fattening diets and *Azolla filiculoides* as a substitute for soya bean meal. *Livestock Research for Rural Development*, Vol. 6, Art. 2. 1994c.
48. Ocampo A, Castro C, Alfonso L. Determinación del nivel óptimo de proteína al utilizar cachaza de palma africana como fuente de energía en raciones para cerdos de engorde. *Livestock Research for Rural Development*, Vol. 2, Art. 20. 1990b.
49. Ocampo A, Lozano E, Reyes E. Utilización de la cachaza de palma africana como fuente de energía en el levante, desarrollo y ceba de cerdos. *Livestock Research for Rural Development*, Vol. 2, Art. 7. 1990a.
50. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Caracterización de la canal porcina. 2012. Recuperado 10 Febrero 2014. Disponible En: <http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/pigs/home.html>
51. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) Cerdos y la Producción Animal. 2016. Recuperado 15 Agosto 2016. Disponible En: <http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/pigs/production.html>
52. Ozório M. Alimentação Líquida Computadorizada. En: XVII Congreso ABRAVES, Suinocultura em transformação, Campinas SP. 2015.
53. Park S, Seo S, Chang M, Shin I, Paik I. Evaluation of soybean oil as a lipid source for pig diets. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 22: 1311-1319. 2009.
54. Parsi J, Godio L, Miazzi R, Maffioli R, Echevarría A, Provencal P. Valoración nutritiva de los alimentos y formulación de dietas. Cursos de Producción Animal, FAV UNRC, Argentina. 2001.
55. Patience J. La energía de la dieta en el ganado porcino. *Informativo Veterinario Albéitar*, Art. 50. 2014
56. Pimenta M, Lima J, Fialho E, Logato P, Murgas L, Bertechini A. Diferentes fontes e níveis de lipídeos no desempenho de leitões pós-desmame. *Ciência e Agrotecnologia*, 27: 1130-1137. 2003.
57. Plumed-Ferrer C, Von Wright A. Fermented pig liquid feed: nutritional, safety and regulatory aspects. *Journal of Applied Microbiology*, 106: 351-368. 2009.

58. Ravindran V. Aditivos en alimentación animal: presente y futuro. FEDNA, 26: 3-26. 2010.
59. Ribeiro J. Óleos e gorduras na alimentação de aves e suínos. Revista Eletrônica Nutritime, 1: 69-73. 2004.
60. Ribeiro R, Pastori W, Fagundes M, Prezotto L, Gobesso A. Efeito da inclusão de diferentes fontes lipídicas e óleo mineral na dieta sobre a digestibilidade dos nutrientes e os níveis plasmáticos de gordura em equinos. Revista Brasileira de Zootecnia, 38: 1989-1994. 2009.
61. Rovers M. Emulsificantes en la dieta para ahorros en energía y en el costo del alimento. 2013. Recuperado 16 Febrero 2016. Disponible en: <http://www.wattagnet.com/articles/16741-emulsificantes-en-la-dieta-para-ahorros-en-energia-y-en-el-costo-del-alimento>
62. Russell P, Geary T, Brooks P, Campbell A. Performance, water use and effluent output of weaner pigs fed ad libitum with either dry pellets or liquid feed and the role of microbial activity in the liquid feed. Journal of the Science of Food and Agriculture, 72: 8-16. 1996.
63. Scholten R, Van der Peet-Schwering C, Den Hartog L, Balk M, Schrama J, Verstegen M. Fermented wheat in liquid diets: effects on gastrointestinal characteristics in weanling piglets. Journal of Animal Science, 80: 1179-1186. 2002.
64. Shurson J. What we know about feeding liquid by-products to pigs. En: Big dutchman's 5th international agents' meeting, Bremen, Germany. 2008
65. Silva J, Lopes E, Nunes R, Farias L, Mascarenhas A, Da Rocha L. Rações com diferentes níveis de inclusão de água para suínos na fase de creche. Ciência Animal Brasileira, 12, Art. 4. 2009.
66. Smith J, Tokach M, O'Quinn P, Nelssen J, Goodband R. Effects of dietary energy density and lysine: calorie ratio on growth performance and carcass characteristics of growing-finishing pigs. Journal of Animal Science, 77: 3007-3015. 1999.
67. Terán G, Franco L, Correa J, Acosta F, Ricalde R. Comportamiento productivo, características de la canal y peso del tracto gastrointestinal de cerdos alimentados con aceite de palma africana (*Elaeis guineensis*). Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias, 42: 181-192 p. 2012.
68. Trigueros R. Factibilidad del uso de raciones líquidas y pastosas en alimentación de cerdos en etapa de engorde-acabado. Agronomía Mesoamericana (Costa Rica), 7: 69-72. 1996.
69. Van Doren M, Giraldo C, Álvarez E, Hurtado V. Alimentación de cerdos en levante y ceba utilizando Bore (*Alocasia macrorhyza*) y aceite de palma. Rev Sist Prod Agroecol, 3: 46-55. 2012.
70. Van Winsen R, Urlings B, Lipman L, Snijders J, Keuzenkamp D, Verheijden J, Van Knapen F. Effect of fermented feed on the microbial population of the gastrointestinal tracts of pigs. Applied and Environmental Microbiology, 67: 3071-3076. 2001
71. Verussa G. Uso de lipídios na nutrição de suínos. Revista Eletrônica Nutritime, Vol. 12, Art. # 5. 2015.

Implementación de buenas prácticas en alimentación bovina en la granja del colegio del Municipio de El Dorado Meta

Implementation of good practices in bovine feeding in the farm of the school of the municipality of El Dorado Meta

Implementação de boas práticas em alimentação bovina na fazenda da escola do município de El Dorado Meta

Bernal Lizarazo Johan Sebastián¹ y Fernández Manrique José²

¹Medico Veterinario y Zootecnista, Universidad de los Llanos y

²Medico Veterinario, MSc, Docente Universidad de los Llanos.

johan.bernal@unillanos.edu.co

Recibido 10 de febrero 2020, Aceptado 23 de octubre 2021

RESUMEN

Debido al conflicto armado en algunas de nuestras regiones, era imposible trabajar algunas zonas rurales con un alto potencial para un sistema de producción bovina, el objetivo de este proyecto fue promover a los campesinos, productores, docentes y jóvenes de la región del Dorado en el fortalecimiento del sector rural, mediante la implementación de las buenas prácticas en alimentación bovina con la ganadería de la Institución Educativa El Dorado, se tomaron seis muestras de sangre y seis muestras de material fecal de los animales, se tomaron muestras de suelo en los potreros de la granja para análisis físico-químico, Muestras de agua donde consumían los animales para análisis físico-químico y microbiológico. Las variables se analizaron mediante la estadística descriptiva. Al examen clínico, se encontró condición corporal en promedio de 3, infestación marcada de ectoparásitos (Garrapatas y miasis). En el análisis de los cuadros hemáticos se evidencio 5 animales con aumento en la concentración de hemoglobina corpuscular media, 2 animales con leucocitosis y linfocitosis, 4 animales con eosinofilia. En la química sanguínea todos los animales presentaron glucosa baja, globulinas altas, además se encontró variación en la relación Ca-P. En el coprológico 3 animales presentaron anaplasmosis. El agua presento anormalidades en los parámetros microbiológicos.

Los suelos son oxisoles, francos arenosos, con deficiencias en materia orgánica, pH y nitrógenos totales. Mejorando la calidad del agua y del suelo podemos tener mejores pastos. Mejorando la sanidad mayor aprovechamiento de los alimentos, para luego aplicar estrategias que mejoren la producción de forraje verde, establecimiento correcto de praderas mejoradas, uso adecuado de abonos y fertilizantes, adecuada rotación de potreros, y el establecimiento de métodos de conservación de forrajes como el ensilaje y el heno.

Palabras clave: Buenas prácticas en alimentación, conflicto, pastos, producción bovina, sector rural.

ABSTRACT

Due to the armed conflict in some of our regions, it was impossible to work in some rural areas with a high potential for a bovine production system. The objective of this project was to promote the farmers, producers, teachers and youth of the Dorado region in the strengthening of the rural sector, through the implementation of good practices in bovine feeding with the livestock of the Educational Institution El Dorado, six blood samples and six samples of fecal material were taken from the animals, soil samples were taken in the paddocks of the farm for physical-chemical analysis, Water samples where the animals consumed for physical-chemical and microbiological analysis. Variables were analyzed using descriptive statistics. Upon clinical examination, body condition was found on average of 3, marked infestation of ectoparasites (ticks and myiasis). The analysis of the blood pictures revealed 5 animals with an increase in the concentration of mean corpuscular hemoglobin, 2 animals with leukocytosis and lymphocytosis, 4 animals with eosinophilia. In blood chemistry, all the animals presented low glucose, high globulins, and a variation in the Ca-P ratio was also found. In the stool 3 animals presented anaplasmosis. The water presented abnormalities in the microbiological parameters. The soils are oxisols, sandy loams, with deficiencies in organic matter, pH and total nitrogen. Improving the quality of water and soil we can have better pastures, improving sanitation, better use of food, and then apply strategies that improve the production of green forage, correct establishment of improved meadows, adequate use of

fertilizers and fertilizers, adequate rotation of paddocks, and the establishment of forage conservation methods such as silage and hay.

Keywords: Good practices in food, conflict, pastures, bovine production, rural sector.

RESUMO

Devido ao conflito armado em algumas de nossas regiões, era impossível trabalhar em algumas áreas rurais com alto potencial para um sistema de produção de bovinos. O objetivo deste projeto era promover os agricultores, produtores, professores e jovens da região de Dorado na região. Fortalecimento do setor rural, por meio da implementação de boas práticas de alimentação bovina com os animais da Instituição Educacional El Dorado, seis amostras de sangue e seis amostras de material fecal foram retiradas dos animais, amostras de solo nos piquetes de a fazenda para análise físico-química, amostras de água onde os animais consumiram para análise físico-química e microbiológica. As variáveis foram analisadas por estatística descritiva. Ao exame clínico, foi encontrada uma condição corporal em média 3, infestação acentuada de ectoparasitas (carrapatos e miíase). A análise das imagens de sangue revelou 5 animais com aumento na concentração de hemoglobina corpuscular média, 2 animais com leucocitose e linfocitose, 4 animais com eosinofilia. Na química do sangue, todos os animais apresentaram glicose baixa, globulinas elevadas e também foi encontrada uma variação na razão Ca-P. Nas fezes, três animais apresentaram anaplasiose. A água apresentou anormalidades nos parâmetros microbiológicos. Os solos são latossolos, areia arenosa, com deficiências em matéria orgânica, pH e nitrogênio total. Melhorando a qualidade da água e do solo, podemos ter pastagens melhores, saneamento, melhor uso de alimentos e aplicar estratégias que melhorem a produção de forragem verde, estabelecimento correto de prados melhorados, uso adequado de fertilizantes e fertilizantes, rotação adequada de piquetes e estabelecimento de métodos de conservação de forragens, como silagem e feno.

Palavras-chave: Boas práticas em alimentação, conflito, pastagem, produção bovina, setor rural.

INTRODUCCIÓN

Colombia como país productor de ganado localizado en la zona ecuatorial presentan un alto potencial para el desarrollo de la actividad ganadera, pero se han encontrado situaciones que determinan deficiencias en la alimentación del ganado, que afectan la eficiencia y productividad del eslabón de los productores primarios. Adicionalmente la transformación del manejo de praderas bajo estándares de eficiencia, productividad y armonía con el medio ambiente requiere de programas especiales y de acuerdo con CORPOICA, el manejo tradicional de las praderas representa a nivel nacional el 65.8% del área sembrada en pastos, el área en pradera tecnificada es el 31.9% y el área en pastos de corte representa el 2.4%, dando una oportunidad de crecimiento para el sector.

A pesar de sus impactos ambientales y baja productividad, el sector ganadero en Colombia sigue teniendo un rol importante en la economía nacional porque genera alrededor del 19% del empleo agropecuario rural y cerca del 6% del empleo total nacional. Representa aproximadamente 1.4% del PIB nacional y 19% del PIB agrícola. En 2016 el inventario ganadero del país fue de 22.8 millones de cabezas. Un total de 3.7 millones de animales fueron sacrificados para producir 910000 toneladas de carne, mientras que la producción de leche fue de 6391 millones de litros. El consumo anual per cápita de productos ganaderos fue de 18.6 kg para la carne y 140 litros para la leche. La ganadería a pequeña escala predomina en el país, evidenciada por el hecho de que el 45 % de las fincas tienen menos de 10 animales y el 81% controla solo el 25% del hato nacional y poseen menos de 50 animales por finca (Etter, 2018)

Las graves afectaciones de los recursos naturales y la actual crisis económica y social que atraviesan diversos países han revitalizado el interés por lograr un desarrollo acelerado y sostenido de la agricultura, el cual solo se conseguirá en la medida en que las estrategias de producción sean congruentes con el uso racional del ecosistema. Bajo el nombre de sistemas agrosilvopastoriles (SASP) se agrupa

un conjunto de técnicas de uso de la tierra que implica la combinación o asociación deliberada de un componente leñoso (forestal o frutal) con ganadería y/o cultivos en el mismo terreno, con interacciones significativas ecológicas y/o económicas o solo necesariamente biológicas, entre los componentes (Iglesias *et al.*, 2011).

Con la aplicación de las técnicas agroforestales, las actividades agrícolas y ganaderas adquieren un carácter permanente; su desarrollo no requiere de altos insumos, ya que el uso de la maquinaria es mínimo, ni tampoco se precisa de altas dosis de fertilizantes ni pesticidas para mantener el sistema de producción de forma sostenible. En este sentido, los sistemas agroforestales se presentan como un reto para la esfera agropecuaria, por ser una solución económicamente viable, socialmente aceptada y que no produce daños ambientales.

Otras estrategias para el uso óptimo de los recursos naturales son las denominadas Buenas Prácticas Ganaderas (BPG), se refieren a todas las acciones involucradas en el eslabón primario de la ganadería bovina, encaminadas al aseguramiento de la inocuidad de los alimentos carne y leche, la protección del medio ambiente y de las personas que trabajan en la explotación.

Dado que el país requiere mejorar el estatus sanitario de los productos que tienen un potencial exportador, para lograr la admisibilidad de la carne, leche y sus productos derivados, se identificó la necesidad de capacitar a los ganaderos para cumplir lo reglamentado por el ICA mediante los Decretos 1500 de 2007 y 616 de 2006, mediante las Resoluciones 2341 de 2007 y 3585 de 2008, respectivamente, para optar por la certificación de sus explotaciones (FEDEGAN, 2010).

El conocer la problemática del Municipio de El Dorado y Granada, permite elaborar propuestas y escenarios pilotos, para el desarrollo local, el cual será un laboratorio donde la comunidad, autoridades municipales, estudiantes y profesores podrán trabajar en equipo en soluciones para una mejor calidad de vida.

El propósito de este trabajo fue diseñar un plan estratégico aplicando las buenas prácticas en la alimentación del sistema de producción bovina en el colegio del Municipio de El Dorado Meta. Donde estudiantes de la modalidad pecuaria de la

Institución Educativa de El Dorado, estudiantes de la Unillanos, productores de la región y comunidad general encuentren el modelo para desarrollar buenas prácticas en la alimentación bovina, en sus predios o proyectos productivos.

METODOLOGÍA

Geográficamente el Municipio de El Dorado está situado en la subregión del Piedemonte llanero, está ubicado al Noroccidente del departamento del Meta parte alta de la cuenca del río Ariari, que corresponde a la región Orinoquía. Forma parte del Parque Nacional de Sumapaz, con 1143.7 ha de este sistema geográfico. Territorialmente comprende la cabecera municipal El Dorado, Centros Poblados: San Isidro del Ariari y Pueblo Sánchez y catorce Veredas: Santa Rosa Alta, Santa Rosa Baja, Aguas Zarcas, La Isla, El Diamante, San José, La Meseta, Alto Cumaral, San Pedro, Caño Amarillo, Caño Leche, Palomarcado, La Esmeralda y La Cumbre.

El Municipio limita al noroccidente con el Municipio de Cubarral, al Suroccidente con el Municipio de El Castillo y al Oriente con el Municipio de San Martín. Posee una extensión total: 115 Km², temperatura media de 21°C y una altitud media de 550 msnm. La granja El Dorado se ubica en la vereda Pueblo Sánchez, la producción ganadera del colegio cuenta con una extensión aproximada de 6 hectáreas (Figura 1).

Como primer paso se realizó una charla en la Universidad de los Llanos sede Granada Meta, en la cual participaron el director del centro de producción ganadera del colegio del Dorado y ganaderos interesados de la región del Dorado y Granada Meta, a quienes se informó sobre el proyecto “Ética ambiental y bienestar animal estrategia de desarrollo rural en paz” énfasis en fortalecimiento de la producción bovina. Esto con el fin de generar una cooperativa de ganaderos de la región e indicándoles como se pensaba trabajar con ellos durante el proyecto.

Se aplicó una encuesta básica sobre información de sus predios a los ganaderos que participaron en la charla, y se seleccionaron 20 predios en total 10 fincas en El Dorado, incluyendo la Institución Educativa El Dorado y 10 fincas en Granada. Se

realizaron visitas a esas 20 fincas y al colegio, donde se les recordó que procedimientos debían realizar en sus producciones y cómo ejecutarlos.



Figura 1 Ubicación satelital del área perteneciente a la IE El Dorado. Google maps (2018).

En una primera visita se tomaron muestras de suelo y de agua en los potreros donde los animales de la producción bovina se alimentaban, posteriormente se llevaron a los laboratorios de la Universidad de los Llanos para su análisis.

En una segunda visita se seleccionaron en promedio de 7-10 animales por finca, la Institución Educativa El Dorado solo contaba en ese momento con 6 animales en producción. Al total de los animales seleccionados en todas las fincas se les realizó un examen general (Examen clínico), se tomaron muestras de sangre y materia fecal, para un posterior análisis en los respectivos laboratorios de la Universidad de los Llanos. En total se muestrearon 154 animales de las 20 fincas.

Las muestras de suelos y aguas se procesaron en los laboratorios del programa de ingeniería agronómica, y los análisis de sangre se evaluaron en el laboratorio de fisiología y parasitología del programa de medicina veterinaria y zootecnia. Se les realizó, cuadro hemático, química sanguínea, frotis sanguíneo. Con la materia fecal se realizó un estudio coprológico por medio de 3 modalidades “McMaster, Dennis y Bartman” para determinación de parásitos y sus huevos.

Como último paso se recopiló toda la información, se analizaron los resultados con los propietarios de las fincas y docentes del colegio, logrando reconocer y aplicar diferentes estrategias y tecnologías sencillas que permiten entender y explotar de manera eficientemente los sistemas de producción bovina de doble propósito en la región.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la charla que se realizó con los ganaderos de la región del Dorado, Granada Meta y la IE El Dorado, y por medio de la aplicación de la encuesta, se caracterizaron los predios.

En el examen clínico encontramos que el promedio de la condición corporal de los animales era de 3, sin embargo 2 animales presentaron una condición de 2.5 lo cual podía estar relacionado con cualquier factor como la alimentación, el manejo, problemas infecciosos bacterianos, virales, parasitarios, metabólicos o multifactoriales etc. (Tabla 1). Además, pudimos observar que la mayoría de los animales presentaban una infestación alta de ectoparásitos en la piel, como el nuche que es producido por la mosca *Dermatobia hominis*, Para lo cual se recomiendo realizar un manejo integrado de plagas que incluía: toma de muestras e identificación de los ectoparásitos, manejo adecuado de excretas para disminuir los criaderos de la mosca, evaluación de la eficacia de los biocidas, aplicación técnica de productos de acción sistémica como el crufomato o por baños por aspersión de metrifonato o cipermetrina.

Para las garrapatas se comienza con: identificación de la garrapata para determinación de ciclo de la garrapata, correcta rotación de los animales por los potreros, manejo adecuado de pasturas, evaluación de los biocidas y baños medicados con amidinas o amitraz.

Los parámetros de la línea roja del cuadro hemático mostraron que 5 de 6 animales presentaron un aumento en la concentración de hemoglobina corpuscular media (MCHC) a pesar de que solo 1 mostró tener los eritrocitos altos (Tabla 2), lo cual puede estar asociado a deficiencias en el suministro de cobalto y relacionado con

el déficit en la síntesis de Vitamina B12, también se dice que ese aumento puede estar relacionado con deficiencias en Vitamina B9 o A. Fólico, para lo cual se recomendó utilizar suplementos de Complejo B inyectados a todos los animales, y monitorear frecuentemente cada 30 días con otro cuadro hemático. Para el animal con eritrocitos altos se presume se encontraba deshidratado lo cual puede generar esa hemoconcentración debido a que varios factores de ese cuadro hemático estaban elevados, se sugirió revisar la disponibilidad del agua y que la esté consumiendo.

Tabla 1. Examen clínico general de los animales de la IE El Dorado

| Número del animal | Identificación | Sexo | Raza | Edad | Peso | Color | C:C | Piel y mucosas | Digestivo/ respiratorio/ productivo |
|-------------------|----------------|--------|----------------|------|------|--------------|-----|----------------------------------|-------------------------------------|
| 1 | 215-9 | Hembra | Jersey cruzado | - | - | Blanco negro | 3 | Nuche, Garrapatas, rosas pálidas | N.E. |
| 2 | Barcina | Hembra | Hereford | - | - | Barcina | 2.5 | Nuche, Garrapatas, rosas pálidas | N.E. |
| 3 | 18JB | Hembra | Jersey cruzado | - | - | Blanco negro | 3 | Nuche, Garrapatas, rosas pálidas | N.E. |
| 4 | 18JB negro | Hembra | Mestiza cebú | - | - | Negro | 2.5 | Nuche, Garrapatas, rosas pálidas | N.E. |
| 5 | JB | Hembra | Jersey cruzado | - | - | Café | 3 | Nuche, Garrapatas, rosas pálidas | N.E. |
| 6 | JB | Hembra | Mestiza | - | - | Roja | 4 | Nuche, Garrapatas, rosas pálidas | N.E. |
| Me | | | | | | | 3 | | |

*Me: Media (Fuente: el autor)

De acuerdo a lo reportado en la Tabla 3 la línea blanca del cuadro hemático nos muestra que dos individuos presentaron leucocitosis y linfocitosis, uno de estos también presento monocitosis y el otro animal y tres más eosinofilia, además uno de esos animales presento trombocitopenia, todos estos desordenes son causados

más frecuentemente por agentes infecciosos bacterianos incluido rickettsias, virales y la eosinofilia problemas parasitarios. Para lo cual se recomendó realizar exámenes para determinar la presencia de enfermedades de origen viral más comunes (IBR, DVB, Leucosis), o bacterianas importantes como tuberculosis, brucelosis o paratuberculosis. Otras parasitarias como neospora, Ya con esos resultados analizar posibles descartes o tratamientos a los animales afectados. Que además pueden poner en riesgo la salud pública, dado el carácter zoonótico de algunos agentes patógenos.

Tabla 2. Análisis de sangre de los animales del IE El Dorado, Línea roja

| Parámetros | ERITROCITOS (M μ L) | HCT (%) | HGB (g/dL) | VCM (fL) | MCH (pg) | MCHC (g/dL) | RDW (%) | RETIC (%) | RETIC (K μ L) |
|---------------------|-------------------------|-----------|------------|-----------|-----------|-------------|-----------|-----------|-------------------|
| Rango de referencia | 4.47-9.35 | 22.5-39.9 | 7.4-12.8 | 40.4-56.4 | 11.5-18.5 | 30.2-33.5 | 20.0-35.9 | | 0.0-3.9 |
| Animal 1 | 6,13 | 24,4 | 8,4 | 39,8 | 13,7 | 34,4 | 26,2 | 0,1 | 3,1 |
| Animal 2 | 5,92 | 24,5 | 8,4 | 41,4 | 14,2 | 34,3 | 25,7 | 0 | 2,4 |
| Animal 3 | 6,59 | 28,5 | 9,6 | 43,2 | 14,6 | 33,7 | 27 | 0 | 1,3 |
| Animal 4 | 6,26 | 26 | 9,4 | 41,5 | 15 | 36,2 | 27,7 | 0,1 | 3,1 |
| Animal 5 | 5,91 | 28,9 | 9,3 | 48,9 | 15,7 | 32,2 | 25,3 | 0 | 2,4 |
| Animal 6 | 9,56 | 39,4 | 11,8 | 41,2 | 12,3 | 29,9 | 38,1 | 0 | 3,8 |
| Me | 6,72 | 28,6 | 9,48 | 42,6 | 14,3 | 33,4 | 28,3 | 0,03 | 2,68 |
| σ | 1,40 | 5,62 | 1,24 | 3,23 | 1,17 | 2,16 | 4,86 | 0,05 | 0,85 |

*Me: Media; * σ : Desviación estándar. Fuente: El autor

En la química sanguínea (Tabla 4) observamos que todos los animales presentaron glucosa (GLU) baja, igualmente globulinas (GLOB) altas, 5 animales presentaron tiempo de protrombina (TP) alto, 2 animales tenían bajo el calcio (CA), otros 2 la lipasa (LIPA) baja, y dos más tenían la amilasa (AMYL) alta, uno tenía el fosforo (PHOS) alto y otro el nitrógeno ureico en sangre (BUN) bajo. Estos desordenes metabólicos pueden ser de origen alimenticio, productivo, infeccioso o de varios, la disminución de la glucosa se puede deber a que los animales no comían la cantidad de alimento suficiente o que los nutrientes del forraje son bajos en energía, por esta misma razón se puede explicar la presencia elevada de la amilasa en algunos animales, debido a que el forraje es muy fibroso, se libera más cantidad de enzima para degradar más los carbohidratos no estructurales y aumentar la disponibilidad de glucosa. Para lo que se recomienda dar más alimento a partir de forrajes más

tiernos o suplementación con sorgo o silo de maíz. Las globulinas nos explican la presencia de enfermedades infecciosas y problemas hepáticos, los animales que presentan estos problemas con las globulinas altas también indican disminución en el tiempo de protrombina y un animal alto el BUN, lo cual indica una posible afección al hígado en varios animales, lo que se recomendó fue analizar el probable uso de medicamentos o intoxicaciones por plantas a estos animales o evaluar que esto se deba a un problema infeccioso y realizar otras pruebas. Como ultimo también se encontró un animal con un desbalance en la relación calcio-fósforo, probablemente por baja disponibilidad de minerales en suelos, forrajes y sales, para lo cual se recomienda profundizar en el diagnóstico y suplementar en forma adecuada estos minerales acompañados de una suplementación con Vitamina D.

Tabla 3. Análisis de sangre de los animales del IE El Dorado, Línea blanca

| Parámetros | Leucocitos K/ μ L | NEU % | LYM % | MONO % | EOS % | BASO % | NEU K/ μ L | LYM K/ μ L | MONO K/ μ L | Eos K/ μ | BASO K/ μ L | PLQ K/ μ L | MPV fL | PDW fL | PCT % |
|---------------------|--------------------------|----------|----------|-----------|----------|-----------|-------------------|-------------------|--------------------|-----------------|--------------------|-------------------|-------------|--------------|---------------|
| Rango de referencia | 2.71-17.76 | | | | | | 0.68- 6.94 | 1.20- 10.62 | 0.02- 2.17 | 0.01- 1.23 | 0.00- 0.04 | 147- 663 | 5.9- 8.2 | 6.0- 10.1 | 0.12- 0.42 |
| Animal 1 | 9,02 | 19,6 | 59,4 | 11,1 | 9,9 | 0 | 1,77 | 5,36 | 1 | 0,89 | 0 | 234 | - | - | - |
| Animal 2 | 7,8 | 12,7 | 58,6 | 12,3 | 16,4 | 0 | 0,99 | 4,57 | 0,96 | 1,28 | 0 | 115 | - | - | - |
| Animal 3 | 13,42 | 14,4 | 63,3 | 9 | 13 | 0 | 1,93 | 8,49 | 1,25 | 1,75 | 0 | 312 | 6,3 | 8,1 | 0,2 |
| Animal 4 | 6,34 | 27,3 | 50 | 7,4 | 15 | 0,3 | 1,73 | 3,17 | 0,47 | 0,95 | 0,02 | 187 | - | - | - |
| Animal 5 | 20,08 | 10,5 | 72,9 | 5,8 | 10,8 | 0 | 2,1 | 14,64 | 1,16 | 2,17 | 0,01 | 271 | 8,4 | 13,1 | 0,23 |
| Animal 6 | 22,42 | 21,1 | 61,6 | 12,3 | 1,8 | 0 | 4,73 | 13,86 | 2,75 | 1,07 | 0,01 | 307 | - | - | - |
| Me | 13,8 | 17,6 | 60,9 | 9,65 | 11,1 | 0,05 | 2,20 | 8,34 | 1,26 | 1,35 | 0,006 | 7,35 | 7,35 | 10,6 | 0,21 |
| σ | 6,72 | 6,24 | 7,43 | 2,70 | 5,19 | 0,12 | 1,29 | 4,89 | 0,77 | 0,50 | 0,008 | 76,2 | - | - | - |

*Me: Media; * σ : Desviación estándar. Fuente: El autor

En relación a los análisis de parásitos internos se encontró individualmente que solo dos de los 6 animales presentaban una parasitosis leve por *Strongylidae spp* y por *Paraphistomidae spp*, También se encontró una mayor prevalencia del hemoparásito *Anaplasma spp*, afectando a 4 de los 6 animales muestreados.

Para el tratamiento contra parásitos gastrointestinales se recomendó la administración de desparasitantes que contengan albendazol y/o praziquantel,

(Pérez *et al.*, 2009) igualmente la realización de una cuarentena a los animales nuevos que ingresen, con muestreo de materia fecal y sangre, y la elaboración de un plan de un plan de desparasitación a los terneros.

Tabla 4. Bioquímica sanguínea de los animales del IE El Dorado

| Parámetros | GLU mg/dL | CREA mg/dL | BUN mg/dL | BUN/CREA | PHOS mg/dL | CA mg/dL | TP g/dL | ALB g/dL | GLOB g/dL | ALB/G LOB | ALT U/L | ALKP U/L | GGT U/L | TBIL mg/dL | CHOL mg/dL | AMYL U/L | LIPA U/L |
|---------------------|--------------|---------------|--------------|----------|---------------|-------------|------------|-------------|--------------|--------------|------------|-------------|------------|---------------|---------------|-------------|-------------|
| Rango de referencia | 56-88 | 0.5-1.6 | 10-25 | | 4.0-8.6 | 8.0-12.0 | 6.2-8.0 | 2.5-3.5 | 3.0-4.9 | | | 28-233 | 0-87 | 00-0.7 | 45-200 | 0-34 | 30-200 |
| Animal 1 | 23 | 1 | 14 | 14 | 6,4 | 8,1 | 8,8 | 2,6 | 6,3 | 0,4 | 53 | 78 | 17 | 0,6 | 147 | 33 | 23 |
| Animal 2 | 31 | 0,7 | 10 | 14 | 6,3 | 7,9 | 8,6 | 2,5 | 6,1 | 0,4 | 52 | 274 | 21 | 0,3 | 130 | 35 | 31 |
| Animal 3 | 23 | 0,8 | 15 | 19 | 7,1 | 8,3 | 8,3 | 2,7 | 5,6 | 0,4 | 52 | 49 | 14 | 0,6 | 139 | 36 | 39 |
| Animal 4 | 24 | 0,9 | 13 | 14 | 8,7 | 7,7 | 8,8 | 2,6 | 6,2 | 0,5 | 41 | 101 | 23 | 0,3 | 115 | 34 | 39 |
| Animal 5 | 10 | 1,1 | 10 | 9 | 7,5 | 8 | 8,7 | 2,5 | 6,1 | 0,4 | 43 | 147 | 19 | 0,3 | 108 | 33 | 21 |
| Animal 6 | 39 | 0,8 | 5 | 6 | 8,6 | 9,4 | 7,9 | 2,9 | 5 | 0,6 | 27 | 157 | 16 | 0,3 | 82 | 32 | 70 |
| Me | 25 | 0,88 | 11,1 | 12,6 | 7,43 | 8,23 | 8,5 | 2,63 | 5,88 | 0,45 | 44,6 | 134,3 | 18,3 | 0,4 | 120,1 | 33,8 | 37,1 |
| σ | 9,65 | 0,14 | 3,65 | 4,54 | 1,04 | 0,60 | 0,35 | 0,15 | 0,49 | 0,08 | 10,0 | 79,6 | 3,32 | 0,15 | 23,6 | 1,47 | 17,8 |

*Me: Media; * σ : Desviación estándar poblacional. Fuente: El autor

Sin embargo, para la problemática de rickettsias (*Anaplasma spp*) se aconsejó primero el tratamiento contra las garrapatas que son los transmisores de este hemoparásito, luego si el uso adecuado de tetraciclina, acompañado de dipropionato de imidocar, con terapia de sostén con hierro, vitamina B12 (Bernal, 2007) o de manera más practica la administración alguna formulación con diaminazene en combinación con oxitetraciclina para el control de los hemoparásitos, y que además incluya cianocobalamina, que resulta ser un buen precursor de glóbulos rojos y favorecería a contrarrestar la anemia si se presentara.

En el análisis de aguas se observaron anomalías en los parámetros microbiológicos encontrando una elevada carga de coliformes totales y *E. coli*, lo cual es indicativo de aguas contaminadas, debido a que estas aguas son obtenidas de la vega del río Ariari; como medida de corrección se recomienda la desinfección con cloro a 1 ppm o la instauración de un filtro antes de la llegada al bebedero.

Los suelos en esta región son oxisoles, por su color característico rojo y alta presencia de hierros e hidróxidos de aluminio; son suelos de textura franco

arenosos, con múltiples deficiencias, pero las más importantes son la materia orgánica, pH y el porcentaje de nitrógeno total, lo cual es indicativo de baja calidad, debido a que su fertilidad es baja y además la fijación de nitrógeno en el suelo no es buena, esto debido en parte, a que estos suelos no han sido manejados adecuadamente y que las pasturas que se encuentran disponibles para la alimentación de los bovinos en tales condiciones no son de buena calidad, debido a que no aportan los nutrientes necesarios para los animales, por lo que se recomienda labores de enmiendas aplicando: Nitrógeno de 50 a 70 kg/ha, fósforo (como P_2O_5) de 25 a 50 kg/ha, potasio (como K_2O) de 25 a 50 kg/ha, y se recomienda NO ENCALAR.

Sumado a esto la implementación de sistemas agrosilvopastoriles para aumentar la materia orgánica y nutrientes que favorezcan a mejorar la calidad del suelo, y así poder introducir pastos mejorados para incrementar el rendimiento y valor nutritivo del forraje y la realización de bancos forrajeros y suplementos como elementos básicos para mejorar la productividad ganadera (Contexto Ganadero, 2015).

Con respecto a los estándares en buenas prácticas en alimentación bovina propuestos por el ICA, observamos que los suplementos alimenticios como la sal contaban con su registro sanitario ICA, el silo que se les administraba era almacenado en unas bodegas, pero no contaban con condiciones adecuadas de temperatura y humedad, para lo cual se le aconsejó cambiar el sitio de almacenamiento o adaptar mejor el que ya tienen, no utilizaban alimentos que provinieran de otros animales, los abonos que manejaban para nutrir los suelos eran orgánicos y trabajados por los estudiantes, aunque no aportaban suficientes nutrientes para el suelo. El agua utilizada para el consumo animal era de mala calidad microbiológica, poseían una baja disponibilidad y más en las épocas de verano y el acceso a los bebederos si era permanente. Se realizó una recomendación, en la cual debían periódicamente realizar análisis a los suelos para hacer las correctivas enmiendas y fertilización de los cultivos forrajeros. Realizar los análisis de aguas para evaluar la calidad microbiológica. Igualmente se recomienda realizar un análisis bromatológico para evaluar la composición de los forrajes y

conocer los nutrientes que contiene el material para formular raciones que satisfagan los requerimientos nutricionales de los animales.

CONCLUSIONES

En este proyecto nos enfocamos en las tres variables (suelo-planta-animal) y su relación en un sistema de producción bovina en el instituto educativo El Dorado, mediante la implementación de las buenas prácticas ganaderas, garantizando el adecuado manejo y fortalecimiento de la parte de sanidad e inocuidad alimentaria.

La variable alimentación, para su correcto funcionamiento depende de que el animal se encuentre en buen estado de salud para aprovechar al máximo los nutrientes; que los alimentos estén en una cantidad adecuada para cubrir sus necesidades y que sean de buena calidad para suplir los requerimientos nutricionales.

La evaluación clínica de los animales del colegio permitió determinar problemas de sanidad que desfavorecen de cierta manera el aprovechamiento de los alimentos, y no solo eso sino la integridad del animal y de las personas que trabajan con ellos, Con respecto a la disponibilidad del alimento el colegio contaba con un área adecuada de potreros y establos para el mantenimiento de biomasa para la alimentación de los animales que tenían, y además contaban con suplementación de sal y silo de maíz, pero en calidad de nutrientes a pesar de que no se pudo realizar un análisis bromatológico, el análisis de suelo y la condición corporal de los animales nos demostró que estos pastos eran de baja calidad, un forraje muy lignificado y carecía de nutrientes que no cumplían las necesidades de los bovinos, esto genera una caída en los índices productivos, reproductivos y se refleja en animales con una baja condición corporal. A pesar de aplicar de las Buenas Prácticas en Alimentación Bovina, les falta algunos puntos indispensables para garantizar mejoras en la producción y otros factores, ellos contaban que al ser un colegio subsidiado por el estado carecen algunas veces de insumos como suplementación y medicamentos que no llegan en los tiempo adecuados, lo cual hace que cumplir con esos propósitos sea más difícil, para lo cual se les recomendó a campesinos, estudiantes y profesores a aplicar otras alternativas como la

conservación de forrajes como el ensilaje, que favorezcan a mejorar sus índices productivos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Cadena, J., Mateus G. En noche: vida y control. Instituto Colombiano Agropecuario, p 1-5. 1973.
2. Congreso de la Republica de Colombia. Ley 1753 de 9 de junio de 2015. Disponible En: www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_1753_2015.html
3. Contexto Ganadero. Ganadería Sostenible. 2015. Disponible En: <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/la-importancia-de-la-relacion-suelo-planta-animal-en-la-ganaderia>
4. Corpoica. Cultivos para alimentación en sistemas de producción bovina de la Orinoquia Colombiana. Boletín técnico N. 44, 26. 2010.
5. Etter A., Zuluaga A. Áreas aptas para la actividad ganadera en Colombia. Bogotá D.C. Áreas aptas para la actividad ganadera en Colombia. 2018. Disponible En: <http://reporte.humboldt.org.co/biodiversidad/2017/cap4/403/#seccion4>
6. Federación Colombiana de Ganaderos (FEDEGAN). Buenas prácticas ganaderas. 2010. Disponible En: <https://www.fedegan.org.co/buenas-practicas-ganaderas>
7. Gaviria X., Sossa C., Montoya C., Chara J., Lopera J., Córdoba C., Barahona R. Producción de carne bovina en sistemas silvopastoriles intensivos en el trópico bajo. 2012. Disponible En: www.researchgate.net/profile/Rolando_Barahona_Rosales/publication/262936613_Produccion_de_Carne_Bovina_en_Sistemas_Silvopastoriles_Intensivos_en_el_Tropico_Bajo_Colombiano/links/0deec539695ec91961000000/Produccion-de-Carne-Bovina-en-Sistemas-Silvopastoril
8. Gonzales, J. Pastoreo racional Voisin, eficiencia y sostenibilidad. Ministerio de Agricultura y Ganadería MAG. 2014. Disponible En: www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/drocc-hoja-divulgativa17-2014.pdf
9. Iglesias J., Funez J., Oldalys T., Milera M. Diseños agrosilvopastoriles en el contexto de desarrollo de una ganadería sustentable. Pastos y Forrajes, 34 (3). 2011.
10. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). Buenas prácticas en alimentación animal. Ficha técnica. 2008. Disponible En: www.ica.gov.co/getdoc/2613a184-3bd9-4176-a605-59597dd12253/publicacion-31.aspx
11. Olguin A., Bernal. Clínica de los bovinos 1, anaplasmosis. Universidad Autónoma de México. 2007. Disponible En: www.ammveb.net/clinica/anaplasmosis.pdf
12. Pardini A. Perspectiva sobre la valorización de los sistemas agrosilvopastoriles en la cuenca del Mediterráneo. Pastos y forrajes, 30 (1). 2007.
13. Pérez J., Diaz M., Pérez A., Ferrere F., Monje B., Norman F., López R. Tratamiento de las enfermedades causadas por parásitos. Unidad de Medicina Tropical, Servicio de Enfermedades Infecciosas, Hospital Ramón y Cajal, Madrid, España, 28 (1): 44-59. 2009.
14. Rocha, F. Bouda, J. Fisiopatología de las deficiencias de cobre en rumiantes y su diagnóstico. Revista Veterinaria México, 32 (4): 289-296. 2001.

Buenas prácticas de manufactura para procesamiento y conservación de vegetales

Good manufacturing practices for vegetable processing and preservation

Boas práticas de fabricação para processamento e conservação de vegetais

Guzmán Cupaja Diego Fernando¹ y Ayza Yamir Urbina Angarita²

¹Ingeniero Agroindustrial, Universidad de los Llanos y

²Ingeniera Industrial, MSc, Docente Universidad de los Llanos

aurbina@unillanos.edu.co

Recibido 20 de enero 2021, Aceptado 23 de abril 2021

RESUMEN

El presente trabajo se llevó a cabo en una empresa que tiene como actividad el procesamiento y conservación de frutas, legumbres, hortalizas y tubérculos para consumo humano, mediante el proceso de deshidratación; esta empresa se encuentra ubicada en la ciudad de Villavicencio (Colombia). El objetivo fue diseñar el Manual de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), el cual comprende un conjunto de lineamientos que permite tener un sistema actual documental basado en los requisitos de la normatividad vigente, para lograr este propósito se estructuró de la siguiente manera: Fase de diagnóstico mediante la inspección visual a las instalaciones de la planta y entrevistas al personal de que trabaja en la empresa, para ello se creó una lista de chequeo basada en la reglamentación vigente, obteniéndose un porcentaje de cumplimiento de 74%. A partir de este resultado, se elaboró un plan de acción identificando las no conformidades, evidenciándose la necesidad de la implementación de un manual de BPM. La segunda fase fue la documental: A partir de los resultados de inspección se diseñó el Manual de Buenas Prácticas de Manufactura, el cual incluye: el plan de saneamiento, capacitación de personal de manipulador de alimentos y sistema de control. La tercera fase fue la de implementación: se construyó un documento de plan de implementación que le permite a la empresa realizar una mejora continua de las actividades faltantes y se estructuró de la siguiente manera: objetivo general, tareas propuestas, cronograma

de actividades y asignación de responsables. Finalmente, el Manual de Buenas Prácticas de Manufactura, la documentación y el plan de implementación que se diseñaron, permitieron a la empresa garantizar el cumplimiento de los requerimientos establecidos por la normatividad nacional e internacional, lo que conlleva, a la elaboración de productos en condiciones sanitarias y de calidad adecuadas que cumplan con las expectativas de los clientes.

Palabras clave: Inocuidad, alimentos secos, plan de saneamiento básico, manipulación.

ABSTRACT

The present work was carried out in a company whose activity is the processing and preservation of fruits, legumes, vegetables and tubers for human consumption, through the dehydration process; This company is located in the city of Villavicencio (Colombia). The objective was to design the Manual of Good Manufacturing Practices (GMP), which comprises a set of guidelines that allows to have a current documentary system based on the requirements of current regulations, to achieve this purpose it was structured as follows : Diagnostic phase by means of a visual inspection of the plant facilities and interviews with the personnel who work in the company, for which a checklist was created based on current regulations, obtaining a compliance percentage of 74%. Based on this result, an action plan was drawn up identifying the non-conformities, evidencing the need for the implementation of a BPM manual. The second phase was the documentary one: Based on the inspection results, the Good Manufacturing Practices Manual was designed, which includes: the sanitation plan, training of food handler personnel and the control system. The third phase was the implementation phase: an implementation plan document was built that allows the company to continuously improve the missing activities and was structured as follows: general objective, proposed tasks, activity schedule and assignment of responsible. Finally, the Manual of Good Manufacturing Practices, the documentation and the implementation plan that were designed, allowed the company to guarantee compliance with the requirements established by national

and international regulations, which leads to the elaboration of products in conditions quality and sanitary facilities that meet customer expectations.

Keywords: Safety, dry food, basic sanitation plan, handling.

RESUMO

O presente trabalho foi realizado em uma empresa cuja atividade é o beneficiamento e conservação de frutas, legumes, verduras e tubérculos para consumo humano, através do processo de desidratação; Esta empresa está localizada na cidade de Villavicencio (Colômbia). O objetivo foi elaborar o Manual de Boas Práticas de Fabricação (BPF), que compreende um conjunto de diretrizes que permite ter um sistema documental atualizado com base nos requisitos da, para regulamentos atuais atingir esse objetivo foi estruturado da seguinte forma: Diagnóstico fase por meio de inspeção visual das instalações da fábrica e entrevistas com o pessoal que trabalha na empresa, para a qual foi elaborado um checklist com base na regulamentação em vigor, obtendo-se um percentual de conformidade de 74%. A partir desse resultado, foi elaborado um plano de ação identificando as não conformidades, evidenciando a necessidade de implantação de um manual de BPM. A segunda fase foi documental: Com base nos resultados da fiscalização, foi elaborado o Manual de Boas Práticas de Fabricação, que contempla: o plano de saneamento, o treinamento dos manipuladores de alimentos e o sistema de controle. A terceira fase foi a fase de implementação: foi construído um documento de plano de implementação que permite à empresa melhorar continuamente as atividades em falta e foi estruturado da seguinte forma: objetivo geral, tarefas propostas, cronograma de atividades e atribuição de responsáveis. Por fim, o Manual de Boas Práticas de Fabricação, a documentação e o plano de implantação que foram traçados, permitiram à empresa garantir o cumprimento dos requisitos estabelecidos pela regulamentação nacional e internacional, o que leva à elaboração de produtos em condições de qualidade e instalações sanitárias que atendam expectativas do cliente.

Palavras-chave: Segurança, alimento seco, plano de saneamento básico, manejo.

INTRODUCCIÓN

Actualmente, las enfermedades transmitidas por alimentos (ETA) se caracterizan por ser un problema de salud pública a nivel mundial ya que generan un riesgo muy alto sobre la salud de las personas, este factor afecta negativamente la economía de países y empresas en su productividad, además, de alterar el comercio y la confianza de los consumidores (Rodríguez *et al.*, 2015).

Por otra parte, el proceso de globalización ha provocado el aumento de la comercialización de alimentos a nivel nacional e internacional, consigo a traído beneficios sociales y económicos, pero también ha facilitado la propagación de enfermedades en el mundo, debido a la deficiencia en el proceso de elaboración, manipulación, conservación, transporte, distribución o comercialización. Es por esto que todos los fabricantes de alimentos se han dado cuenta de la importancia de asegurar la calidad de sus productos, desde la producción primaria hasta el consumo final, además de brindar un alto nivel de satisfacción a los clientes (Ayuso y Castillo, 2017).

Por lo anterior, se ve la necesidad de la implementación de Buenas Prácticas de Manufactura y el uso de las normas y decretos que le competen y que permiten que los productos cumplan con los requerimientos a nivel de empresa y de cliente. Para lograr este propósito las empresas deben contar con este sistema de aseguramiento de calidad que se basa en principios básicos y prácticas de higiene en la manipulación, preparación, elaboración, envasado, almacenamiento, transporte y distribución de alimentos para el consumo humano, y garantizar que los productos en cada una de las etapas de la cadena productiva cumplan con las condiciones sanitarias adecuadas, de manera que, se disminuyan los riesgos inherentes a la producción y al producto. Las ventajas del uso de BPM, generan no solo ventajas en la salud, sino que también, los empresarios se ven beneficiados en términos de reducción de pérdidas de producto, costos, entre otros, así mismo, esto mejora el posicionamiento de sus productos, debido al reconocimiento de sus atributos (INPEC, 2017).

BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA

Las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), se han definido como “un conjunto de principios básicos y prácticos generales de higiene en la manipulación, preparación, elaboración, envasado, almacenado, transporte y distribución de alimentos para consumo humano; con el objeto de garantizar que los productos en cada una de las operaciones mencionadas cumplan con las condiciones sanitarias adecuadas, de modo que se disminuyan los riesgos inherentes a la producción” (Albarracín y Carrascal, 2005).

La FAO, (2011) considera las BPM como un conjunto de directrices creado y establecido con el único fin de garantizar un entorno laboral inocuo y seguro para evitar la contaminación de los alimentos a lo largo de las diferentes etapas del proceso productivo, al igual que durante su producción y comercialización. La inocuidad es entendida como la garantía de que un alimento para consumo humano no cause daño al consumidor al momento de ser ingerido o de acuerdo con el uso al que sea destinado.

Dentro de estas directrices, se incluyen normas de comportamiento del personal manipulador de alimentos en el área de trabajo, la adecuada distribución de las zonas de trabajo y el uso de agua y desinfectantes, entre otros. En otras palabras, las BPM son una herramienta básica para obtener productos seguros para el consumo humano, gracias a la inclusión de protocolos basados en las prácticas higiénicas y la manipulación de los alimentos. Por lo tanto, son útiles para el diseño y el funcionamiento de los establecimientos encargados de transformar, manipular y comercializar alimentos, así como para el desarrollo adecuado de los procesos de elaboración de alimentos.

Las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) están determinadas en Colombia por la Resolución 2674 de 2013, en el artículo 1 establece: “ los requisitos sanitarios que deben cumplir las personas naturales y/o jurídicas que ejercen actividades de fabricación, procesamiento, preparación, envase, almacenamiento, transporte, distribución y comercialización de alimentos y materias primas de alimentos y los

requisitos para la notificación, permiso o registro sanitario de los alimentos, según el riesgo en salud pública, con el fin de proteger la vida y la salud de las personas” y el ente regulador de vigilancia y control es el Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (INVIMA) (MINSALUD, 2013). El procesamiento y conservación de frutas, legumbres, hortalizas y tubérculos para consumo humano mediante a se clasifica como un producto de bajo riesgo según la Resolución 719 de 2015, por lo que, requieren de permisos sanitarios para su comercialización y consumo (MINSALUD, 2015). Las empresas que se dedican a esta actividad necesitan implementar las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), teniendo en cuenta los requisitos de Resolución No. 2674 de 2013, con el fin de mejorar los procesos productivos y de competitividad, obteniendo productos inocuos y de calidad, que le permitan un mejor posicionamiento en el mercado.

Actualmente, las BPM se establecen como un requisito básico para poder aplicar un sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control, (APPCC) o *Hazard Analysis and Critical Control Points*, (HACCP) que son las siglas en inglés dentro de un programa de Gestión de la Calidad o en un Sistema de Calidad ISO¹⁰. El sistema surge como una política de globalización y estandarización que permite establecer cada vez más requisitos para el consumo de alimentos. Su origen se establece en el año 1959 en la Agencia Aeroespacial de Estados Unidos de América, NASA, como un programa creado para garantizar la inocuidad de los alimentos consumidos por los astronautas en el espacio; siendo la empresa *Pillsbury Co.* quien introdujo tal sistema de control para favorecer dichas garantías de calidad e inocuidad. Luego, en 1993 la Comisión *Codex Alimentarius* aprueba unas directrices para la aplicación del sistema HACCP y es a partir del año 2005 que se publica la norma ISO 22000, en la cual se establece el Sistema de Gestión de Inocuidad Alimentaria basado en ISO 9001 y el sistema HACCP (Mena, 2014).

PLAN DE SANEAMIENTO

Según lo establecido en la Resolución 2074 de 2013 en el artículo 26, todos los establecimientos destinados a la fabricación, procesamiento, envase y almacenamiento de alimentos debe implantar y desarrollar un plan de saneamiento,

en donde se establecen de manera clara sus objetivos y los procedimientos requeridos para disminuir los riesgos de contaminación de los alimentos. Este plan debe presentarse por escrito y estar a disposición de la autoridad sanitaria competente; incluyendo como mínimo los procedimientos, cronogramas, registros, listas de chequeo y responsables, como mínimo, de los siguientes programas: 1. Limpieza y desinfección, 2. Residuos sólidos, 3. Control de plagas, 4. Abastecimiento o suministro de agua potable y 5. Programas complementarios.

Programa de limpieza y desinfección

Se especifican las condiciones necesarias de limpieza y desinfección particulares del proceso y del producto de la empresa. Se deben registrar por escrito, todos y cada uno de los procedimientos de la planta, al igual que las fichas técnicas de los productos o sustancias utilizadas, marca, concentración, preparación, forma de uso, periodicidad (cronograma) y demás elementos o equipos necesarios para desarrollar las tareas de limpieza y desinfección.

Programa de manejo de residuos

La planta debe contar con las instalaciones, elementos, áreas, recursos y procedimientos necesarios que permitan garantizar un sistema eficiente y adecuado de recolección, conducción, manejo, almacenamiento interno, clasificación, transporte y disposición de los residuos sólidos generados a lo largo del proceso. Las actividades mencionadas deben realizarse teniendo en cuenta las normas vigentes de higiene, salud y seguridad en el trabajo con el único objetivo de evitar la contaminación de los alimentos, maquinaria y equipos, áreas de proceso o circundantes, dependencias y el impacto negativo sobre el medio ambiente.

Programa de manejo o control de plagas

Las plagas deben considerarse dentro de un programa específico el cual involucra el concepto de control integral (Manejo Integrado de Plagas, MIP); es decir, que se deben establecer medidas de aplicación sistemática y armónica de las diversas

medidas de control, con énfasis en la erradicación y otras adicionales de orden preventivo.

Programa de abastecimiento de agua potable

Según lo establecido en la Resolución 2674 de 2013, todos los tipos de establecimientos mencionados están obligados a documentar un este programa, incluyendo: fuente de captación, tratamientos, manejo, diseño y capacidad de almacenamiento, distribución, mantenimiento, limpieza y desinfección del sistema hidráulico y tanques de almacenamiento. La implementación de este programa debe garantizar el cumplimiento de las condiciones fisicoquímicas y microbiológicas vigentes para el agua de consumo humano y procesos en la industria de alimentos; así como los registros físicos que brinden soporte a su estricto cumplimiento.

Programas complementarios

Los considerados de la Resolución 2674 de 2013 son: capacitación, mantenimiento de instalaciones y equipos, plan de trazabilidad, análisis de peligros y puntos críticos de control (APPCC) y plan de muestreo, además es necesario tener en cuenta:

1) Ubicación de las instalaciones, su estructura física, la distribución de planta y de equipos. 2) Abastecimiento de agua, desagües y eliminación de desechos, la higiene del personal, limpieza y desinfección de las instalaciones. 3) Aspectos operativos, verificación y manejo y almacenamiento de materias primas, aditivos alimentarios y envases, rechazo o descarte de producto no- conforme y transporte y 4) Requisitos sanitarios y ambientales

ANÁLISIS DE LAS VENTAJAS DE IMPLEMENTAR LAS BPM

Implementar BPM en una empresa ofrece múltiples ventajas, tanto para la organización como para los clientes. por ejemplo, contribuye a la mejora de los procesos productivos y de calidad, reduce los tiempos de ejecución, ayuda a establecer los puntos críticos y los “cuellos de botella” del proceso, mejora las comunicaciones, permite realizar una trazabilidad efectiva, mejora la higiene de los productos y procesos, aumenta la vida útil del producto, mejora la imagen

empresarial, estandariza el sistema de inocuidad en la producción, garantiza una planta que cumple con la normatividad vigente, crea nuevas posibilidades de productos y amplios mercados.

La microempresa agroindustrial llanera en la cual se analizaron la aplicación de las BPM se denomina Agroacecar SAS, siendo su actividad económica principal el procesamiento y conservación de frutas, legumbres, hortalizas y tubérculos para consumo humano mediante la técnica de deshidratación en horno eléctrico mediante convección forzada de aire caliente. Su misión es transformar materias primas del agro colombiano en productos alimenticios de alta calidad, 100% saludables para ser incorporados en cualquier tipo de dieta alimenticia. Presta los servicios de producción de fruta deshidratada, maquila de productos mercado nacional e internacional, pruebas de deshidratación (frutas) y visitas académicas.

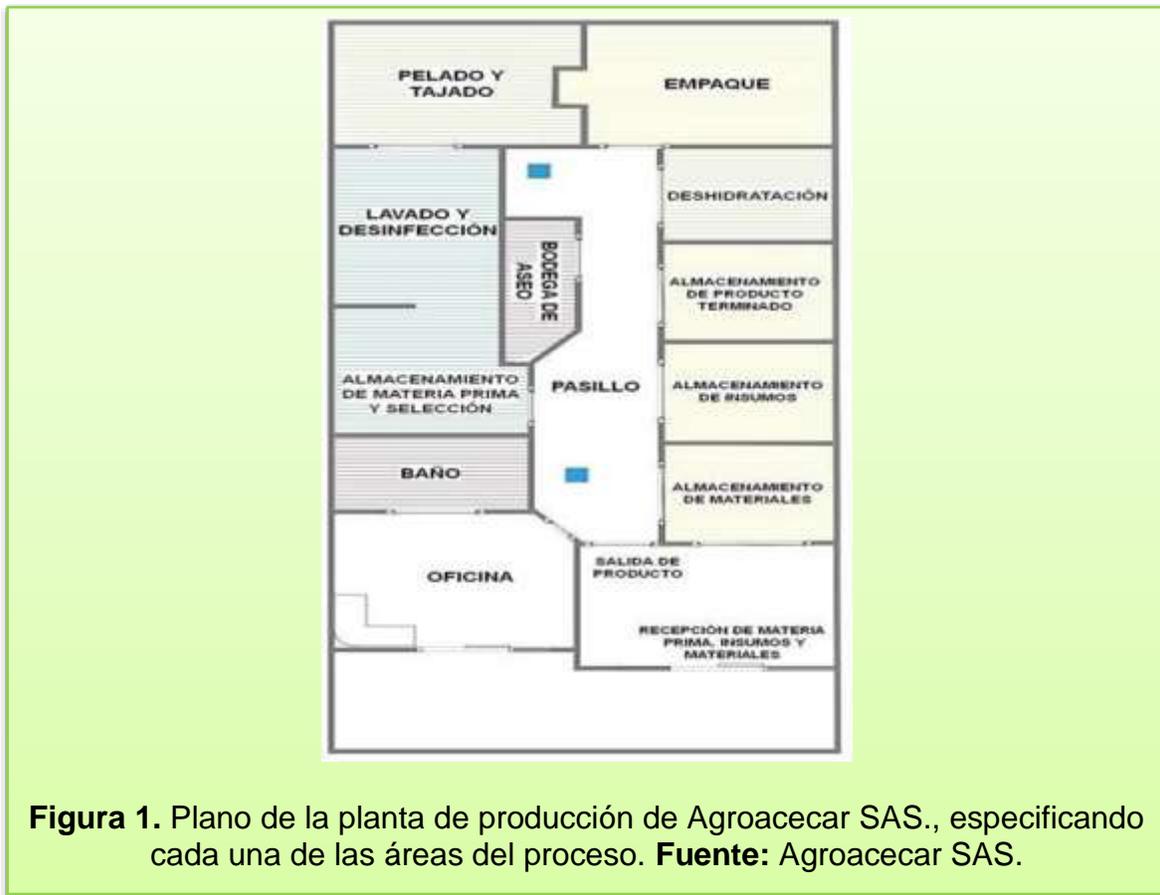
La planta tiene un distribuida en un primer y único nivel de alrededor de 7x9 m. La producción se desarrolla en U, teniendo 3 tiempos diferentes para entrada de materia prima, salida de producto terminado y salida de residuos sólidos (incluye producto no-conforme) (Figura 1). La producción de frutas deshidratadas en este caso sigue su línea de producción de forma en u, con una misma entrada de materia prima en diferentes tiempos, para evitar la contaminación cruzada, seguidamente se evidencia en su distribución de planta las diferentes áreas establecidas, como se puede evidenciar en la Figura 1. La normatividad legal vigente para llevar a cabo el análisis de Buenas Prácticas de Manufactura para la empresa Agroacecar SAS, se detalla en la Tabla 1.

RESULTADOS Y PROCEDIMIENTO EN EL ANÁLISIS DE LA BMP EN EL EMPRESA AGROACECAR SAS

Diagnóstico

Se realizó un diagnóstico inicial sobre las condiciones higiénico-sanitarias según la normativa colombiana vigente, se diseñó una lista de chequeo basada en la Resolución 2674 de 2013, realizando entrevistas al personal y entrevistas directas con todos los responsables del proceso, posteriormente, se llevó a cabo la

cuantificación del porcentaje de cumplimiento. Para el diagnóstico higiénico-sanitario, se elaboró una escala de valoración como se especifica en la Tabla 2.



Se verificaron los siguientes aspectos de acuerdo con la resolución 2674 de 2013 de la siguiente manera:

1. Aseguramiento y control de calidad: Hace referencia a todo lo relacionado con políticas de calidad, procedimientos, fichas técnicas de materiales, manuales, guías e instructivos, sobre los equipos, procesos, condiciones de almacenamiento y distribución, procesos de control de calidad, y otros aspectos.
2. Instalaciones físicas y sanitarias: se basa en la estructura de la planta en cuanto a construcción y diseño, los accesos y sus alrededores; servicios de lavamanos, inodoros, dotación de elementos (jabón, toallas, papel, caneca), vestidores, área social.

Tabla 1. Normatividad legal para el análisis de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM)

| Norma | Ente que reglamanta | Objeto |
|-------------------------|---|--|
| Ley 9 de 1979 | Congreso de Colombia | Por la cual se dictan medidas sanitarias |
| Decreto 1575 de 2007 | Ministerio de Salud y Protección Social | Por el cual se establece el sistema para la protección y control de la calidad del agua para consumo humano |
| Resolución 5109 de 2005 | Ministerio de Salud y Protección Social | Por el cual se establece el reglamento técnico sobre los requisitos de rotulado o etiquetado que deben cumplir los alimentos envasados y materias primas de alimentos para consumo humano |
| Resolución 2115 de 2007 | Ministerio de Salud y Protección Social y Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial | Por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano. |
| Resolución 333 de 2011 | Ministerio de Salud y Protección Social | Por la cual se establece el reglamento técnico sobre los requisitos de rotulado o etiquetado nutricional que deben cumplir los alimentos envasados para consumo humano. |
| Resolución 683 de 2012 | Ministerio de Salud y Protección Social | Por medio de la cual se expide el reglamento técnico sobre los requisitos sanitarios que deben cumplir los materiales, objetos, envases y equipamientos destinados a entrar en contacto con alimentos y bebidas para consumo humano. |
| Resolución 4142 de 2012 | Ministerio de Salud y Protección Social | Por la cual se establece el reglamento técnico sobre los requisitos sanitarios que deben cumplir los materiales, objetos, envases y equipamientos metálicos destinados a entrar en contacto con alimentos y bebidas para consumo humano en el territorio nacional. |
| Resolución 835 de 2013 | Ministerio de Salud y Protección Social | Por la cual se establece el reglamento técnico sobre los requisitos sanitarios que deben cumplir los materiales, objetos, envases y equipamientos de vidrios y cerámicas destinados a estar en contacto con alimentos y bebidas para el consumo humano. |
| Resolución 2674 de 2013 | Ministerio de Salud y Protección Social | Por la cual se reglamenta el artículo 126 del Decreto-ley 019 de 2012 y se dictan otras disposiciones. |

Tabla 2. Escala de valoración de la lista de chequeo.

| Parámetro | Calificación | Valor de calificación |
|----------------------|--------------|-----------------------|
| Cumple completamente | 2 | 5 |
| Cumple parcialmente | 1 | 4 |
| No cumple | 0 | 3 |
| No aplica | NA | 2 |
| No observado | NO | 1 |

Nota: Se asignaron valores a la calificación para realizar el análisis de los resultados.

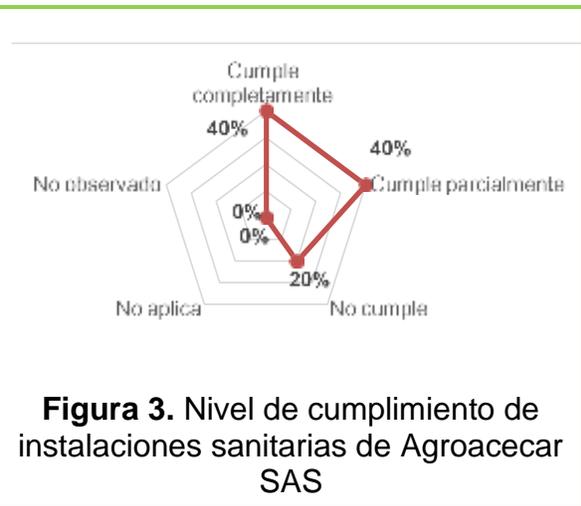
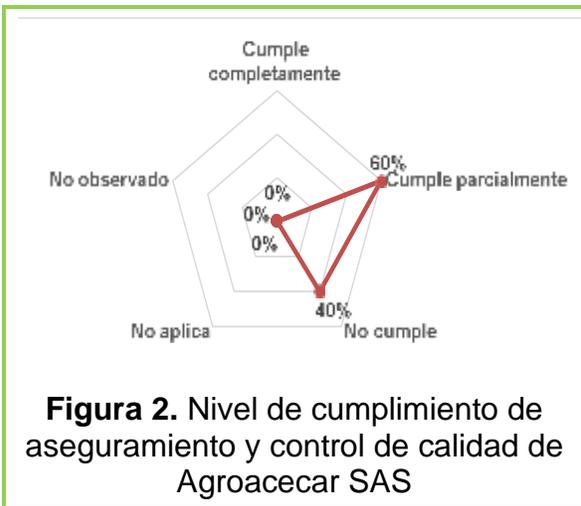
Fuente: Los autores

3. Personal manipulador de alimentos: Se fundamenta en las prácticas higiénicas y medidas de protección, educación y capacitación del personal.
4. Condiciones de saneamiento: Se basa en el plan de saneamiento básico que comprende: abastecimiento de agua potable, manejo de residuos líquidos y disposición de residuos sólidos, limpieza y desinfección, control de plagas (artrópodos, roedores, aves).
5. Condiciones de proceso y fabricación: tiene en cuenta los siguientes aspectos: equipos y utensilios, higiene locativa de la sala de proceso, materias primas e insumos, envases, operaciones de fabricación, envasado y empaque, almacenamiento de producto terminado, condiciones de transporte.
6. Acceso a los servicios de análisis de calidad del producto: se observa si la planta cuenta con servicios o tiene convenio algún laboratorio.

Los resultados de este diagnóstico Agroacecar SAS fueron los siguientes: 1) Aseguramiento y control de calidad, 72%; 2) Instalaciones físicas, 79%; 3) Instalaciones sanitarias, 84%; 4) Personal manipulador de alimentos, 78% que incluye: prácticas higiénicas y medidas de protección, 90% y educación y capacitación, 65%; 5) Condiciones de saneamiento, 74%; que incluye: abastecimiento de agua potable, 64%; manejo de residuos líquidos, 80%; manejo y disposición de residuos sólidos, 88%; limpieza y desinfección, 70% y control de plagas (artrópodos, roedores, aves) 68% ; 6) Condiciones de proceso y fabricación, 80% que incluye: equipos y utensilios,74%; higiene locativa de la sala de proceso,

72%; materias primas e insumos;70%; envases, 93%; operaciones de fabricación, 84%; operaciones de envasado y empaque, 80%; almacenamiento de producto terminado, 70% y condiciones de transporte, 97%; 7) Acceso a los servicios de laboratorio, 50% con un porcentaje de cumplimiento de 74%.

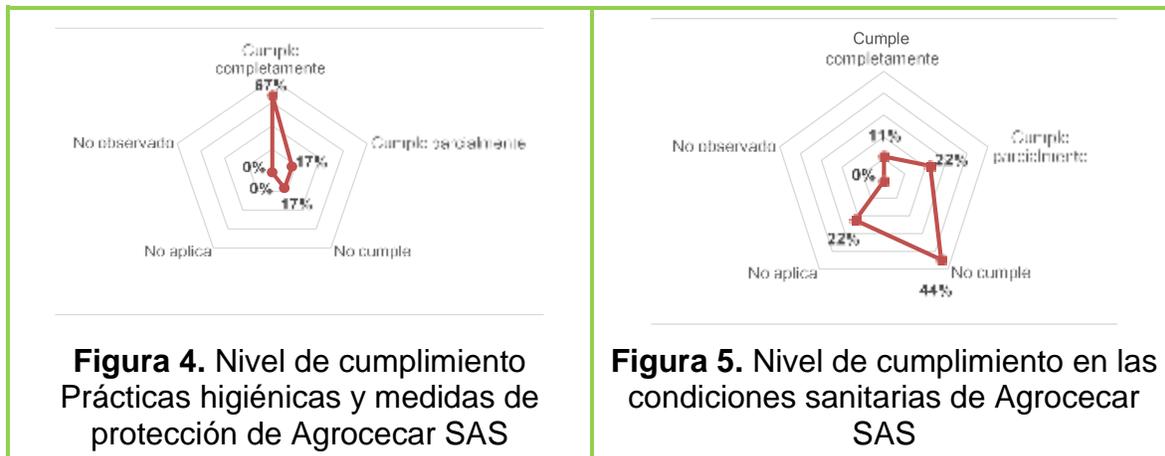
El aseguramiento y control de la calidad (Figura 2), el 60% de los parámetros evaluados cumple parcialmente, mientras que el 40% no cumple con las disposiciones establecidas de acuerdo a la normatividad, dentro de estas actividades se incluye que la empresa no tiene establecida una política de calidad, no existen manuales, guías o instructivos, sobre equipos, proceso, condiciones de almacenamiento y distribución. Con relación a las instalaciones el 29 % de los parámetros evaluados cumplen completamente, el 36% son de manera parcialmente y el 36% no cumple, las no conformidades identificadas son referentes a la construcción ya que no se presenta la suficiente protección contra la entrada de plagas, polvo, lluvia, no existe una separación física clara entre las áreas de la planta, no se encuentran identificadas las tuberías, no hay una adecuada señalización, circulación de personas salidas de emergencia. De acuerdo a la Figura 3, se puede observar que el 40% de los parámetros evaluados en instalaciones sanitarias cumple completamente, el 40% parcialmente y el 20% no cumple, las no conformidades identificadas es que la planta no cuenta con área social, hay vestieres y casilleros, pero no están identificadas por sexo, y se encuentran dentro de la misma unidad de construcción junto con los sanitarios.



Con relación al personal que manipula los alimentos, en la Figura 4 se puede observar que el 67% de los aspectos evaluados cumple completamente, el 17% cumple parcialmente y el 17% no cumple con los requerimientos, es decir, que el personal manipulador no está utilizando los elementos de protección adecuados para sus actividades de operación. En los resultados de capacitación y educación de personal, se observó que solo el 25% de los parámetros cumple parcialmente y el 75% no cumple, esto se debe a que en la empresa no existe un programa en este sentido en la planta, tampoco existen avisos alusivos a prácticas higiénicas, medidas de seguridad, ubicación de extintores, entre otras cosas. No se llevan registros de capacitación en manipulación de alimentos.

En las condiciones de saneamiento (Figura 5), se puede apreciar que el 11% de los requisitos se cumplen completamente, el 22% de manera parcial, el 44% no cumple y el 22% no aplica. Esto quiere decir que las no conformidades se deben a la falta de procedimientos sobre el manejo y calidad de agua, así mismo, no se llevan los registros de laboratorio, ni control de cloro residual, adicionalmente, no cuentan con un el debido soporte que garantice que el agua utilizada en la planta sea potable. Por otra parte, los puntos que no aplican se deben a que la planta no requiere de hielo y por ende no requiere procesos para esta operación. En el manejo y disposición de residuos líquidos el 100% de los parámetros evaluados cumplen parcialmente, esto se debe a que, no se existen documentos que soporten que se está garantizando un adecuado manejo de estos residuos en la empresa. Con respecto al manejo de residuos sólidos el 40% de los requerimientos cumple completamente y el 60% cumple parcialmente; esto se debe a que no existen documentos que garanticen la adecuada disposición de los residuos sólidos. En actividades de limpieza y desinfección el 50% se cumple parcialmente los requisitos, principalmente se identificó que la empresa no cuenta con procedimientos para realizar estas labores y tampoco lleva registros de las actividades correspondientes.

Respecto al control de plagas y enfermedades, el 40% de los parámetros evaluados cumplen parcialmente y el 60% no cumple, se debe a que no existen documentos que garanticen que se está realizando un control de plagas adecuado.



En las condiciones del proceso y fabricación el mantenimiento de equipos y utensilios, el 29% de los requisitos cumple completamente, el otro 29% parcialmente, el 24% no cumple y el 18% no aplica. Se identificó, que la empresa no cuenta con planes o procedimientos de calibración y mantenimiento de equipos por tanto no se llevan registros, adicionalmente, algunos de los utensilios que se manipulan no cumplen con las condiciones sanitarias adecuadas y algunos de los equipos como los hornos no cuentan con equipos de medición para temperatura. Finalmente, los requerimientos que no aplican porque la empresa no cuenta con los equipos correspondientes. En higiene locativa de la sala de proceso se observa un 18% de cumplimiento total de los requerimientos, el 27% cumple parcialmente el 50% no cumple y el 5% no aplica. Se identificó que la empresa no cuenta con las paredes y techos adecuados para la higiene, las ventanas presentaban suciedad, en las uniones del piso y la pared se presentó suciedad, en algunos cuartos se evidencio suciedad. El control de materias primas e insumos (figura 6) se puede observar que el 10% de los parámetros evaluados se cumplen completamente, el 30% se cumple parcialmente, el 60% no cumple, las no conformidades identificadas se deben a que no existe como documentos del control de materias primas e insumos, no hay fichas técnicas, no se lleva el seguimiento de control de calidad a materias primas e insumos, y los productos no están rotulados de acuerdo a la normatividad exigida. En los aspectos evaluados en envases, el 67% cumple y el

33% parcialmente, las faltas encontradas en este aspecto fueron que aquellos envases no son inspeccionados al momento de recibirlos.

Referente a las operaciones de fabricación, el 40% de los parámetros evaluados cumplen completamente, el otro 40% cumple parcialmente, y el 20% no cumple. Se identificó que no se realizan controles a las operaciones críticas del proceso, por ende, no pueden garantizar la inocuidad del producto, adicionalmente, el proceso no lleva orden lineal y secuencial por tanto se puede correr el riesgo de contaminación cruzada. Referente a las condiciones de empaque, el 33% cumple completamente, el otro 33% cumple parcialmente y finalmente no cumple el 33%, se identificó que las no conformidades están asociadas a que no se lleva registro de elaboración y producción, tampoco se están rotulando los productos, acorde a la normatividad vigente.

En el almacenamiento de producto terminado, el 50% de los parámetros evaluados se cumplen parcialmente y el otro 50% no cumple, se identificó que no se registran las condiciones de almacenamiento no se tiene control de entrada, salida y rotación de productos, los productos que son devueltos a la fábrica por cualquier condición no se están controlando y tampoco se cuenta un espacio para el manejo adecuado de estos y en las condiciones de transporte, el 83% cumple completamente y el 17% no aplica, las condiciones de transporte son adecuadas, sin embargo, la empresa desea incluir un seguimiento de control. En el acceso a los servicios de laboratorio se observó que el 50% no cumple y el otro 50% no aplica, se identificó que la empresa no cuenta con espacio y recurso para tener laboratorio propio y tampoco tiene convenio con laboratorios externos.

Se observó un nivel de cumplimiento global de 74% teniendo en cuenta las disposiciones vigentes relacionadas en la Tabla 1.

Recomendaciones para implementar las BPM en Agroacecar SAS

De acuerdo con los resultados de diagnóstico se elaboró la categorización para poder establecer prioridades en el plan de mejora de la siguiente manera: 1) Nivel crítico, 60% a 70%: hace referencia a los aspectos con mayor prioridad para mejorar

como: educación y capacitación, abastecimiento de agua potable, limpieza y desinfección, control de plagas, materias primas e insumos, almacenamiento de producto terminado y acceso a los servicios de laboratorio. 2) Nivel moderado, 71% a 80%: hace referencia a los aspectos como: aseguramiento y control de calidad, Instalaciones físicas, Manejo de residuos líquidos, equipos y utensilios, higiene locativa de la sala de procesos, operaciones de envasado y empaque. 3) Nivel intermedio, 81% a 95%: representa los aspectos con un nivel bajo de prioridad como: instalaciones sanitarias, prácticas higiénicas y medidas de protección, manejo de residuos sólidos, envases, operaciones de fabricación, condiciones de transporte.

Con estos resultados se elaboró para la empresa un manual de Buenas Prácticas de manufactura (BPM), pues este documento sería de apoyo para organizar todas las actividades de la empresa y se estructuró con base a los requisitos establecidos en la Resolución 2674 de 2013, con el objetivo de reducir al mínimo los riesgos de contaminación biológica, química o física, que pueden ocurrir durante el procesamiento de alimentos, En este manual se describe las áreas de aplicación y funcionamiento de la siguiente manera: Capítulo 1: Edificación e instalaciones: condiciones generales de localización y accesos como diseño, construcción, abastecimiento de agua, disposición de residuos, instalaciones sanitarias, teniendo en cuenta los pisos, drenajes, paredes, techos, ventanas, otras aberturas, puertas, iluminación y ventilación. Capítulo 2: Equipos y utensilios. Capítulo 3: Personal manipulador de alimentos teniendo en cuenta: estado de salud, educación y capacitación y prácticas higiénicas con medidas de protección. Capítulo 4: Requisitos higiénicos de fabricación en materias primas e insumos, envases y embalajes y proceso de fabricación. Capítulo 5: aseguramiento de la calidad en el cual se incluye: control de calidad e inocuidad, Sistema de control y laboratorios. Capítulo 6: Saneamiento. Capítulo 7: Almacenamiento, distribución y transporte. La documentación perteneciente al manual de Buenas Prácticas de Manufactura (Figura 7), se conformó de acuerdo a unos parámetros establecidos para lograr uniformidad dentro de cada uno de los documentos.

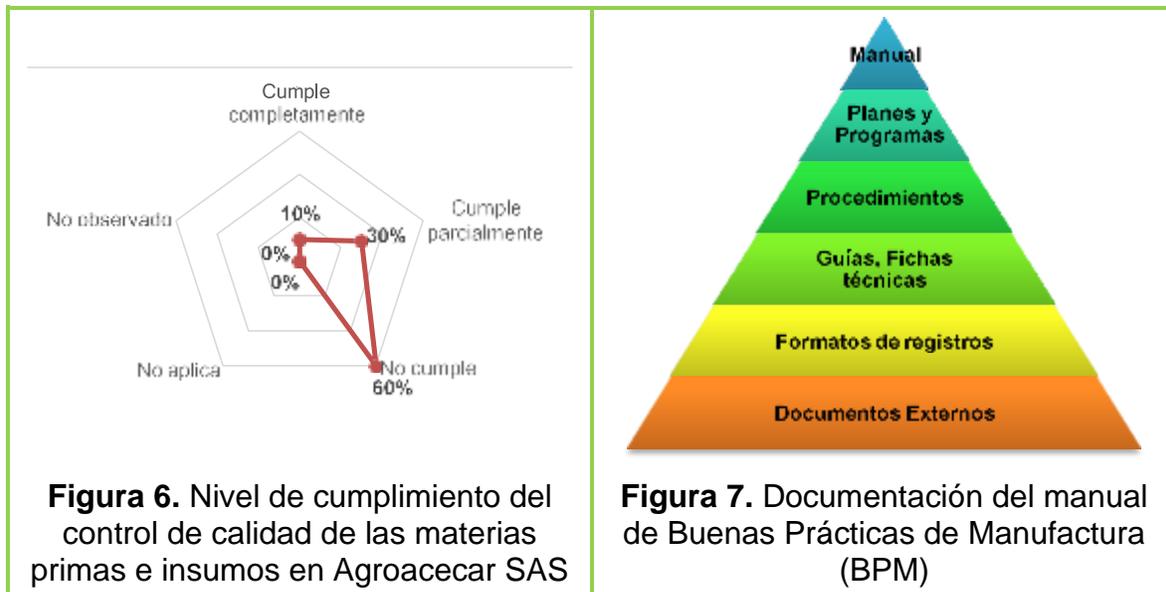


Figura 6. Nivel de cumplimiento del control de calidad de las materias primas e insumos en Agroacecar SAS

Figura 7. Documentación del manual de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM)

CONCLUSIONES

Se realizó el diagnóstico de las condiciones higiénico-sanitarias a la planta de Agroacecar SAS donde se obtuvo un porcentaje del 74%, con base en estos resultados se evidenció que la empresa no cuenta con un sistema documental de Buenas Prácticas de Manufactura.

Se diseñó el Manual de Buenas Prácticas de Manufactura estableciendo las prácticas de higiene en la manipulación y elaboración de alimentos, basado en la Resolución 2674 de 2013.

Se digitalizó el Manual de Buenas Prácticas de Manufactura con acceso remoto “<https://diegoguzman13.wixsite.com/misitio>” con su respectiva documentación ajustada a las necesidades de la empresa Agroacecar SAS.

Se elaboró un total de 1 manual, 9 programas, 1 plan, 24 formatos de registros, 8 fichas técnicas y 2 instructivos, completando la documentación requerida por la Resolución 2674 de 2013, para un total de 51 documentos.

Se realizó una propuesta de implementación para la empresa Agroacecar SAS, determinado los tiempos de ejecución de cada una de las fases propuestas para

que a empresa pueda dar cumplimiento a los requisitos mínimos exigidas por la legislación colombiana.

RECOMENDACIONES

Se recomienda que la empresa mantenga el mejoramiento continuo del sistema de Buenas Prácticas de Manufactura, con el fin de que ayude a incrementar la productividad y a la vez ser más competitivos en el mercado que les compete.

Realizar capacitaciones continuas a los empleados de acuerdo al plan de capacitación del 2021

Socializar e implementar el manual de Buenas Prácticas de Manufactura y toda su documentación con el fin de enriquecer el conocimiento y la obligación que conlleva manipular alimentos dándole así una vital importancia a la inocuidad alimentaria.

Se recomienda que los directivos tengan la responsabilidad de ejecutar el plan de implementación propuesto para su organización y de controlar su ejecución y cumplimiento.

Se recomienda realizar auditorías de verificación para asegurar que se esté cumpliendo con toda la documentación e implementación de los documentos elaborados.

Actualizar el Manual de Buenas Prácticas de Manufactura conforme se vayan realizando las modificaciones o cambios de infraestructura e implementación de registros y procedimientos para llevar una documentación global más actualizada.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Albarracín F, Carrascal A. Manual de buenas prácticas de manufactura para microempresas lácteas. Pontificia Universidad Javeriana, 179 p. 2005.
2. Ayuso G, Castillo M. Globalización y nostalgia. Cambios en la alimentación de las familias yucatecas. Rev. Alimentación contemporánea y desarrollo regional, 27 (50): 1-28. 2017. Disponible En: <https://www.redalyc.org/jatsRepo/417/41751187007/41751187007.pdf>
3. Comisión del Codex Alimentarius (CCA). Manual de Procedimiento Programa Conjunto FAO/OMS sobre Normas Alimentarias. 23ª ed. 243 p. 2015. Disponible En: <http://www.fao.org/3/i4354s/i4354s.pdf>

4. Congreso de Colombia (CC). Ley 9 (24 de enero 1979). Por lo cual establece medidas sanitarias Bogotá D.C. 1979. Disponible En: http://copaso.upbbga.edu.co/legislacion/ley_9_1979.Codigo%20Sanitario%20Nacional.pdf
5. Institución Nacional Penitenciario y Carcelario (INPEC). Manual de buenas prácticas de manufactura: Panadería EPMS CALI., M-PT-001. 2017. Disponible En: <https://red.uao.edu.co/bitstream/handle/10614/9817/T7485A.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
6. International Dynamic Advisors (INTEDYA). Área de Seguridad Alimentaria. Buenas Prácticas de Manufactura, BPM. 30 p. Disponible En: https://www.intedya.com/productos/seguridad%20alimentaria/BPM/PIC_BPM.pdf
7. Mena, M. Prerrequisitos y Sistema HACCP en la Industria Alimentaria. Tesis Nutricionista. España, 33 p. 2014. En: <https://1library.co/document/zkwr634z-prerrequisitos-y-sistema-haccp-en-la-industria-alimentaria.html>
8. Ministerio de Salud y Protección Social (MSPS) y Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT). Resolución 2115 (22 de junio de 2007). Por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano. 2007. Disponible En: https://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/Legislaci%C3%B3n_del_agua/Resoluci%C3%B3n_2115.pdf
9. Ministerio de Salud y Protección Social. (MSPS). Resolución 5109 (29 de diciembre de 2005). Por la cual se establece el reglamento técnico sobre los requisitos de rotulado o etiquetado que deben cumplir los alimentos envasados y materias primas de alimentos para consumo humano. 2005. Disponible En: <https://scj.gov.co/es/transparencia/marco-legal/normatividad/resoluci%C3%B3n-5109-2005>
10. Ministerio de Salud y Protección Social. (MSPS). Decreto 1575 (9 de mayo de 2007). Por el cual se establece el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano. 2007. Disponible En: <https://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/Disponibilidad-del-recurso-hidrico/Decreto-1575-de-2007.pdf>
11. Ministerio de Salud y Protección Social (MSPS). Resolución 333 (10 de febrero de 2011). Por la cual se establece el reglamento técnico sobre los requisitos de rotulado o etiquetado nutricional que deben cumplir los alimentos envasados para consumo humano. 2011. Disponible En: <https://extranet.who.int/nutrition/gina/sites/default/filesstore/COL%202011%20RESOLUCI%C3%93N%200333%20%28etiquetado%20nutricional%29.pdfBootá>
12. Ministerio de Salud y Protección Social (MSPS). Resolución 683 (28 de marzo de 2012). Por medio de la cual se expide el Reglamento Técnico sobre los requisitos sanitarios que deben cumplir los materiales, objetos, envases y equipamientos destinados a entrar en contacto con alimentos y bebidas para consumo humano. 2012. Disponible En:

- https://www.invima.gov.co/documents/20143/437174/2RESOLUCION_683_DE_2012.pdf/6d837632-bce1-c26a-70ce-28da9665f788
13. Ministerio de Salud y Protección Social (MSPS). Resolución 4142 (12 de diciembre de 2012). Por la cual se establece el reglamento técnico sobre los requisitos sanitarios que deben cumplir los materiales, objetos, envases y equipamientos metálicos destinados a entrar en contacto con alimentos y bebidas para consumo humano en el territorio nacional. 2012. Disponible En: <http://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Resolucion/30033907>
 14. Ministerio de Salud y Protección Social (MSPS). Resolución 835 (23 de marzo de 2013). Por medio de la cual se expide el Reglamento Técnico sobre los requisitos sanitarios que deben cumplir los materiales, objetos, envases y equipamientos destinados a entrar en contacto con alimentos y bebidas para consumo humano. 2013. Disponible En: <http://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Resolucion/30033912>
 15. Ministerio de salud y protección social, (MSPS). Resolución 2674 (22, julio 2013). Por la cual se reglamenta el artículo 126 del Decreto-ley 019 de 2012 y se dictan otras disposiciones. 2013. Disponible En: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/col145241.pdf>
 16. Ministerio de Salud y Protección Social (MSPS). Resolución 3929 (2 de octubre de 2013). Por la cual se establece el reglamento técnico sobre los requisitos sanitarios que deben cumplir las frutas y las bebidas con adición de jugo (zumo) o pulpa de fruta o concentrados de fruta, clarificados o no, o la mezcla de estos que se procesen, empaquen, transporten, importen y comercialicen en el territorio nacional. 2013. Disponible En: <https://www.invima.gov.co/documents/20143/441425/Resolucion-3929-2013.pdf/28252dd6-41eb-a575-8ec4-c876e6326a5e>
 17. Ministerio de Salud y Protección Social, (MSPS). Resolución 719 (11, marzo 2015). Por la cual se establece la clasificación de alimentos para consumo humano de acuerdo con el riesgo en salud pública. 20 p. 2015. Disponible En: <https://www.invima.gov.co/documents/20143/344791/resoluci%C3%B3n0719de2015anexot%C3%A9cnico.pdf>
 18. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Buenas manufacturas prácticas de en la elaboración de productos lácteos FAO Guatemala. 28 p. 2011. Disponible En: <http://www.fao.org/3/bo953s/bo953s.pdf>
 19. Rodríguez H, Barreto G, Sedrés M, Bertot J, Martínez S, Guevara G. Las enfermedades transmitidas por alimentos, un problema sanitario que hereda e incrementa el nuevo milenio. Rev. Electrónica Veterinaria, 16 (8): 1-27. 2015. Disponible En: <https://www.redalyc.org/pdf/636/63641401002.pdf>
 20. Ruiz A. Muestreos de Aceptación. Apuntes de Clase. Comillas. Madrid. 41 p. 2006. Disponible En: <https://web.cortland.edu/matresearch/aceptacion.pdf>